



Projekt Mitholz 17. Dezember 2024

Schlussbericht per Ende April 2024 der Expertengruppe VBS

Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen
mit Fokus Munition 2022/23

Aktenzeichen: Expertengruppe VBS-2024-1

Lieferobjekt	TP 5 Räumung / ar WTE, Munitionsuntersuchungen / QT 90 Sicherheit
Klassifizierung	nicht klassifiziert
Status	genehmigt
Version	V 1.3
Auftraggeberin	BR Viola Amherd, Chefin VBS
Projektleitung	Adrian Goetschi
Autorenschaft	<u>Expertengruppe VBS</u>
Bearbeitende	<u>Expertengruppe VBS</u>
Unterzeichnende	<u>Christian Balmer, Dr. Patrick Folly, Tom Hofmann</u>

Änderungskontrolle, Prüfung und Genehmigung

Version	Datum	Name oder Rolle	Beschreibung, Bemerkung
0.5	17.01.24	Expertengruppe VBS	Entwurf
0.9	30.01.24	Expertengruppe VBS	Finalisierung
1.0	31.01.24	Ersteller	Zwischenbericht unterzeichnet
1.1	14.11.24	Expertengruppe VBS	Schlussbericht per Ende April 2024 der Expertengruppe VBS (Besprechung vom 14.11.2024)
1.2	11.12.2024	Expertengruppe VBS	Schlussbericht per Ende April 2024 der Expertengruppe VBS (Fassung für PL Mitholz)
1.3	17.12.2024	Expertengruppe VBS	Finale Version

Abkürzungsverzeichnis

Begriff, Abkürzung	Beschreibung
ar W+T	armasuisse Wissenschaft + Technologie
ar WTE	armasuisse Wissenschaft + Technologie, Explosivstoffe und Munitionsüberwachung
ar WTWTC	armasuisse Wissenschaft + Technologie, Weapon Testcenter
BAFU	Bundesamt für Umwelt
DNB	Dinitrobenzol
KAMIR	Kampfmittel- und Minenräumung
Kammer 4	Kammer Nummerierung nach neu (1 bis 12)
Kammer IV	Kammer Nummerierung nach alt (I bis VI)
Kdo	Kommando
Mw WG	Minenwerfer Wurfgranate
NEM	Netto Explosivstoffmenge
QT	Querschnittsthema
RA VBS 2022	Risikoanalyse VBS 2022
RUAG	Rüstungsunternehmen - Aktiengesellschaft
TLP	Treibladungspulver
TNT	Trinitrotoluol
TP	Teilprojekt
TVBB	Temporäre Verfüllung Bahnstollen mit Blähton

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	2/21

Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23

Inhaltsverzeichnis

Management Summary	4
2 Einleitung	5
3 Ergebnisse Sondiergrabungen & Sondierbohrungen (KAMIR)	6
4 Munitionsuntersuchungen (armasuisse WTE)	8
5 Übertragungsversuche (Dynamic Phenomena und ar W+T)	10
6 Analyse Munition und Munitionsfunde (RUAG)	11
7 Zusammenfassungen und Schlussfolgerungen	12
7.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Räumung	12
7.2 Schlussfolgerungen für die Wahrscheinlichkeit eines Massenerignisses	12
7.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Risikoanalyse	12
7.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Munitionsuntersuchungen	13
7.5 Gemeinsame Schlussfolgerungen der Expertengruppe VBS	14
8 Gemeinsame Handlungsempfehlungen der Expertengruppe VBS	16
9 Laufende Untersuchungen	16
10 Literaturverzeichnis	18
11 Genehmigungsvermerk	20

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	3/21

Management Summary

Seit der Erstellung der letzten Risikoanalyse (RA VBS 2022) im Frühjahr 2022 wurden weitere technische Untersuchungen mit Fokus Munition durchgeführt:

- Das Kdo KAMIR führte im teilverschütteten Bahnstollen im Bereich der Kammern 8 und 12 zwei Sondiergrabungen durch, welche ergänzt wurden durch Sondierbohrungen im Bereich des Stägebach.
- Durch armasuisse Weapon Testcenter wurden weitere Übertragungsversuche mit Munition im Schuttmaterial durchgeführt und armasuisse Explosivstoffe und Munitionsüberwachung analysierte weitere Munitionsstücke und deren Zünder.

Die zurzeit laufenden Sondierbohrungen im Schuttkegel vor der Anlage, die Flachbohrungen im Innern der Anlage sowie die Erkenntnisse der noch durchzuführenden Baggerschlitze zur Schadstoffuntersuchung sind nicht Gegenstand dieses Schlussberichtes, da die Auswertung der Resultate erst im 3. Quartal 2025 erfolgen wird.

Die Expertengruppe VBS, bestehend aus Vertretern des Kdo KAMIR, ar WTE sowie dem Querschnittsthema Sicherheit fasst im vorliegenden Bericht die Erkenntnisse aus diesen neuen technischen Untersuchungen bis April 2024 zusammen und zieht daraus ihre Schlussfolgerungen.

Aus den beiden Sondiergrabungen zeigte, respektive bestätigte sich, dass beim Ereignis von 1947 thermisch vorbelastete Munition folgende Eigenschaften aufweist:

- Der Sprengstoff ist mehr oder weniger aus den Granatkörpern ausgeflossen oder beim Abkühlen im Geschoskörper kristallisiert. Dadurch verkleinert sich die Übertragungswahrscheinlichkeit.
- Gemäss Auswertung hat anteilmässig mehr grosskalibrige Munition mit Zünder als ohne Zünder umgesetzt. Dadurch verkleinert sich die Eintretenswahrscheinlichkeit.

Bisher wurden nur vereinzelte 50 kg Fliegerbomben angetroffen, und nur eine davon in den Sondierungen von 2023. Bei einer so geringen Konzentration sind Massenergebnisse ausgeschlossen.

Verschiedene Übertragungsversuche, unter anderem mit Munition aus Mitholz, haben Folgendes bestätigt:

- Die Annahmen der Risikoanalyse VBS 2022 waren sehr konservativ.
- Nur eine ausreichend dichte Ansammlung von 50 kg Fliegerbomben im Boden ist in der Lage, ein Grossereignis zu erzeugen.

Die neuen Erkenntnisse sind für die Räumung und Entsorgung sowie die Risikoanalyse von Bedeutung und bestätigen die bisherigen Erkenntnisse und Annahmen der Expertengruppe VBS, wonach Ereignisse grösser 1 t TNT-Ersatzmenge vernachlässigbar kleine Eintretenswahrscheinlichkeiten aufweisen.

Dadurch scheint eine Weiternutzung der Anlage nach den temporären Verfüllungen des Bahnstollens mit Blähton und einer Verstärkung der Kammerabschlusswände (zwischen den Anlagekammern und dem Bahnstollen) möglich, z.B. für die Zwischenlagerung der Munitionsrückstände und allenfalls Munitionsentsorgung. Zudem sollen Annahmen in der RA VBS 2022, welche auf dem Grossereignis mit 10 t TNT-Ersatzmenge basierengeprüft werden, da nur in Bereichen, in welchen die Munition vor der thermischen Belastung geschützt war, sowie eine dichte Anhäufung von 50 kg Fliegerbomben vorhanden wäre, Grossereignisse noch möglich scheinen.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	4/21

2 Einleitung

Die Expertengruppe VBS Mitholz fasste in diversen Sitzungen die Ergebnisse der bisherigen technischen Untersuchungen in der Anlage Mitholz und von Munition aus der Anlage Mitholz zusammen. Dabei lag der Fokus auf den 2022 und 2023 durchgeführten Arbeiten, insbesondere den Sondierungen von KAMIR und den Versuchen von armasuisse W+T. Schliesslich werden Handlungsempfehlungen auf der Basis dieser neuen Erkenntnisse ausgesprochen.

Mitglieder der Expertengruppe:

Teilprojekt Räumung (TP5)

- Christian Balmer (Kdo KAMIR),
- Kurt Barmettler (Kdo KAMIR),
- Pascal Grossniklaus (Kdo KAMIR),
- Dr. Kay Winkelmann, (Unterstützung Kdo KAMIR, Beratender Ingenieur).

ar WTE, Munitionsuntersuchungen

- Dr. Patrick Folly (armasuisse WTE),
- Jörg Mathieu (armasuisse WTE),
- Dr. Clemens Novak (RUAG),
- Dr. Lea Siegenthaler (armasuisse WTWTC),
- Dr. Andre Koch (Dynamic Phenomena),
- Dr. François Ubertini (Dynamic Phenomena).

Querschnittsthema Sicherheit (QT90)

- Tom Hofmann, Leiter QT90 und SiVer im Projekt Mitholz,
- Marcel Bürgisser, QT90 Notfallplanung und Evakuation,
- Peter Nussbaumer, (Unterstützung QT90, Bienz, Kummer & Partner AG).

Die unterstrichenen Personen sind die Berichtsunterzeichnende.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	5/21

3 Ergebnisse Sondiergrabungen & Sondierbohrungen (KAMIR)

- Die Ergebnisse der Sondiergrabungen 2 (vor Kammer IV) und 3 (neu) (vor Kammer VI) zeigen, dass der Explosionsschutt inhomogen ist und oft von reinem Gesteinsschutt überdeckt ist. Explosionsschutt bezeichnet ein Gemenge mit Munition und Munitionsschrott sowie Schutt, Brandresten und Holz (Verpackungsmaterial) aus dem Ereignis 1947 in der Anlage [1 – 10, 11]. Gesteinsschutt bezeichnet Felssturzmaterial, das i.d.R. keine Munition enthält. Munition befindet sich in verschiedenen Zuständen und Schichtungen, aber immer stark durchmischt mit Gesteinsschutt, in den Explosionsablagerungen.
- Vor Kammer IV (Sondiergrabung 2) beträgt die Mächtigkeit (Höhe) des Explosionsschutts maximal 4.0 m und im Durchschnitt 2.5 m. [10, 11] Vor Kammer VI (Sondiergrabung 3 (neu)) beträgt die Mächtigkeit weniger als einen Meter [10, 11].
- Grössere Ansammlungen von 10 Stück oder mehr, grosskalibriger, eng aneinander liegender Munition, wurden in den Sondiergrabungen nicht angetroffen [11].
- 50 kg Fliegerbomben, welche für ein Grossereignis massgebend sind, wurden bei den bisherigen Sondiergrabungen nur eine geborgen. Diese wurde in der Sondiergrabung 2 (vor Kammer IV) im Gesamtvolumen von 65 m³ auf der Tunnelsohle in der Nähe der Aussenwand gefunden [13]. Bei der Volumenräumung für die Sondierbohrungen im Geschiebesammler wurden mehrere grosse Bruchstücke von 50 kg Fliegerbomben gefunden, u.a. ein Bombenkopf und mehrere grosse Bruchstücke vom zylindrischen Teil [7, 11]. Insgesamt wurden seit 2018 damit sieben Stück 50 kg Fliegerbomben gefunden.
- Der Explosionsschutt aus Sondiergrabung 2 enthält im Schnitt ca. 24 kg Nettoexplosivstoffmasse pro Kubikmeter [8, 11]. Zu beachten ist, dass dies ein nominaler Wert ist, der davon ausgeht, dass die geborgene Munition noch vollständig gefüllt ist. Die Angabe basiert auf der Untersuchung von ca. 65 m³ Explosionsschutt und Felssturzmaterial aus der Sondiergrabung 2.
- Der Explosionsschutt aus Sondiergrabung 3 (neu) enthält im Schnitt ca. 2.4 kg Nettoexplosivstoffmasse pro Kubikmeter (ebenfalls nominal, siehe oben) [8, 11]. Die Angabe basiert auf der Untersuchung von 60 m³ Explosionsschutt und Felssturzmaterial. In der Sondiergrabung 3 (neu) werden nur etwa 0.2 – 0.6 m Explosionsschutt über dem Gleisbett festgestellt.
- Die Überprüfung von 1.5 m³ Material von der Basis der Sondiergrabung 3 (neu) (reiner Explosionsschutt) hat eine Nettoexplosivstoffmasse von ca. 7.7 kg pro Kubikmeter und eine Metallmasse (Hülsen, Stahlsplitter, Munitionsschrott grob) von ca. 100 kg/m³ ergeben. Davon sind etwa 80 kg feine Stahlsplitter, die nur mit dem Magnetabscheider am Siebtisch separiert werden konnten [9, 11]. Wie viel von diesem Material, das mit dem Magnetabscheider separiert wurde, tatsächlich Stahl ist, und wie viel Anhaftungen von Feinmaterial, ist durch weitere Untersuchungen zu prüfen.
- In der Sondiergrabung 3 (neu) sowie den Volumenräumungen für die Sondierbohrungen im Geschiebesammler wird überwiegend Munitionsschrott geborgen, d.h. leere Munitionskörper und Splitter bzw. Bruchstücke aus den Umsetzungen von 1947. Die Splitter und Bruchstücke weisen fast ausschliesslich rechtwinklige Bruchkanten auf [8, 11].
- Die weitgehend abgeschlossenen Flächensondierungen der Wiesen im Dorf Mitholz zeigen eine teilweise sehr hohe Belastung mit ferromagnetischen Objekten (Objekten aus Eisen und Stahl) [7]. Es ist daher davon auszugehen, dass noch grosse Mengen an Munition und Munitionsschrott auf den Flächen im Dorf Mitholz liegen. Derzeit kann nicht bestimmt werden, welche Massen diese Belastung repräsentiert. Schätzt man bei ca. 100'000 m² sondierter Fläche mit einer Belastung von im Schnitt 1 kg / m², so wäre zu vermuten, dass die Flächen im Dorf noch etwa 100 t Munition und Munitionsschrott enthalten, die etwa 150 – 200 t brutto (d.h. inkl. Verpackungen) eingelagerter Munition repräsentieren.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	6/21

- Die Drohnenmagnetik und die Sondierbohrungen im Bereich ehemaliger Sackstollen am Geschiebesammler Stägenbach zeigen, dass der Sackstollen auf den letzten 20 – 30 m vollständig verstimmt und mit Schutt gefüllt ist [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Die Mächtigkeit des Explosionsschutts im Sackstollen beträgt nach den Ergebnissen der Sondierbohrung 53 offensichtlich weniger als 2 m [8, 12]. Weiter zeigen die Sondierbohrungen, dass es einen viel grösseren Explosionstrichter und auch einen Ausstoss von Munition aus dem südlichen Ende des Sackstollens gegeben hat, als aufgrund der historischen Unterlagen zu vermuten war.
- Bei Sprengungen von geborgener Munition hat das Kommando KAMIR festgestellt, dass die Munition massiv überladen werden muss (d.h. überproportional grosse Mengen Sprengstoff angelegt werden müssen), und dass die Munition nicht detonativ umsetzt [1 – 8, 11]. Bei den Sprengungen wurden bislang fast ausschliesslich Splitter mit rechtwinkligen Bruchkanten festgestellt, die auf Zertrümmerung durch die angelegte Schlagladung oder deflagrative Umsetzung schliessen lassen. Scharfkantige Splitter, die auf eine detonative Umsetzung des in der Munition enthaltenen Explosivstoffs schliessen lassen, wurden nur in sehr geringem Umfang beobachtet [1 – 8, 11].

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	7/21

4 Munitionsuntersuchungen (armasuisse WTE)

Die Delaborierung von Munition aus Mitholz ist sehr aufwendig und erfordert geeignete Sicherheitsvorkehrungen (Delaborierungsstände). Aus diesem Grund wurden bei ar WTE bisher nur ca. 20 Munitions- und Zündersorten vollständig delaboriert. Die Auswahlkriterien lagen dabei auf der Gewinnung von spezifischen Sprengstoffsorten, Treibladungspulvern, Pyrotechnika und weissem Phosphor sowie unterschiedlicher Zündertypen.

Zusätzlich wurden weitere 16 Stück geröntgt, welche anschliessend für Detonationsübertragungsversuche verwendet wurden. Die folgenden Aussagen beruhen auf den oben aufgeführten Stückzahlen.

Durch die Einwirkung von Hitze und mechanischer Beanspruchung sowie Alterung/Korrosion weisen die Munitionsrückstände/Zünder äusserlich und innerlich sehr unterschiedliche Zustände auf.

Bei ca. der Hälfte der untersuchten Munitionssorten wurde das TNT, respektive DNB (Dinitrobenzol) beim Explosionsunglück 1947 aufgeschmolzen. Durch die folgende, sehr langsame Abkühlung erstarrten die Sprengstoffe anschliessend wieder in sehr grossen Kristallen [14]. Aufgrund der geringen Konzentration von Hot-Spots sind diese grobkristallinen Gefüge gegenüber dem Originalzustand in der Regel wesentlich schlechter initiierbar. Grobkristalline Ladungen von TNT sind durch Stahlprojekte schlechter initiierbar als reguläre TNT-Güsse [15]. Durch den heterogenen Zustand im Innern und dem Aufschmelzen der gepressten TNT-Seele, die als «Booster» diente, resultiert zusätzlich eine starke Reduktion der Detonationsübertragung. Beim Aufschmelzen (Schmelzpunkt von TNT ca. 80°C) entstand durch die Volumenausdehnung sowie beginnende Zersetzungsprozesse ein starker Innendruck und je nach Munitionskonstruktion ist dadurch der Sprengstoff mehr oder weniger ausgelaufen.

Bei den Mittelkalibern, bei welchen das TNT beim Ereignis aufgeschmolzen wurde, ist 1/3 bis 2/3 des Sprengstoffs selbst durch die feinen Zündergewinde ausgelaufen [16].

Bei dichten Abschlüssen wie z.B. bei der 8.1 cm Wurfgranaten oder 4.7 cm Panzergranaten ist bei den untersuchten Stücken kein TNT ausgelaufen. Aufgrund des hohen Innendrucks wurde die Fläche der dichten Messingabschlusskappe der 8.1 cm Wurfgranaten jedoch gegen aussen verbogen.

Von den drei untersuchten 15 cm Langgranaten war die DNB-Füllung bei zwei Granaten aufgeschmolzen und bei einer Granate fehlten ca. 20% des Sprengstoffs.

Die Zünder befinden sich in sehr unterschiedlichen Zuständen. Teilweise sind sie innen sehr stark deformiert und enthalten Fremdstoffe wie z.B. TNT aus der Sprengladung oder Sand [17]. Bisher wurden noch keine, nicht mehr handhabungssicheren Zünder gefunden. Beim Zünder der delaborierten 15 cm Langgranate war die Transportsicherheit nicht mehr vorhanden und in der Folge muss die Handhabung solcher Granaten mit besonderer Sorgfalt durch Fachkundige erfolgen [18].

Wirkteil- oder Granatenhüllen aus Stahl, deren Oberfläche der Witterung im Versturzgebiet ausgesetzt waren, weisen oft einen erheblichen Zerfall durch Korrosion auf. So ist z.B. die Aussenhaut einer untersuchten 8.1 cm Wurfgranaten an einigen Stellen bis zur Hälfte der Wandstärke korrodiert. Auch bei Zündern ist die Korrosion vereinzelt soweit fortgeschritten, dass sie beim Handling zerfallen.

Hingegen sind die innenliegenden Bestandteile, insbesondere die Zünderteile, oft noch in gutem Zustand und kaum von Korrosion befallen.

Tests mit den delaborierten Zündelementen/Sprengkapseln durch Anstechen/Anfeuern gemäss Auslösung im Zünder ergaben nur zwei Versager bei insgesamt acht getesteten Elementen [19]. Bei den beiden Versagern hat nur die Anfeuerung nicht funktioniert; beim anschliessenden Ansprengen mit einem Kurzzeitzünder setzte sich die Penta Füllung der Elemente vollständig um.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	8/21

Es ist davon auszugehen, dass durch chemische Umwandlung von Bleiazid, in verschiedenen Zündertypen Beläge von empfindlichem Kupferazid vorhanden sind. Bei den bisher untersuchten Zünderteilen von einzelnen Zündern konnte jedoch noch kein Kupferazid nachgewiesen werden [20].

Die vorhandenen Sprengstoffe und Treibladungspulver (TLP) sind noch handhabungssicher, deren Explosionswärme ist nur wenig reduziert [21]. Aufgrund der oben beschriebenen Einflüsse ist bei Explosionsereignissen aber nicht mehr mit einer vollständigen Umsetzung dieser Explosionswärme zu rechnen. Die Reaktionsfähigkeit des weissen Phosphors (eines der 4 auslösenden Elemente) ist noch vorhanden. Bei der untersuchten 12 cm Mw WG war zudem die Phosphor Blechbüchse nicht mehr dicht und weisser Phosphor trat auch in Kontakt mit dem umgebenden Ladungssprengstoff [16]. Bei den TLP ist der Stabilisator zumeist abgebaut aber die untersuchten Pulver werden durch die noch vorhandenen Abbauprodukte der Stabilisatoren gerade noch genügend stabilisiert [21].

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	9/21

5 Übertragungsversuche (Dynamic Phenomena und ar W+T)

Bei ar W+T durchgeführte Versuche in Kontakt unverdämmt:

- Initiierung der vorderen Hälfte einer 50 kg Fliegerbombe mit einem Booster: Detonation. [22]
- Übertragungsversuch von einer hinteren Hälfte einer 50 kg Fliegerbombe mit einer initiierten 7.5 cm Spitzgranate: Deflagration. [22].

Bei ar W+T durchgeführte verdämmt Versuche:

- Übertragungsversuch einer 50 kg Fliegerbombe mit einer initiierten aufgelegten 10.5 cm Granate: Detonation. [22]
- Übertragungsversuch einer 8.1 cm Wurfminen mit einer initiierten aufgelegten 10.5 cm Granate: Detonation. [22]
- Übertragungsversuch einer 8.1 cm Mw WG mit einer initiierten aufgelegten 10.5 cm Granate: Deflagration. [22]
- Übertragungsversuche mit skalierten 50 kg Fliegerbomben-Sprengkörpern bis Kaliber 15 cm haben die Wichtigkeit einer Seele aus gepresstem TNT gezeigt. Alle Munitionen mit Kaliber > 7.5 cm aus Mitholz hatten ursprünglich eine solche Seele. Diese gepresste TNT-Seele schmilzt bei einer Temperatur höher als 80°C und verliert nach Abkühlung ihre sensitivere Initiierbarkeit im Vergleich zu gegossenem TNT. Die maximale beobachtete Übertragungsdistanz im Boden liegt bei einem Kaliber des Donors. Diese Übertragungsdistanz wurde aber nur beobachtet, wenn die durchgehende Seele von Donor und Akzeptor L-förmig angeordnet sind. In zufälliger Anordnung ist die Übertragungsdistanz nur halb so gross. [23]
- Übertragungsversuche mit 12 cm Wurfgranate 93 wurden durchgeführt. Diese Munition besteht auch (siehe oben) aus gegossenem TNT mit einer gepressten TNT-Seele. Mit einer Menge Sprengstoff von mehr als 3 kg und einem dünnwandigen Mantel von 10 mm werden sie als besonders übertragungsempfindlich betrachtet. Die maximale Detonationsübertragungsdistanz im Boden, welche beobachtet wurde, liegt bei 0.5 Kaliber der Donor-Munition. Masseneffekte wurden mit Ansammlungen von 12 cm Wurfgranate 93 als Donor untersucht: Die Übertragungsdistanz nimmt leicht zu. [24]
- Übertragungsversuche in einem harten schockübertragenden Boden wurden mit 10.5 cm Stahlgranaten und mit 8.1 cm Wurfminen aus Mitholz durchgeführt. Als Donor-Ladung wurde eine 12 cm Wurfgranate 93 (siehe oben) eingesetzt. Einerseits wurde gezeigt, dass im Boden vergrabene 10.5 cm StG aufgrund des dicken Stahlmantels unempfindlich auf Schockinitiierung sind. Andererseits haben die 8.1 cm Wurfminen einen dünnen Mantel; es ist daher möglich, sie in 1/3 Kaliber der Donorladung zur Detonation zu bringen. Eine detonierende 8.1 cm Wurfmine ist aber nicht in der Lage eine zweite vergrabene 8.1 cm Wurfmine in 4 cm Abstand zu initiieren: Mechanische Zerstörung ohne chemische Reaktion des enthaltenen Sprengstoffs wurde beobachtet. Die Anordnung Donor-Akzeptor wurde parallel gewählt, weil die anderen Anordnungen für die Detonationsübertragung bei dieser Munition ungünstiger sind. [25]

Auch aufgrund des aktuellen Wissensstandes ist festzustellen, dass nur eine ausreichend dichte Ansammlung von 50 kg Fliegerbomben im Boden ein Grossereignis erzeugen könnte. Sind diese Bomben im Explosionsschutt nicht vorhanden, dann sind Massenergebnisse ausgeschlossen. Die anderen Munitionstypen sind wichtig für die Auslöseereignisse aber spielen eine Nebenrolle für die Übertragung in einer gemischten Ansammlung mit 50 kg Fliegerbomben. Eine Initiierung von 50 kg Fliegerbomben ist nur durch bezünderte Munition ab Kaliber 10.5 cm oder grösser zu erwarten.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	10/21

6 Analyse Munition und Munitionsfunde (RUAG)

Nicht oder in sehr begrenzten Stückzahlen aufgefunden wurden einerseits die Rauchgranaten und andererseits Panzergranaten mit Bodenzünder. Diese beiden Munitionstypen sind sensitiv und dürften bei den Ereignisse 1947 grösstenteils umgesetzt haben.

Betrachtet man die Mittelkaliber Fundmunition (20 mm bis 4.7 cm) genauer, so wurden bei der Sondiergrabung Nr. 2 über 85 % der ursprünglich eingelagerten Mittelkalibermunitionstypen gefunden.

Die Funde in der Sondiergrabung 2 belegen die bisher postulierte starke Durchmischung von Munition aus allen Kammern im Rahmen des Ereignisses 1947. Die vollständige Durchmischung wird dabei an der Basis (zuunterst) im Eisenbahntunnel festgestellt. In der Deckschicht darüber befindet sich aber fast ausschliesslich Munition aus der Kammer IV [1 bis 11].

Wertet man die Fundmunition der Sondiergrabung 2 hinsichtlich bezünderter und unbezünderter Grosskalibermunition (7.5 cm bis 15 cm) aus, stellt man einen prozentuellen Anteil von bezünderter zu unbezünderter von 16 % zu 84 % fest. Ursprünglich, vor dem Unglück, lag das Verhältnis von bezünderter zu unbezünderter Grosskalibermunition bei 53 % zu 47 %.

Bei der Sondiergrabung Nr. 3 (neu) hat man einen prozentuellen Anteil von bezünderter zu unbezünderter Munition von 6 % zu 94 % gefunden.



Abbildung 1: Verhältnis der eingelagerten Grosskalibermunition vor dem Explosionsunglück 19.12.1947

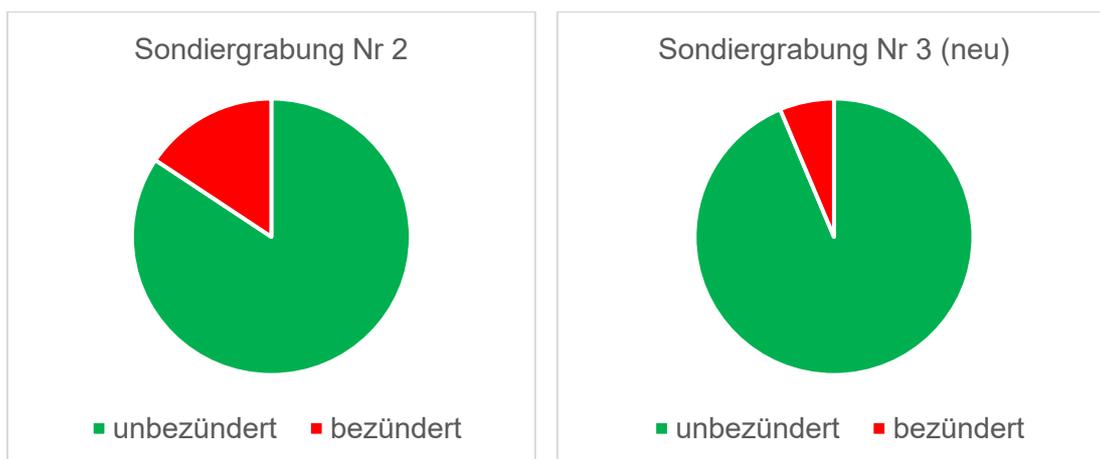


Abbildung 2: Verhältnis der Fundmunition (Grosskalibermunition) aus der Sondiergrabung Nr. 2 bzw. Sondiergrabung Nr. 3 (neu)

Dies weist darauf hin, dass während des Ereignisses 1947 eher die bezünderte Grosskalibermunition umgesetzt hat.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	11/21

7 Zusammenfassungen und Schlussfolgerungen

7.1 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Räumung

- Erste Ergebnisse der Untersuchung des Feinmaterials aus der Sondiergrabung 3 (neu) zeigen, dass der Räumenschutt bis zu 80 kg Feinschrott pro Kubikmeter enthalten könnte. Eichenberger hatte damals diesen Feinschrott nicht untersucht, er ging in seinem Bericht über die Räumung der Anlage Mitholz 1949 davon aus, dass nur etwa zwei Kilogramm Schrott pro Kubikmeter mit dem Räumenschutt verloren gegangen – d.h. in der Deponie mit dem Räumenschutt abgelagert worden – sind. Die Ergebnisse aus den Sondiergrabungen weisen somit darauf hin, dass Eichenberger hier um etwa den Faktor 40 zu niedrig liegen könnte. Nimmt man für die Deponie entsprechend Bericht Eichenberger 10'000 m³ Räumenschutt an so könnte allein in der Deponie noch rund 1'000 Tonnen Metallsplitter und Munition vorhanden sein, die zwischen 1'500 und 2'000 Tonnen brutto eingelagert Munition entsprechen könnten.

7.2 Schlussfolgerungen für die Wahrscheinlichkeit eines Massenerignisses

Grossereignisse (> 1 t) sind sehr unwahrscheinlich, weil:

- Die Munition ist heute vergraben, was Detonationsübertragung verringert.
- Es gibt keine relevanten Mengen an Treibladungen und auch keine Brandlasten (Holz) mehr, daher keine Möglichkeit, grosse Mengen Munition im Schutt in einen empfindlichen Zustand zu erhitzen.
- Nur eine dichte Ansammlung von 50 kg Fliegerbomben könnte ein Grossereignis erzeugen.
- Mit den Sondiergrabungen in den zugänglichen Bereichen des Bahnstollens konnte keine Ansammlung von 50 kg Fliegerbomben festgestellt werden.
- Die Auslöseereignisse wie die Detonationsübertragung zwischen einer bezünderten, grosskalibrigen Munition und einer 50 kg Fliegerbomben sind selten. Die Eintretenswahrscheinlichkeit wurde in den Risikoanalysen um 1 pro Jahrhundert geschätzt.

Aufgrund der aktuellen Beobachtungen bei den Sondierungen (24 kg TNT/m³ und eine 50 kg Fliegerbomben in 65 m³ Schutt) scheint uns das Szenario «Konservativ» aus den Grundlagen zur RA VBS 2022 [26] geeignet, um die Situation in Mitholz einzuschätzen (30 kg TNT/m³; Übertragungsdistanz von 0.21 m; 1.44 Fliegerbomben/m³). Das grösste erwartete Ereignis liegt bei 19 Fliegerbomben, die ungefähr gleichzeitig detonieren, also ein Ereignis im unteren Bereich eines 1 t Ereignisses, d.h. max. 400 kg TNT. Diese Einschätzungen sind auf einer Durchmischung der Munitionsschutt basiert [27]. Dieses Szenario bietet noch einen Sicherheitsspielraum für deutlich dichtere Konzentrationen von 50 kg Fliegerbomben als beobachtet. Diese Konzentration hat einen direkten Einfluss auf die Eintretenswahrscheinlichkeit und auf die Wahrscheinlichkeit einer bestimmten 50 kg Fliegerbomben-Nestgrösse. Bleibt die Konzentration in den nicht zugänglichen Bereichen des Bahnstollens so niedrig wie beobachtet, dann werden Massenerignisse ausgeschlossen.

7.3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Risikoanalyse

- Die nominale Sprengstoffmenge pro Kubikmeter bei der Sondierung 2 (vor Kammer IV) deckt sich gut mit dem Wert im Bericht Eichenberger, welcher bei der RA VBS 2022 ein wichtiger Eckwert darstellte. Hingegen liegt sie in der Sondierung 3 (neu) (vor Kammer VI) deutlich tiefer. Zudem wurde am Ende des Sackstollens eine grössere ferromagnetische Anomalie detektiert, wahrscheinlich von Munition.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	12/21

Dies könnte die bisherigen Annahmen aus dem Ereignisablauf stützen, dass in Bereichen in welchen grosse Explosionen stattgefunden haben (vor Kammern I-III in der ersten Nacht und vor Kammer VI und Maschinenraum in der zweiten Nacht) die verbliebene Sprengstoffmenge nur noch gering ist, wogegen die Sprengstoffmenge vor Hindernissen wie Niederbrüchen (grosser Felssturz in der ersten Nacht nördlich von Sondierung 2) und Abschlüssen (Ende des Sackstollens) grösser ist. Mit dieser Erkenntnis kann das Potential für Grossereignisse entlang des Bahnstollens für die Bemessung der Schutzmassnahmen etwas genauer eingegrenzt werden als bisher.

- Die Feststellung, dass bei Vernichtungssprengungen von Munition aus den Sondiergrabungen v.a. Deflagrationen entstehen (bei welchen die Ereigniskette abbricht), kann vermutlich mit der thermischen Belastung während des mehrtätigen Ereignisses begründet werden. So zeigen Beobachtungen von KAMIR und ar WTE, dass bei der geborgenen Munition oft ein beachtlicher Teil des Sprengstoffes ausgeflossen ist. Zudem sind hier auch die gepressten TNT-Körper, welche als Booster dienen, aufgeschmolzen und sind dadurch wesentlich schlechter initiiierbar.

Mit dieser Erkenntnis kann das Potential für Grossereignisse weiter eingegrenzt werden. Nur in Bereichen, in welchen die Munition vor der thermischen Belastung geschützt war, scheinen Grossereignisse noch möglich. Dies trifft wahrscheinlich auf den Sackstollen zu, da dort weder die Treibladungspulver aus den Kammern (erste Nacht) noch der Diesel aus dem Maschinenraum (zweite Nacht) für hohe Temperaturen sorgten. Allerdings zeigen die Resultate der Sondierbohrungen, dass in den Klüften hinter dem Sackstollen auch mehrheitlich stark korrodierte und umgesetzte Munition gefunden wurde. Bei einem Grossereignis im Sackstollen wären die Risiken in der Umgebung aber tendenziell kleiner als in der RA VBS 2022 dokumentiert, da der Ursprung weiter vom Dorf und der Bahn entfernt sowie die Strasse durch den Lawinenschutzstollen teilweise bereits geschützt ist.

- Die Auswertung der RUAG der Sondiergrabung 2 zeigt, dass bei der grosskalibrigen Munition bei den Ereignissen 1947 mehr Granaten mit Zünder als ohne Zünder umgesetzt haben. Gemäss armasuisse WTE ist dies plausibel, da die Explosivstoffe im Zünder gegen thermische Einwirkungen teilweise anfälliger sind als die Sekundärsprengstoffe in den Granaten. Dadurch steht aber zumindest in den thermisch belasteten Bereichen (siehe oben) deutlich weniger noch bezünderte, grosskalibrige Munition zur Auslösung eines potentiellen Grossereignisses zur Verfügung, als ursprünglich angenommen.

7.4 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen aus Sicht Munitionsuntersuchungen

- Durch die Einwirkung von Hitze und mechanischer Beanspruchung sowie Alterung/Korrosion weisen die Munitionsrückstände/Zünder äusserlich und innerlich sehr unterschiedliche Zustände auf.
- Die bisherigen Munitionsuntersuchungen deuten darauf hin, dass vermutlich ein beachtlicher Teil des TNT und des DNB während dem Ereignis 1947 aufgeschmolzen wurde und dadurch bei undichten Munitionssorten kleinere bis grosse Anteile des Sprengstoffs aus der Munition ausgetreten sind. Bei solcher Munition kann von einer Reduktion der Detonations- und Übertragungsfähigkeit ausgegangen werden.
- Ca. 40% der untersuchten Zünder sind noch als funktionsfähig zu betrachten. Bisher wurden jedoch noch keine nicht mehr handhabungssicheren Zünder vorgefunden. Aufgrund der Kupferazid-Problematik sowie Zünder-spezifischer Gegebenheiten wie z.B. vorgespannte Zündnadel muss das Handling der Zünder sowie der bezünderten Munition jedoch mit besonderer Sorgfalt erfolgen.
- Bei der Munitionsentsorgung ist zu beachten, dass sich die Komponenten im Innern der Munition teilweise vermischt haben und es beim Öffnen dadurch beim Aufschneiden zur Selbstentzündung kommen kann (z.B. Austritt weisser Phosphor aus Phosphor-Büchse in

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	13/21

Ladungssprengstoff). Durch Korrosionsprozesse und Abbau von Explosivstoffen (insbesondere TLP) beinhaltet die Munition teilweise Gase unter Druck. Beim Öffnen könnte es auch hier zur Selbstentzündung oder zu allenfalls kritischen Bewegungen im Innern der Zünder kommen. Bei Zündern und Munition welche mechanisch nicht mehr stabil sind, kann es beim Handling zum unerwünschten Brechen/Zerfallen kommen.

7.5 Gemeinsame Schlussfolgerungen der Expertengruppe VBS

- In den Sondiergrabungen festgestellte NEM je Kubikmeter sind mit <25 kg / m³ gering.
- Es wurden bisher nur vereinzelte 50 kg Fliegerbomben beobachtet, insgesamt wurden bislang nur 7 Stück gefunden.
- In den Sondiergrabungen wurden keine kritischen Ansammlungen von intakter Grosskalibermunition in Abständen kleiner halbes Kaliber angetroffen. Maximal wurde Grosskalibermunition in ein bis zwei Verpackungsverbänden, d.h. ca. 3 – 6 Stück Grosskalibermunition nebeneinander angetroffen.
- Die Ergebnisse der Sondiergrabungen lassen vermuten, dass in der Anlage wesentlich geringere Mengen an intakter Munition verblieben sind, als bislang angenommen. Insbesondere ist zu vermuten, dass wesentlich grössere Mengen als Feinschrott ausgetragen wurden und z.B. in der Deponie mit dem Räumschutt von 1948 liegen. Auch auf den Flächen im Dorf Mitholz und im Bereich Stägenbach ist mit grösseren Mengen zu rechnen als bislang angenommen.
- Grosse Mengen an Munition wurden offensichtlich auch nach Süden aus dem nach den aktuellen technischen Untersuchungen vollständig verstürzten Sackstollen ausgedrückt, so dass auch hier mit grösseren Mengen, allerdings stark durchmischt mit Felssturzmaterial, zu rechnen ist.
- Die Munitionsuntersuchungen deuten darauf hin, dass ein beachtlicher Teil der Explosivstoffe aufgeschmolzen und teilweise aus der Munition ausgetreten ist.
- Bei den Vernichtungssprengungen von KAMIR wurden vor allem Deflagrationen beobachtet.
- Von den Zündern sind noch etwa 40% als funktionsfähig zu betrachten, es wurden bis dato noch keine nicht mehr handhabungssicheren Zünder gefunden.
- Eine Selbstentzündung durch Kupferazid oder weissen Phosphor kann in Einzelfällen nicht ausgeschlossen werden.
- Ein beachtlicher Teil der Zünder hat während des Ereignisses 1947 offensichtlich umgesetzt. Dies ist aufgrund der höheren Empfindlichkeit der Explosivstoffe in den Zündern plausibel.
- Eine sympathetische Detonationsübertragung von Grosskalibermunition zu Grosskalibermunition ist nur bei Abständen von kleiner 0.5 x Kaliber möglich.
- Die Detonationsübertragung wird durch das umgebende Inertmaterial (Gesteinsschutt, Splitter, Holz, etc.) verringert.
- Weil es keine relevanten Mengen an Treibladung (Nitrocellulose) und andere Brandlasten mehr gibt, gibt es keine Möglichkeit, grosse Mengen an Munition im Schutt in einen empfindlichen Zustand zu erhitzen.
- Insgesamt ist daher aus Sicht der Expertengruppe ein Grossereignis von > 1 t TNT-Ersatzmenge extrem unwahrscheinlich. Hingegen wurde in der Risikoanalyse VBS 2022 dem Vorsorgeprinzip, als Worst-case Betrachtung mit der Berücksichtigung eines 3 t Ereignisses Rechnung getragen.
- Ein Ereignis mit 10 Tonnen Sprengstoff ist daher extrem unwahrscheinlich, kann aber nicht vollständig ausgeschlossen werden. Darum ist dieses Maximalereignis aus der technischen Sichtweise der Expertengruppe VBS für die Bemessung der Schutzbauten zu konservativ, da die Eintretenswahrscheinlichkeit so klein ist, dass im W/A-Diagramm nach der

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	14/21

Störfallverordnung nur mehr akzeptable Risiken möglich sind. Für die Bemessung der Schutzmassnahmen beurteilt die Expertengruppe VBS deshalb eine Ereignisgrösse im Bereich mit 1 Tonne Sprengstoff als realistische Grundlage.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	15/21

8 Gemeinsame Handlungsempfehlungen der Expertengruppe VBS

- Die im Zwischenbericht der Expertengruppe VBS [28] geforderten Untersuchungen:
 - wie die detaillierte Untersuchung der Deponie mit dem Räumenschutt der Räumung 1948
 - und die repräsentative Bestimmung des Inventars durch Sondierbohrungen und Baggerschürfe
 laufen derzeit, vgl. auch Kapitel 9, Laufende Arbeiten.
- Die Flächen im Dorf sollten baldmöglichst geräumt werden. Die Ergebnisse der Räumung sind detailliert zu dokumentieren, um festzustellen, welche Massen an Munition (brutto) durch den noch auf den Flächen im Dorf Mitholz liegenden Munitionsschrott repräsentiert werden.
- Für die Munitionsablagerungen im ehemaligen Sackstollen und die nach Süden ausgestossenen Massen sollte geprüft werden, ob diese durch flächigen Abtrag vollständig geräumt werden können.
- Bei der Untersuchung und Delaborierung der hohen Stückzahlen an Munition aus den Sondiergrabungen Mitholz bei RUAG soll der Füllzustand und die Sprengstoffqualität visuell erfasst und ausgewertet werden. Dies erlaubt eine Aussage mit höherer statistischer Relevanz über die involvierten Munitionssorten.
- Im Zwischenbericht der Expertengruppe VBS [28] wurde vorgeschlagen, dass die obigen Erkenntnisse dem BAFU vorgestellt werden sollen und auf Basis der RA mittels Konzepten in den folgenden Bereichen überarbeitet werden:
 - Geringeres Potential für Grossereignisse
 - geringeres Schutzniveau für Schutzbauten Strasse und Bahn
 - geringeres Schutzniveau für Sicherheitsmassnahmen in der Anlage (wie HD-Tore und Pfropfen)
 - Zusammen mit dem Vorzug der temporären Verfüllung
 - Weiternutzung der Anlage für Munitionszwischenlagerung und allenfalls Munitionsentsorgung möglich
 - Dabei kann die temporäre Verfüllung ohne zusätzliche Sicherheitsmassnahmen wie Nacharbeit (Schutz der Verkehrswege) und Evakuationen (Schutz der Anwohner im Nahbereich) erfolgen, weil die Sondierungen vor Kammern IV und VI gezeigt haben, dass dort viel thermisch vorbelastete und darum weniger übertragungsbereite Munition liegt und trotz Schächten quer durch den Bahnstollen keine Anhäufungen grosskalibriger Munition gefunden wurden.

Dies ist inzwischen mittels der Konzepte:

- Angepasste Vorgaben für Trümmerwurfeinwirkung auf Schutzbauten [28],
- Optimierung der Vorausmassnahmen unter Berücksichtigung der TVBB; Schutz gegen Explosionswirkungen aus den Stollenportalen [29] und
- Temporäre Verfüllung Bahnstollen mit Blähton (TVBB); Störfallvorsorge-relevante Angaben TVBB [30]

erfolgt. Diese Konzepte wurden durch das BAFU bereits vernehmlasst und das in den Konzepten beschriebene Vorgehen bestätigt.

9 Weitere Untersuchungen

Als Grundlage für die Bemessung der Schutzmassnahmen in den verschiedenen Bereichen werden weiterführende Untersuchungen zu folgenden Fragestellungen durchgeführt:

- Wieviel Munition befindet sich im Schuttkegel?
- Wieviel Munition befindet sich im Bahnstollen vor den Kammern 1-3?

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	16/21

- Welche Typen von Munition sind vorhanden?
- Gibt es Munitionsanhäufungen?
- In welchem Zustand ist die Munition?
- Wo genau ist die Untergrenze der mit Munition versetzten Felssturzmasse?
- Wie gut lassen sich die Befunde mit dem Materialtypenmodell der Swisstopo eingrenzen?
- Wie gross ist das Volumen des Räumschutts?

Hierzu werden zurzeit Sondierbohrungen im Schuttkegel der Anlage durchgeführt. Die Flachbohrungen im Innern der Anlage sind bereits abgeschlossen, jedoch noch nicht ausgewertet. Auch die noch durchzuführenden Baggerschlitze zur Schadstoffuntersuchung sollen diesbezüglich Resultate liefern. Das Ziel muss die Abschätzung des Gesamtvolumens von Munition und Munitionsschrott in der Deponie, im Schuttkegel und dem verschütteten Eisenbahnstollen sein.

Die Auswertung dieser Untersuchungen wird jedoch erst im 3. Quartal 2025 erfolgen und sind somit nicht Gegenstand dieses Schlussberichtes.

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	17/21

10 Literaturverzeichnis

- [1] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz März 2023.
- [2] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz April 2023
- [3] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz Mai 2023
- [4] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz Juni 2023
- [5] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz Juli 2023
- [6] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz August 2023
- [7] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz September 2023
- [8] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz Oktober 2023
- [9] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz November 2023
- [10] KAMIR. Zwischenbericht Technische Untersuchungen Anlage Mitholz Dezember 2023
- [11] KAMIR. Abschlussbericht Sondiergrabungen in der Anlage Mitholz 2022/23. Entwurf 01.2023
- [12] KAMIR. Abschlussbericht Sondierbohrungen Geschiebesammler Stägenbach 2023. Entwurf 01.2023
- [13] KAMIR. Erfassungsliste Munitionsfunde Sondiergrabungen Anlage Mitholz. Stand 11.01.2024. Mitholz_Erfassungsliste_Munition_geborgen_Stand 11.01.24.xlsm
- [14] Bericht Untersuchungen_an_Granaten_und_Bomben (1), ar W+T, 2023 Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-F3AF3401/1378
- [15] Initiierung von TNT durch Stahlprojekte und Übertragungsversuche, Dynamic Phenomena und ar W+T, 25.05.2020
- [16] Munition aus Mitholz, Sondiergrabung 2022 KAMIR, ar W+T, 2023, Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-F3AF3401/1374
- [17] Zünder aus dem Munitionslager Mitholz bearbeitet vom 28.01.-07.02.2020, Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-F3AF3401/1379
- [18] Untersuchung Munition Mitholz aus Sondiergrabung Nr. 2, Kdo KAMIR; 15 cm Langgranate Hb 16 Pz, ar W+T, 2024, Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-35B43401/1282
- [19] Funktionstest Sprengkapseln aus Munition Mitholz, ar W+T, 2023, Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-D3B33401/863
- [20] 20200706 Untersuchung Gefahren durch Kupferazid in Munitionsrückständen Anlage Mitholz, ar W+T, Acta Nova Ref. Nr.: ar-D-023D3401/898
- [21] 2020 05 29-Analysis-Explosives-Mitholz, ar W+T, Acta Nova Ref. ar-D-9A3C3401/212
- [22] Stand Munitions-Analysen 16.04.2019, Arbeitsgruppe Mitholz ar W+T
- [23] Experimentelle Untersuchung der Detonationsübertragung zwischen TNT-Sprengladungen, ar W+T und Dynamic Phenomena, 15.01.2021
- [24] Übertragungsversuche in Hinterrhein, ar W+T und Dynamic Phenomena, 26.02.2023
- [25] Übertragungsversuche mit Munitionen aus Mitholz, ar W+T und Dynamic Phenomena, 18.08.2023
- [26] Generalsekretariat VBS. Ehemaliges Munitionslager Mitholz. Risikoanalyse VBS 2022 vom 07.10.2022
- [27] Dynamic Phenomena. 2022. Zusammenfassung der Ereigniswahrscheinlichkeiten und der Maximalereignisse im ehemaligen Munitionslager Blausee-Mitholz, 03.01.2022

Zusätzliche Literatur der Schlussfassung vom 17.12.2024:

- [28] Generalsekretariat VBS. Angepasste Vorgaben für Trümmerwurfeinwirkung auf Schutzbauten vom 26.06.2024

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	18/21

- [29] Generalsekretariat VBS. Optimierung der Vorausmassnahmen unter Berücksichtigung der TVBB; Schutz gegen Explosionswirkungen aus den Stollenportalen vom 28.06.2024
- [30] Generalsekretariat VBS. Temporäre Verfüllung Bahnstollen mit Blähton (TVBB); Störfallvorsorge-relevante Angaben TVBB, 19.01.2024

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	19/21

11 Genehmigungsvermerk

Dieses Dokument «Schlussbericht per Ende April 2024 der Expertengruppe VBS» wurde im Rahmen des ordentlichen Vernehmlassungsprozesses durch folgende Stellen geprüft:

Kdo KAMIR

- Dr. Kay Winkelmann, (Unterstützung Kdo KAMIR, Beratender Ingenieur).

ar WTE, Munitionsuntersuchungen

- Dr. François Ubertini (Dynamic Phenomena).

Querschnittsthema Sicherheit (QT90)

- Pascal Imhof,
- Peter Nussbaumer, (Unterstützung, Bienz, Kummer & Partner AG),
- Michael Fuchs, (Mess- und Alarmierungssystem, BHU LSSB/TVBB, Monitron AG)

Rückmeldungen aus dem Vernehmlassungsprozess wurden im Dokument verarbeitet.
Die vorliegende Version V 1.3 «Schlussbericht per Ende April 2024 der Expertengruppe VBS» wurde durch die Unterzeichnenden, am 17.12.2024 freigegeben.

Mit herzlichen Dank an Pascal Imhof für die geleistete Arbeit mit dieser Expertengruppe

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	20/21

Für die Erstellung

Unterschrift

Name, Vorname
Organisation, Funktion

Balmer, Christian
Kdo KAMIR, Leiter TP5

Für die Erstellung

Unterschrift

Name, Vorname
Organisation, Funktion

Dr. Folly Patrick
armasuisse W+T, Fachbereichsleiter Explosivstoffe und
Munitionsüberwachung

Für die Erstellung

Unterschrift

Name, Vorname
Organisation, Funktion

Hofmann, Tom
GS VBS, Raum und Umwelt, Leiter QT Sicherheit

Schlussbericht per Ende April 2024 Expertengruppe VBS Zusammenstellung Ergebnisse technische Untersuchungen mit Fokus Munition 2022/23	Ausgabe	17.12.2024	Register	
	Erstellt/geändert durch	GS VBS	Blatt	21/21