

armasuisse Immobilien

**Ehemaliges Munitionsdepot
Mitholz**

**Historische Untersuchung,
Pflichtenheft für die
Technische Untersuchung**

Bern, 22. Dezember 2010
JA/st 7031

SQS-Zertifikat ISO 9001:2000



Registrierungs-Nr. 15873-02



Der vorliegende Auftrag wurde von der Kellerhals + Haefeli AG unter Anwendung der Sorgfaltspflicht nach bestem Wissen durchgeführt. Die Untersuchungsmethoden wurden aufgrund der von der Bauherrschaft zur Verfügung gestellten Unterlagen bzw. Fragestellungen ausgewählt. Der in diesem Bericht dargestellte Kenntnisstand sowie die nach den anerkannten Regeln und Arbeitsmethoden des Fachgebietes gewonnenen Ergebnisse führten zu den dargestellten Schlussfolgerungen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Ausgangslage	1
1.1. Anlass der Untersuchung	1
1.2. Auftrag und Zielsetzung	1
1.3. Untersuchungsperimeter	2
1.4. Erfassung im KbS VBS	2
1.5. Eigentumsverhältnisse	2
1.6. Kontaktstellen	3
2. Beschreibung des Standorts	3
2.1. Allgemeines	3
2.2. Geologie	5
2.2.1. <i>Allgemeiner Überblick</i>	5
2.2.2. <i>Lockergestein im Kandertal</i>	5
2.2.3. <i>Geologie im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots</i>	6
2.2.4. <i>Lockergestein im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots</i>	6
2.3. Hydrogeologie	7
2.3.1. <i>Allgemeiner Überblick</i>	7
2.3.2. <i>Hydrogeologie im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots</i>	8
2.3.3. <i>Grundwassernutzungen</i>	8
2.4. Betroffene Schutzgüter	9
3. Historische Untersuchung	10
3.1. Zustand der Anlage vor der Explosion	10
3.2. Das Explosionsunglück	11
3.3. Der Zustand nach der Explosion	11
3.3.1. <i>Munitionsanlage</i>	11
3.3.2. <i>Umgebung</i>	12
3.4. Räumungsarbeiten	12
3.5. Munitionsbilanz	13
3.6. Kenntnislücken	17
4. Verdachtsmatrix, Belastungspotenzial	17
4.1. Schadstoffpotenzial	17
4.2. Freisetzungspotenzial	18

4.3.	Gefährdung der Schutzgüter	18
4.3.1.	<i>Grundwasser</i>	18
4.3.2.	<i>Oberflächengewässer</i>	19
4.3.3.	<i>Boden</i>	20
4.4.	Verdachtsmatrix	20
5.	Technische Untersuchung	20
5.1.	Allgemeines	20
5.2.	Sondierprogramm	21
5.3.	Wasserproben, Wasseranalysen	21
6.	Schluss	23
6.1.	Zusammenfassende Beurteilung, Empfehlungen	23

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang 1	Grundlagenverzeichnis
Anhang 2	Berichte und Dokumentationen
Anhang 3	KbS VBS: Geodaten

BEILAGENVERZEICHNIS

Beilage 1	Übersicht über das Untersuchungsgebiet, Situation 1:10'000
Beilage 2	Situation 1:1'000, vor der Explosion 1947 (Stand 1942)
Beilage 3	Situation 1:1'000, nach der Explosion 1947 (Stand 1961)
Beilage 4	Geologisches Profil durch die Kammern 3 und 4, 1:1'000
Beilage 5	Geologisches Profil durch die Kammern 11 und 12, 1:1'000

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz

Historische Untersuchung, Pflichtenheft für die Technische Untersuchung

1. Ausgangslage

1.1. Anlass der Untersuchung

Vor bereits mehr als 60 Jahren, am 19. Dezember 1947, explodierte in Mitholz im Kandertal ein Munitionsdepot der Armee, welches in insgesamt sechs Stollen (Kammern) eines Felsmagazins eingerichtet war. Das Explosionsunglück forderte 9 zivile Todesopfer, mehr als 200 Menschen in Mitholz wurden obdachlos. Die Kammern des Felsmagazins hielten der Explosion stand. Durch die Erschütterung der Explosion stürzte jedoch der vorderste Teil der Felswand (Fluh) oberhalb der Anlage ein und verschüttete den quer zu den Kammern verlaufenden Bahntunnel und damit ein Teil der gelagerten Munitionsbestände. Die gesamthaft ca. 7'000 Tonnen verschiedenster Munitionsarten wurden bei diesem Unglück auf unkontrollierte Art vernichtet oder durch den Felssturz verschüttet (vgl. dazu Anhang 2, Berichte und Dokumentationen Nr. 14 und Nr. 44).

Im Rahmen der Diskussion über die versenkte Munition in Schweizer Seen werden vom VBS auch potenzielle, externe Schadstoffquellen untersucht, die für Sprengstoffe in diesen Gewässern verantwortlich sein könnten. Das ehemalige Munitionsdepot in Mitholz stellt aufgrund der grossen, ursprünglich eingelagerten Munition eine solche mögliche Schadstoffquelle dar. Bisher wurden diesbezüglich noch keine altlastenspezifische Untersuchungen durchgeführt.

Im vorliegenden Bericht sind Verweise auf das Grundlagenverzeichnis in Anhang 1 mit einer eckigen Klammer aufgeführt, Verweise auf Anhang 2 "Berichte und Dokumentationen" mit den entsprechenden Nummern in einer runden Klammer bezeichnet.

1.2. Auftrag und Zielsetzung

Die armasuisse Immobilien hat das Büro Kellerhals + Haefeli AG damit beauftragt, die Historische Untersuchung für das ehemalige Munitionsdepot durchzuführen und ein allfällig notwendiges Pflichtenheft für die Technische Untersuchung zu erstellen.

In der vorliegenden Historischen Untersuchung wurden sämtliche noch vorhandenen Berichte und Dokumente zum ehemaligen Munitionsdepot Mitholz und zur Explosionskatastrophe zusammengetragen. Mit der Auswertung dieser Unterlagen und unter Berücksichtigung der geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet konnte eine Gefährdungsabschätzung zu den Schutzgütern (Grundwasser, Oberflächenwasser, Boden) vorgenommen werden.

Anhand der Beurteilung aus der Historischen Untersuchung zur Gefährdung der Schutzgüter soll, sofern notwendig, ein Pflichtenheft für eine Technische Untersuchung erstellt werden, welches einen Vorschlag zum Umfang der Technischen Untersuchung und zur Art der Untersuchungsmethoden enthält.

1.3. Untersuchungsperimeter

Die Anlage des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz befindet sich im Kandertal ungefähr 3 km nördlich von Kandersteg und ca. 2.5 km südlich von Inner Kandergrund (vgl. Beilage 1). Die Kantonsstrasse verläuft ca. 150 m westlich davon. Die Schwerpunktordinaten lauten 618'460 / 152'670. Die Historische Untersuchung umfasst die Aspekte bezüglich des ehemaligen Munitionsdepots sowie des Bereichs zwischen der Felswand und der Kantonsstrasse. Die gesamte durch die von der Explosionskatastrophe betroffene Fläche erstreckt sich bis ca. 150 m südlich des Stägebachs. Im Norden wurden noch Munitionsreste in der Talebene bis nahe des Gebiets von Felsenburg (Koord. 617'998 / 153'437) gefunden. Diese Munitionsauswürfe waren jedoch an der Oberfläche sichtbar und konnten bei den Räumungsarbeiten praktisch vollständig entsorgt werden.

1.4. Erfassung im KbS VBS

Der Standort ist im Kataster der belasteten Standorte des VBS aufgeführt (Nr. 58). Unter der entsprechenden Objektnummer befindet sich unter anderem ein Kommentar, in welchem der Hergang der Explosion (mit möglicher Begründung) und das Ausmass der Katastrophe kurz beschrieben sind. In einem Aktenverzeichnis ist jedoch nur ein Hinweis auf eine einzige Dokumentation aufgeführt.

Objekt Nr.	Name	Nr. Tätigkeit	Kommentar	Aktenverzeichnis
APO S 14	Explosion vom 19.12.1947	8414 Deponie: Abfallablagerungen	Beschreibung des Hergangs der Explosion und heutige Nutzung	www.festung-oberland.ch , Dokumentation Nr. 5

Tab. 1: Katasterauszug aus dem KbS VBS.

1.5. Eigentumsverhältnisse

Das ehemalige Munitionsdepot liegt auf der Parzelle 830 in der Gemeinde Kandergrund. Grundeigentümer dieser Parzelle ist die armasuisse Immobilien. Die umliegenden Parzellen befinden sich, mit Ausnahme der Parzelle 521 (ebenfalls armasuisse), im Besitz von privaten Grundeigentümern.

Parzellen Nr.	Wo	Gemeinde	Eigentümer
830	Schuttkegel	Kandergrund	armasuisse Immobilien, Blumenbergstrasse 39, 3013 Bern
306	Uf der Flue	Kandergrund	Künzi Ulrich, Meiermatt, 3717 Blausee-Mitholz
55	Südlicher Teil Schuttkegel	Kandergrund	Bichsel Rudolf, Marti-Bichsel Irene, Öschistrasse, 3718 Kandersteg
357	Stägebach	Kandergrund	von Känel Christine, von Känel Friedrich, Tiefenmatten, 3717 Blausee-Mitholz
1139	Verbauung Stägebach	Kandergrund	Schwellenkooperation Mitholz, Zumkehr Peter, Stationsstrasse, 3717 Blausee-Mitholz
521	Sprengplatz Südlicher Teil	Kandergrund	armasuisse Immobilien, Blumenbergstrasse 39, 3013 Bern
539	Sprengplatz Nördlicher Teil	Kandergrund	Schmid Toni, Schuelbruch, 3717 Blausee-Mitholz

Tab. 2: Eigentumsverhältnisse.

1.6. Kontaktstellen

Nachfolgend sind alle Kontaktspersonen, die für die vorliegende Untersuchung kontaktiert wurden, tabellarisch aufgelistet.

Kontaktperson	Funktion	Adresse	Telfon, Mail
Jörg Mathieu	Spezialist Explosivstoffe	armasuisse Wissenschaft und Technologie Feuerwerksstrasse 39 3602 Thun	033 228 44 64 joerg.mathieu@armasuisse.ch
Urs Kallen	Anlagewart	LBA Bernstrasse S7/4M	033 672 66 37 urs.kallen@vgt.admin.ch
Martin Trachsel	Gemeinde- schreiber	Gemeindeverwaltung Kandergrund	033 672 15 10 info@kandergrund.ch
Rolf Keiser	Fachberater Altlasten, Boden, Stoffe	Armasuisse Immobilien Umweltmanagement, Normen & Standards Blumenbergstrasse 39 3003 Bern	031 325 55 71 rolf.keiser@armasuisse.ch

Tab. 3: Kontaktpersonen

2. Beschreibung des Standorts

2.1. Allgemeines

Das ehemalige Munitionsdepot Mitholz befindet sich im Kandertal ca. 500 m südlich der Bahnstation Blausee-Mitholz auf einer Höhe von 1'000 m ü. M. Die Anlage mit sechs in den Fels hinein gebauten Kammern und einem Bahntunnel im vordersten Teil, quer zu den Kammern, wurde während des Zweiten Weltkrieges zwischen 1941 und 1945 in den festen Fels (so genannter Öhrlikalk; vgl. Kapitel 2.2) errichtet (Nr.1, 3, 8).

Bei der Explosion im Dezember 1947 stürzte ein Teil der Fluh oberhalb des ehemaligen Munitionsdepots ein. Der Schuttkegel aus Felssturzmaterial bedeckt auf der Fluhmatte eine Fläche von ca. 15'000 m² (Nr. 38).

Unmittelbar nordwestlich des Schuttkegels verläuft die Bahnlinie der BLS in der südlichen Schlaufe der so genannten Nordrampe. Östlich des ehemaligen Munitionsdepots verläuft die Bahn zwischen Kandersteg und der nördlichen Schlaufe der Nordrampe im Fels. Die Bahnlinie selbst war vom Explosionsunglück nur geringfügig betroffen.

Der Stägebach mit Wasser aus dem Einzugsgebiet Giesene - Breitwang fliesst unmittelbar südlich des ehemaligen Munitionsdepots in die Talebene und oberhalb von Blausee in die Kander. Als Schutz gegen Überschwemmungen musste entlang des Stägebach auf der Höhe des ehemaligen Munitionsdepots bereits in den 40er-Jahren ein Damm errichtet werden (Nr. 20). Im Jahr 1986 wurde der Bach mit einem Geschiebesammler verbaut (Nr. 50 - 54). Im Bereich des ehemaligen Portals des Bahntunnels führt ein Bach (Bruchgraben) ebenfalls Wasser aus dem Gebiet unmittelbar oberhalb der Fluh und fliesst bei Mitholz in den Stägebach. Der Rotbach aus dem Gebiet "Obere Giesene" fliesst ca. 50 m nördlich der Station Blausee - Mitholz in den Stägebach.



Abb. 1: Blick auf das Gebiet „ob der Flue“ und den Bereich des Schuttkegels. Aufnahme Richtung N (Aufnahmedatum : 11. September 2009).



Abb. 2: Verbauung des Stägebachs auf der Höhe des ehemaligen Munitionsdepots. Blick Richtung SE (Aufnahmedatum 11. September 2009).

2.2. Geologie

2.2.1. Allgemeiner Überblick

Das Kandertal ist glazial stark übertieft. Die Sohle des Glazialtrogos aus helvetischem Deckengebirge (Tertiär der Doldenhorn- und teilweise Gellihorndecke [8]) liegt gemäss seismischen Untersuchungen sowie Kernbohrungen im Bereich von Kandersteg zwischen 150 und 400 m unter dem heutigen Talboden. Unmittelbar nördlich von Kandersteg bei "Büel" (südlich "Underem Büel") verläuft eine weit hinaufreichende Felsschwelle [3].

Die Doldenhorn- und Gellihorndecke besteht an ihrer Basis aus dem so genannten Öhrli-Mergel, ein dunkler, dünnblättriger Mergelschiefer mit vereinzelten Kalkbänken. Über dem Öhrli-Mergel folgt das Schichtpaket aus dem hartem, mit dünnen Mergellagen versetzten Öhrlikalk und dem Betiskalk, ein bunter Spatenkalk. Der quarzreiche Helvetische Kieselkalk, welcher wegen seinen silexartigen Bändern auch als Bänderkalk bezeichnet wird, bildet das Dach der Gellihorndecke, während in der Doldenhorn-Decke über dem Kieselkalk die Drusberg-Schichten noch vorhanden sind [8, 13].

2.2.2. Lockergestein im Kandertal

Im Bereich von Kandergrund bestehen die Lockergesteinsschichten aus grobblockigen Bergsturzablagerungen, Moräne und Murgangsedimente (umgelagertes Bergsturzmaterial) [5]. Die Mächtigkeit der Murgangsedimente beträgt "Underem Büel" über 50 m und nimmt gegen Norden hin ab. Bei Achere, ca. 1 km nördlich von Ausserkandergrund, keilt diese Schicht aus.

Die Bergsturz- und Murgangablagerungen im Kandertal sind unter anderem auf die bekanntesten Kandertaler Bergstürze, der Fisistock-Bergsturz (ca. 800 Mio. m³) und der Birre-Bergsturz (ca. 400 Mio. m³), welche das Kandertal bei Büel abgesperrt hatten, zurückzuführen.

Die Kander und der Öschibach wurden ursprünglich bergseits dieser Sperre zu Seen aufgestaut. Eine Flutwelle nach einem Durchbruch der Sperre führte zu murgangartigen Ablagerungen von Bergsturzmaterial unterhalb von Büel bis hinunter nach Frutigen [3].

Unterhalb der Bergsturzablagerungen befindet sich Moräne (undatiert), welche nördlich von Bunderbach von Flussschotter überlagert wird. Diese Flussschotter sind südlich von Bunderbach sehr wahrscheinlich nicht mehr vorhanden. Randlich an den Talfanken (u. a. auch im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz) sind das Bergsturzmaterial und die Murgangsedimente durch anmoorige Ablagerungen, Gehängelehm, Gehängeschutt und Bachschutt überlagert [5].

2.2.3. Geologie im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots

Das ehemalige Munitionsdepot befindet sich auf der Höhe von Mitholz an der rechten Talfanke und besteht aus sechs Kammern, welche horizontal bis maximal 180 m in den z. T. zerklüfteten Fels aus Helvetischem Kieselkalk und dem darunter liegenden Öhrlikalk gebohrt wurden (vgl. Beilage 4 und Nr. 1, 3, 4). An dieser Stelle bildet der Fels eine ca. 100 m hohe und 200 m Breite Fluh. Unterhalb des Öhrlikalks befindet sich Wildflysch (Schiefer und Flyschsandsteine), dessen Horizonte in einem Winkel von 50 - 60° Richtung W eingefallen. Wildflysch wurde in den nördlichen Kammern im hinteren Teil ab ca. 125 m angebohrt. Das Kammernsystem wird in NW-SE-Richtung von einer markanten, offenen Kluft durchzogen, welche in der NW-Ecke der Fluh beginnt und wo sich auch bereits ein Schuttkegel gebildet hat (Nr. 38). Die Kluft kann auch im Stägebach im SE noch beobachtet werden. Ein weiteres wichtiges Kluftsystem verläuft östlich davon ungefähr parallel zu diesem. Es beginnt in der Nordwand der Fluh in einer markanten Runse (Schlüchtiskehle), in welcher bei der Explosionskatastrophe Feuer und Blockauswürfe beobachtet werden konnten und zieht über die Kammern 1 und 3 bis in den Stägebach. Die vorderste von drei N-S-gerichteten Kluftscharen verläuft ungefähr in der Achse des ehemaligen Bahntunnels und war für die Ablösung des durch die Explosionskatastrophe ausgelösten Felssturzes verantwortlich (Nr. 1, 3, 4, 38).

2.2.4. Lockergestein im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots

Bis zum Bau der unterirdischen Munitionsanlage diente der Bereich zwischen der Fluh im Osten und der Kantonsstrasse im Westen, die Fluhmatte, als Überschwemmungsgebiet und Ausgleichsbecken des Stägebach. Der Bach im Bruchgraben nördlich der Fluh trat hingegen auch bei intensiven Regenfällen nicht über die Ufer (Nr. 1). Beim Bau der Munitionsanlage wurde dann das Ausbruchmaterial vor der Fluh deponiert und bis zu einer Mächtigkeit von ca. 10 m auf die Überschwemmungssedimente aufgeschüttet (Nr. 15) (vgl. Beilage 4).

Beim Munitionsunglück ist der vordere Teil der Felswand eingestürzt. Ca. 240'000 m³ bilden den Schuttkegel im nördlichen Teil des Untersuchungsgebiets, 15'000 m³ befinden sich im mittleren südlichen Teil. Im nördlichen Teil liegt der Berührungsypunkt zwischen Felswand und Geröllhalde mehr als 40 m über der ursprünglichen Terrainhöhe (vgl. Beilage 3, Nr. 38). Im südlichen Teil der Sturzmasse befindet sich eine grössere Felspartie, welche bei der Explosion von der Felswand abgetrennt wurde (vgl. Beilage 5). Die Felssturzmasse bedeckt eine Fläche von 15'000 m² und bewirkte beim Einsturz ein Kippen des Vorgeländes (Überschwemmungssedimente und Ausbruchdeponie) und eine Verschiebung Richtung Tal (vgl. Beilage 4, Nr. 20). Gemäss geologischem Gutachten (Nr. 38) wurden die vorhandenen und bereits vom dem Explosionsunglück aufgenommenen Klüfte durch das Ereignis nicht weiter geöffnet.

2.3. Hydrogeologie

2.3.1. Allgemeiner Überblick

Das Grundwassergebiet im Kandertal unterhalb von "Underem Büel" bis nach Frutigen ist aufgrund der Zusammensetzung der Lockergesteine sehr komplex. Die Mächtigkeit des wasserführenden Grundwasserleiters im Gebiet oberhalb von Blausee beträgt ca. 30 m und nimmt gegen Süden bis auf 250 m zu. Zudem wird das Grundwasser bei Blausee durch eine Moränenlage lokal in zwei lateral, zusammenhängende Stockwerke aufgeteilt. Nördlich von Blausee bis nach Inner Kandergrund beträgt die Mächtigkeit des Grundwasserleiters teilweise nur noch 5 bis 10 m, nimmt aber gegen Norden (bei Frutigen) wieder auf 20 bis 70 m zu. Das Gefälle des Grundwasserspiegels beträgt oberhalb von Blausee 9 %. Zwischen Blausee und Inner Kandergrund sinkt das Gefälle auf ca. 1 %. Die Durchlässigkeit im Grundwassergebiet liegt zwischen 2×10^{-3} und 2×10^{-4} m/s. In den Bereichen mit reinem Bergsturzmaterial ist sie aufgrund von Hohlräumen (bei Blausee im oberen Grundwasserleiter) noch etwas höher. Im Gebiet des Steinbruchs Mitholz ist ein Grundwasserdurchfluss im ganzen Talquerschnitt von 500 l/s im obersten Stockwerk nachgewiesen worden [3]. Das Grundwassergebiet wird hier teilweise aus der Kander gespeist (50 - 100 l/s). Bei Blausee sinkt der Durchfluss auf 35 l/s ab, weil sehr viel Grundwasser in die Kander exfiltriert oder als Quellwasser an die Oberfläche austritt. In Gebieten mit mehreren Stockwerken dürfte das unterste Stockwerk generell den grössten Durchfluss aufweisen.

Der Flurabstand (Distanz zwischen der Terrainoberfläche und dem Grundwasserspiegel) beträgt im nördlichen Teil zwischen Inner Kandergrund und Frutigen 3 bis 10 m. Im zentralen Teil ist er aber kleiner als 3 m (Druckspiegel). Im Gebiet von Blausee / Mitholz sind an diversen Stellen sogar Grundwasserblänken (Aufstösse) vorhanden. Der Schwankungsbereich des Grundwassers liegt zwischen 1 und 5 m [3].

Das ganze Grundwassergebiet im Bereich des Kandertales zwischen "Underem Büel" und Frutigen befindet sich im Gewässerschutzbereich A_u [1, 2].

2.3.2. Hydrogeologie im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots

Im Bereich der Fluhmatte dürften die Überschwemmungs sedimente und das deponierte Ausbruchmaterial in geringem Masse wasserführend sein (Nr. 20). Die Durchlässigkeit im randlichen Talbereich wird gemäss [3] allgemein als mittel bezeichnet ($k = 2 \times 10^{-3}$ bis 2×10^{-4} m/s). Im Bereich der Fluhmatte ist der Aufbau aufgrund verschiedener Ereignisse jedoch komplexer und sehr inhomogen. Deshalb muss in diesem Bereich von sehr unterschiedlichen Durchlässigkeiten ausgegangen werden. Im Bereich des heutigen Kanderlaufs ist die Durchlässigkeit gross ($k = >10^{-3}$ m/s).

Aus dem Bereich der Fluh sind aufgrund der geologischen Verhältnisse entlang von Schichtgrenzen und an Klüften geringe Wasseraustritte zu vermuten (Nr. 1, 15, 38). Beim Bau der Anlage wurden zwar bisher nirgends wasserführende Klüfte mit nennenswerten Schüttungen angefahren. Die nach der Explosion entstandenen Seen in den Munitionskammern zeigen aber, dass zumindest wenig Schicht- und Kluftwasser vorhanden ist (Nr. 16). Unter anderem wurde bei der Planung der Abwasserreinigung erwähnt, dass über die ganze Anlage mit einem Kluftwasseranfall von ca. 120 l/min gerechnet werden muss (Nr. 27). Den Bereich mit verschütteter Munition (verschütteter Bahntunnel und Schuttkegel) dürfte jedoch nur ein kleiner Teil dieses Kluftwassers durchfliessen (grob geschätzt ca. 10 bis 20 l/min), wobei die Menge stark von den Niederschlagsmengen abhängig ist. Bei der Begehung der Kellerhals + Haefeli AG mit Herrn Mathieu vom 3. November 2009 wurden im Bereich des begehbarer Teils des Bahntunnels bei trockener Witterung lediglich vereinzelte, feuchte Stellen angetroffen. Fliessendes Wasser konnte bei dieser Begehung nicht beobachtet werden.

Gemäss [3] liegt der Grundwasserspiegel im südlichen Bereich des ehemaligen Munitionsdepots auf ca. 965 m ü. M. und im nördlichen Bereich ca. 20 m tiefer, auf ca. 940 m ü. M. Der Flurabstand im Bereich der Kantonstrasse westlich des Untersuchungsstandortes beträgt somit gemäss [3] ca. 10 m im nördlichen Bereich und ca. 30 m im südlichen Bereich. Der Grundwasserspiegel des Grundwassergebiets Kandertal konnte in einer für den Fensterstollen Mitholz durchgeföhrten Bohrung (Mi8, Koordinaten 618'295 / 152'265) ca. 160 m südlich des ehemaligen Munitionsdepots am 22. Juli 2002 auf 977 m ü. M. gemessen werden [5].

2.3.3. Grundwassernutzungen

Im Gebiet von Blausee / Mitholz und Inner Kandergrund befinden sich mehrere Grundwasserentnahmestellen sowie genutzte und ungenutzte Quellen. Diese sind nachfolgend in den Tabellen 4 und 5 aufgelistet.

Koordinaten	Konzessionär	Konzessionierte Entnahmemenge	Nutzung	WWA-Nr.
616'541 / 157'180	FBF Frischbeton AG	600	Industrie / Gewerbe	616/157.10
617'814 / 152'441	BLS Alptransit AG	500	Industrie / Gewerbe	617/152.14
617'226 / 153'580	Blausee AG Fischzucht	3'600	Fischerei	617/153.1

Tab. 4: Konzessionierte Grundwasserentnahmestellen

Koordinaten	Name	Schüttung	Nutzung		WWA-Nr.
616'969 / 154'907	Bunderbach	1'600	gefasst	Trink- und Brauchwasser	616/154.1
617'620 / 151'150	Untere Bodenquelle	1'000	gefasst	Trinkwasser	617/151.1
617'568 / 151'134	Obere Bodenquelle	500	gefasst	Trinkwasser	617/151.2
617'385 / 151'050	I de Böde	1'000	gefasst	Trinkwasser	617/151.4
617'816 / 152'718	Rychenaufstoss	keine Angaben	ungefasst	-	617/152.12
617'332 / 153'258	Blausee Sommerauquelle	500	gefasst	Trink- und Brauchwasser	617/153.2
617'298 / 153'411	Blausee Seequelle	500	gefasst	Trink- und Brauchwasser	617/153.3
617'403 / 153'477	Fürtenquelle	500	ungefasst	-	617/153.4
617'292 / 153'588	Blausee Fischzuchtquelle	2'000	gefasst	Fischzucht	617/153.5
617'451 / 153'708	Blausee Fürtenquelle	4'000	ungefasst	-	617/153.10
617'425 / 153'025	Teufenmatquelle	1'200	ungefasst	-	617/153.11
618'025 / 151'157	Underem Büel (Aegertenquelle)	60	gefasst	Trink- und Brauchwasser	618/151.1
618'173 / 152'257	Erlibrunnen	10'000	gefasst	Trink- und Brauchwasser	618/152.3
618'516 / 153'105	Hemlige (Blausee-Mitholz)	30	gefasst	Trink- und Brauchwasser	618/153.1

Tab. 5: Im Gebiet vorhandene gefasste und ungefasste Quellen aus [1]

2.4. Betroffene Schutzgüter

Das ehemalige Munitionsdepot befindet sich im Grundwassergebiet des Kandertals. Beim Explosionsunglück wurden im Untersuchungsgebiet Sprengstoffe freigesetzt, welche mit Kluft- und Meteorwasser gelöst und ins Grundwasser gelangen können. Im weiteren Abstromgebiet befinden sich mehrere genutzte Quellen und Grundwasserentnahmestellen (Trink- und Brauchwasser).

Nördlich des ehemaligen Munitionsdepots verläuft ein Bach im Bruchgraben. Südlich des ehemaligen Munitionsdepots befindet sich der Stägebach. Diese Oberflächengewässer könnten durch Auswaschung von Trümmerresten mit Sprengstoffen angereichert werden.

Das Schutzgut Boden ist bedingt betroffen. Durch die Explosion sind Munitionskörper in den Talboden geschleudert worden. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass sich noch einzelne Munitionskörper im Untergrund der Umgebung befinden, wie sie bei der Stägebachverbauung (Rückhaltebecken) vorgefunden wurden. Dies stellt insofern eine Gefahr dar, wenn es sich dabei um Blindgänger handelt. Als Schadstoffquelle im Boden sind diese Munitionskörper jedoch kaum relevant. Südlich des Stägebachs wurde unmittelbar nach dem Explosionsunglück ausgewählte Munition kontrolliert vernichtet. Der nördliche Teil wird als Grasland genutzt. Der südliche Teil des ehemaligen Sprengplatzes ist überbaut worden.

3. Historische Untersuchung

3.1. Zustand der Anlage vor der Explosion

Das ehemalige Munitionsdepot wurde während des 2. Weltkrieges in den Jahren 1941 – 1945 unter der Leitung des Ingenieurs H. Fehlmann erbaut (Nr. 8). Es verfügte über 6 Munitionskammern, einen Kommandoraum, einen Maschinenraum und einen Bahntunnel. Die einzelnen Kammern und Räume verlaufen längs in den festen Fels aus Kieselkalk (Öhrlikalk). Die aussen stehende Felswand bildet eine senkrechte Fluh von ca. 100 m Höhe. Jede der sechs gewölbten Munitionskammern war ursprünglich 8.5 m breit und erreichte eine Länge von 149 m. Zwischen den Kammern betrug die Felsbreite 16 m. Im hinteren, bergseitigen Teil Anlage waren die sechs Munitionskammern zur Lüftung mit einem schmalen Stollen verbunden. Der 8 m breite Bahntunnel verlief parallel entlang der Felswand, ca. 20 m im Fels und rechtwinklig den Munitionskammern. Die einzelnen Kammern waren mit dem Bahntunnel durch einen Vorraum von 6.2 m Länge und 10.2 m Breite verbunden. Die gesamte Entwässerung der Anlage führte aus dem nördlichen Teil der Anlage in den Bruchgraben und aus dem südlichen Teil der Anlage in den Stägebach (vgl. Beilage 2, Nr. 5).

Die nördliche Bahnzufahrt zum Munitionsdepot führte bereits ca. 130 m vor der ersten Munitionskammer in den Bahntunnel. Die Bahnlinie zur Anlage stand zudem in direkter Verbindung zur Bahnstation Blausee-Mitholz. Die Anlage verfügte über zwei weitere Eingänge. Den Eingang Süd erreichte man über eine Zufahrtsstrasse, welche von der Kantonsstrasse nach Osten an den südlichen Bereich der Fluh durch zum Teil leicht bewaldetes Gebiet führte, vorbei am Wärterhaus und einem Kistenmagazin. Der Eingang befand sich unmittelbar am Fusse der Fluh. Der Eingang Nord erreichte man über eine vom Eingang Süd entlang der Fluh nach Norden führende Strasse (vgl. Beilage 2). Das Gebiet zwischen der Fluh im Osten und der Kantonsstrasse im Westen wurde früher als Fluhmatte bezeichnet (vgl. Beilagen 2 und 4). Sie bildete die ehemalige Überschwemmungsebene und Ausgleichsbecken des Stägebachs. Beim Bau der Anlage wurde die Fluhmatte mit Ausbruchmaterial aus dem Bau des Munitionsdepots bis maximal 10 m aufgeschüttet (Deponie) (Nr. 38, 57).

In der Anlage lagerten vor der Explosion ca. 7'000 Tonnen Munition. Die genaue Inventarliste wurde jedoch bei der Explosion zerstört. In der Tabelle 6 sind die Munitionssorten und deren Einlagerungsort aufgelistet:

Munitionsart	Lagerort
Artilleriemunition	Kammern 1, 4, 6
Minen	Kammern 1, 3, 5
Flab-Munition	Kammern 4, 6
50 kg-Fliegerbomben	Kammern 1, 2, 3, 4, 5, 6
Schussladungen zu 10,5 und 15 cm Artilleriegeschossen	Kammern 1, 2, 3, 4
Pulverladungen	Kammern 1, 2, 3, 4, 5, 6

Tab. 6: Art der Munition und Lagerort

3.2. Das Explosionsunglück

Am 19. Dezember 1947 waren um ca. 23:10 von Einwohnern im Kandertal aussergewöhnliche Lichterscheinungen aus dem Eisenbahntor und der Ventilationsöffnung beobachtet worden. Eine erste von mehreren aufeinander folgender Explosionen im ehemaligen Munitionsdepot Mitholz ereignete sich um 23:30 Uhr. Aus den beiden Eingängen und dem Tunnelportal traten stichflammenartige Feuer von bis zu 70 m Länge auf. Eine zweite, heftige Explosion, welche auch in der Erdbebenwarte in Zürich festgestellt werden konnte, folgte nur wenige Minuten später. Die Druckwelle der Explosion und der Hagel von Materialteilen und Gestein zerstörte die Bahnstation Blausee-Mitholz, ca. 300 m vom Eingang des Bahntunnels entfernt, vollständig. Kurz nach Mitternacht folgte eine dritte grosse Explosion, welche einen Teil der Felswand oberhalb des Bahntunnels zum Einsturz brachte. Die Öffnungen des Bahntunnels im Norden und das durch die Explosion freigewordene Ende im Süden wirkten wie ein Kanonenrohr für die explodierenden Munitionskörper. Einzelne Geschosse flogen bis zu 2 km weit ins Tal. Eine Wolke aus Rauch und Staub überdeckte das Dorf Mitholz. Weitere kleinere Explosionen wurden noch bis am 2. Januar 1948, also zwei Wochen nach der ersten Explosion, festgestellt (Nr. 14, 44, 59).

Als Ursache für die Explosion wurden vorerst mehrere Möglichkeiten berücksichtigt. Diese waren unter anderem die Bildung von Kupferazid an den Zündkapseln der Geschosse, Pulverentzündung durch Zündkapselreisser, Zersetzung der Nitrocellulosepulver-Schussladungen infolge verminderter Stabilität oder auch Sabotage bzw. Fahrlässigkeit und ungenügende Wartung. Nach weiteren intensiven Untersuchungen konnte Ersteres, d. h. die Bildung von Kupferacid, mit grösster Wahrscheinlichkeit als Ursache des Explosionsunglücks in Mitholz bestimmt werden (Nr. 18, 21, 22, 44).

3.3. Der Zustand nach der Explosion

3.3.1. Munitionsanlage

Die Explosion verursachte im nördlichen Teil einen Einsturz von ca. 240'000 m³ Fels. Im Süden lösten sich grössere Felspartien (ca. 15'000 m³), wobei kleiner Teile einstürzten, grössere Felspartien jedoch nur gelöst und noch nahe der Felswand stehen blieben. Die herabstürzende Felsmasse und die Explosion im Innern der Anlage verursachten einen Einsturz des Bahntunnels, so dass dieser über den Zufahrtsstollen im Norden nicht mehr erreichbar war. Auch die vordersten Bereiche der einzelnen Munitionskammern wurden von einstürzenden Felsbrocken verschüttet.

Da sämtliche Zugänge zu den Munitionskammern durch Einsturzmaterial versperrt waren, musste für eine erste Begutachtung des Schadenausmasses vom noch begehbar Teil des Bahntunnels aus ein Sondierstollen erbohrt werden. Die Begehung zeigte, dass die Gewölbe der Kammern 1 bis 6 (vgl. Beilage 2) kaum beschädigt waren. Am Boden lagen in den **Kammern 1 und 6** gleichmässig nivellierte Schuttmassen und lang gestreckte Seen aus durchsickerndem Kluftwasser, verteilt auf die ganze Kammerlänge.

Die **Kammern 2 und 3** waren mit relativ wenig, erdigem Schutt und wenig Munition bedeckt, zudem waren Verbrennungsspuren und durch Detonation verursachte Kluftsteinstürze in den vorderen Teilen der Kammern (nahe des Bahntunnels) zu beobachten. Die Wasserfläche reichte vom Lüftungsstollen bis weit in die Kammern 2 und 3 hinein. In den **Kammern 4 und 5** befand sich sehr viel, z. T. noch gut erhaltene Munition, sowie zahlreiche, z. T. mit Wasser gefüllte Explosionstrichter (Nr. 15, 16).

3.3.2. Umgebung

Die Felsbrocken, Munitionsteile und Geschosse, welche aus dem Bahntunnel Richtung **Norden** geschleudert wurden, bedeckten eine Zone, welche sich bis ca. 600 m über die Bahnstation Blausee-Mitholz erstreckte. Einzelne Steine / Geschosse flogen sogar bis in eine Entfernung von ca. 1'800 m (Nr. 44).

Im **Nordwesten** des ehemaligen Munitionsdepots brannten drei Häuser nieder und vier stürzten ein. Die Ausbreitung des Schadensfeldes Richtung Westen betrug ca. 350 m. Die Ausbreitung des Schadensfeldes im **Südwesten** erstreckte sich über ca. 450 m. Zwei Verwaltungsgebäude stürzten ein, ein Wohnhaus brannte ab. Der Trümmersektor im **Süden** der Anlage belegte lediglich eine ca. 100 m lange Zone. Unmittelbar über dem Nordufer des Stägebachs wurde ein mächtiger Krater von ca. 15 m Durchmesser und Tiefe festgestellt. Gesamthaft erlitten 39 Häuser Totalschaden, davon brannten 4 nieder und 7 stürzten ein. Das Unglück forderte 9 Todesopfer. Die Schäden waren aufgrund der unmöglichen Einordnung in konzentrischen Schadenszonen nicht auf eine Druckwelle, sondern auf die Explosionsgase und auf Trümmerwurf zurückzuführen.

Durch den Einsturz eines Teils der Fluh und die dadurch entstandene Last auf die ehemalige Fluhmatte kippte die Deponie des Aushubmaterials aufgrund des Massenausgleichs Richtung Fluh und wurde mit den darunter liegenden, weichen Überschwemmungssedimenten Richtung Westen verschoben, so dass diese an der Stirnwulst des Deponiekörpers um ca. 5 m gehoben wurde (Nr. 20). Wenige Monate nach der Explosionskatastrophe ereignete sich ein Hochwasser, bei welchem der Stägebach über die Ufer trat und in einem Überschwemmungsarm ein Gebiet nördlich des Stägebachs überschwemmte. Aufgrund der durch den Felssturz verursachten Stirnwulst wurde das Wasser im Bereich der Kantonsstrasse zu einem See gestaut und richtete so in den umliegenden Gebäuden südlich des Areals grosse Schäden an (Nr. 20).

3.4. Räumungsarbeiten

Als Vorbereitung für die Räumungsarbeiten musste ein zusätzlicher Stollen bis in die Kammer 1 und rechtwinklig mitten durch die Kammern 2 - 6 erbohrt werden, welcher mit Geleisen ausgestattet wurde. Der Stollen bis zur Kammer 1 wird heute Zufahrtsstollen-Nord bezeichnet und gilt als Hauptzugang zu den Räumlichkeiten (vgl. Beilage 3).

Als erstes musste das stehende Kluftwasser in den Kammern abgeleitet werden. Die Entwässerung erfolgte durch eine Tieferlegung der Zugangsstollensohle und durch einen Graben in der Kammer 1 bis auf das Niveau des ehemaligen Kammerbodens. Der Nachfluss von Bergwasser aus den Klüften betrug ca. 200 l/min (Nr. 16). Die anschliessende Räumung der restlichen Munition, Munitionsreste und des Schutts erfolgte mit kleinen Wagen auf Geleisen.

Die geborgene Munition musste nach der Räumung unschädlich gemacht werden. Dafür standen je nach Zustand der Munitionskörper verschiedene Möglichkeiten zu Verfügung. Ein kleiner Teil (ca. 80 Tonnen) wurde unmittelbar vor Ort auf dem Sprengplatz südlich des Stägebachs in dafür errichteten 25 Sprenglöchern kontrolliert gesprengt (vgl. Beilage 3). Ein anderer Teil (ca. 1'400 Tonnen) wurde zwischen Merligen und Faulensee im Thunersee versenkt. Bis auf eine Strecke von gesamthaft 200 m im Bahntunnel konnten alle Kammern geräumt werden.

Die Umgebung wurde mit Minensuchgeräten so gut als möglich abgesucht. Nach gründlichem Absuchen der Böden und Wasserläufe um das ehemalige Munitionsdepot wurden mehr als 4 Tonnen Munition zusammengetragen. Die Räumungsarbeiten wurden am 28. Juli 1948 durch eine Überschwemmung des Stägebachs erschwert. Die Schutt- und Schlammfelder mussten zusätzlich geräumt werden.

3.5. Munitionsbilanz

Die ursprünglich eingelagerte Menge an Munition in den Munitionskammern 1 bis 6 betrug ca. 7'000 t (Nr. 16). Bei den Räumungsarbeiten konnten ca. 1'920 t Geschosse aus den Kammern geräumt werden. Ausserhalb der Kammern wurden ca. 300 t Geschosse detektiert und entsorgt.

Die verbleibende Menge an Munition, welche nicht geräumt wurde, beträgt somit ca. 4'780 t.

Aus den nach den Räumungsarbeiten erstellten Berechnungen (Nr. 16) kann abgeleitet werden, dass sich bei einer angenommenen Menge von ca. 6 t Munition pro Laufmeter noch schätzungsweise 1'440 t Munition im Bereich des ca. 240 m langen, nicht geräumten Teils des Bahntunnels befinden. Praktisch dieselbe Menge wird unter dem Felssturzmaterial westlich ausserhalb des Bahntunnels vermutet (1'200 t).

Ein Gewichtsverlust gegenüber der ursprünglich eingelagerten Menge ist dem allgemeinen Packungsgewicht (450 t), dem verbrannten Pulver (480 t) und der Auflösung durch Detonation bzw. Deflagration und Liquidation (360 t) zuzuschreiben. Ein kleiner Teil befindet sich, wie verschiedene Funde in den letzten Jahrzehnten bestätigt haben, im Vorgelände (ca. 6 t, dies entspricht 2% der ins Vorgelände ausgeworfenen Munition). Die nicht zugeordnete Menge an Munition von rund 823 t wird unter pessimistischer Annahme dem nicht geräumten Bahntunnel und dem durch den Bergsturz verschütteten Aussenbereich zugeordnet.

		Innerhalb des Bahntunnels	Ausserhalb des Bahntunnels	Gesamt
Ursprünglich eingelagert	kg	7'000'000		7'000'000
Geräumt	kg	1'921'767	300'000	2'221'767
Splitterverlust in der Schuttmenge (2 kg/m ²)	kg	19'654		19'654
Verbleibende Menge im Vorgelände	kg		6'000	6'000
20 % Packungsgewicht	kg	449'484		449'484
Verbranntes Pulver	kg	480'000		480'000
Auflösung durch Detonation, Deflagration, Liquidation	kg	360'000		360'000
Unter verschüttetem Bahnstollen / Unter Felssturzmasse (inkl. 20 % Packungsgewicht)	kg	1'440'000	1'200'000	2'640'000
Unbekannt	kg			823'095
Durchschnitt in nicht geräumter Kammern				
Pro Laufmeter (geschätzt)	kg	6'000		
240 m Kammern nicht geräumt	kg	1'440'000		

Tab. 7: Verteilung der ursprünglichen Munitionsmenge (Nr. 16)

Mit den Räumungsarbeiten fielen insgesamt über 2'221 Tonnen Schutt an. Davon wurden gemäss [16] ca. 80 Tonnen gesprengt, 1'403 Tonnen im Thunersee versenkt, 585 Tonnen als Schrott deklariert und 153 Tonnen wieder verwendet.

		Innerhalb des Bahntunnels	Ausserhalb des Bahntunnels	Gesamt
Anzahl Geschosse	Stück	477'382		
Schuttmenge	m ³	9'827		
Geschossgewicht	kg	1'244'307	300'000	
Splittergewicht	kg	677'460		
Total		1'921'767	300'000	2'221'767
Behandlung				
Gesprengt	kg	80'800		
Versenkt	kg	1'402'543		
Als Schrott verwendet	kg	584'750		
Zur Wiederverwendung	kg	153'000		
Total		2'221'767		2'221'767

Tab. 8: Menge der geräumten Munition und deren Behandlung (Nr. 16)

Im Rahmen einer Gefährdungsabschätzung zu militärischen Munitionsversenkungen in Schweizer Seen von Dr. Johannes van Stuijvenberg und Schenker, Korner & Partner GmbH [10] wurde von sämtlichen Ablagerungsstandorten von Munition in den Schweizerseen eine Stoffbilanz erstellt. Dazu wurden die relevanten Munitionsarten aufgelistet (vgl. Tabelle 9) und eine Stoffliste mit der Zusammensetzung der Munitionsarten ausgearbeitet.

Da in den meisten Fällen nur ein Teil der total versenkten Munition so dokumentiert ist, dass man Rückschlüsse auf die abgelagerten Munitionsarten (und im Fall Munitionsdepot Mitholz auch auf die verschütteten) ziehen kann, wurde das Konzept der Mischungen eingeführt. Eine Mischung eines Ablagerungsstandortes beinhaltet alle dokumentierten Munitionsarten.

tierten Munitionsarten (bzw. ihre Zusammensetzung) gewichtet nach den belegten Stückzahlen für den entsprechenden Standort. Für die Abfälle Mitholz ergab sich anhand dieses Berechnungsschemas folgende, in Tabelle 10 aufgeführten Mischungsverhältnisse ("Mischung Abfälle Mitholz 1948-49, Thunersee Beatenbucht").

Munitionsarten	
Pist Pat 7.65	15 cm Hb. 16 L-G. PZ
GP 11	15 cm Hb. 42 VZ 25
GP 11 Lsp	Treibpat zu Pz WG 44
20 mm Flab K 37 Oe St-G.	DHG 17
20 mm Flab K 37 Pz St-G.V	DHG 19
34 mm Flab K. St-G.MZ	DHG 40
34 mm Flab.K. Pz-GV	Handgranaten HG 43
4.7 cm Pak. Pz-G. BoZ	Sprengkisten 5 kg
7.5 cm F-K. Sp-G. MZ (Gesch)	Tretminen
7.5 cm Flab.K. ST-G.ZZ	Streuminen oZ
7.5 cm Pak. 40 Pz-G.BoZ Skoda	Gleit- und Streuminen oZ
8.1 cm M-W WG MZ	DKZ 42,00 Zünder
10.5 cm K. Geschützhülsen lang	Splitterbomben 3 kg
10.5 cm Zündschrauben	Fl-B. 12 kg
10.5 cm K. + Hb. ST-G. MVZ	Fl-B. 50 kg
10.5 cm K. + Hb. St-G. oZ	BZ 37 Zünder
10.5 cm K. + Hb. MZZ 44,00	

Tab. 9: Berücksichtigte Munitionsarten für die Mischung Abfälle Mitholz 1948 – 49

Stoff	Mischungsverhältnis
TNT	9.22623
Dinitrobenzol	0.45900
Nitropenta	0.06418
Hexogen	0.00118
Parammon	0.76954
Treibladungen ohne Schwarzpulver	2.14372
Schwarzpulver	0.05615
Bariumnitrat, -peroxid, -carbonat	0.01164
Strontiumperoxid, -oxalat	0.01078
Hg-I-Chlorid	0.00100
Magnesium	0.01195
unkritische pyrotechn. Stoffe	0.37227
Bleiazid	0.00229
Bleitrizinat	0.00124
Hg-Fulminat	0.00631
Tetrazen	0.00004
Anitmon-III-Sulfid	0.00417
Kaliumchlorat + -perchlorat	0.00081
Bleioxid + Mennige	0.00009
unkritische Stoffe aus Zünd- und Anzündsätzen	0.00049
Stahl	71.52819
Aluminium	0.82315
Messing	9.98568
Blei	1.98948
Bronze	0.00498

Kupfer	1.99269
Nickel	0.01282
Zinn	0.01250
Antimon	0.10095
unkritische Werkstoffe	0.40647
Total	100

Tab. 10: Mischungsverhältnisse Abfälle Mitholz 1948 – 49 Thunersee Beatenbuch gemäss [10]

Unter Anwendung des Mischungsverhältnisses für die versenkte Munition gemäss Tabelle 10 "Abfälle Mitholz 1948-49 Thunersee Beatenbucht" wurde die Menge an Stoffen im Bereich des verschütteten Eisbahntunnels, unter der Felssturzmasse sowie des unbekannten Munitionsanteils berechnet und in der Tabelle 11 aufgeführt.

Dabei kann festgehalten werden, dass neben ca. 70 % Stahl vor allem Messing (Zink-Kupfer-Legierung) mit einem Gewicht von 345 t und TNT mit 319 t bei Weitem der höchste Anteil der verschütteten Munition von 3'463 t ausmacht. Der Anteil an den Schwermetallen Blei und Kupfer dürften je bei knapp 70 t liegen. Ebenfalls zu berücksichtigen ist Dinitrobenzol, welches ursprünglich auf ein Gewicht von knapp 16 t geschätzt wird.

	Michungsverhältnis gemäss Tabelle	Unter verschüttetem Eisenbahn- tunnel	Unter Felssturz- masse	Unbekannt	Total
	%	kg	kg	kg	kg
Verschüttete Mengen gemäss [Nr. 16]		1'440'000	1'200'000	823'000	3'463'000
Stahl	71.52819	1'030'006	858'338	588'677	2'477'021
TNT	9.2262	132'858	110'715	75'932	319'504
Dinitrobenzol	0.4590	6'610	5'508	3'778	15'895
Nitropenta	0.0642	924	770	528	2'222
Parammon	0.7695	11'081	9'235	6'333	26'649
Messing (Zi, Cu)	9.9857	143'794	119'828	82'182	345'804
Blei	1.9895	28'648	23'874	16'373	68'896
Kupfer	1.9927	28'695	23'912	16'100	69'007
Nickel	0.0128	185	154	106	444
Zinn	0.0125	180	150	103	433
Antimon	0.1009	1'454	1'211	831	3'496

Tab. 11: Bedeutendste Stoffe der verschütteten Munition im Bereich des ehemaligen Munitionsdepot Mitholz

	AltIV- Konzentrationswert	FIV Grenzwert	TWG Grenzwert
	[mg/l]	[mg/l]	[mg/l]
TNT	*0.010		0.011
Dinitrobenzol			0.004
Hexogen			0.003
Nitropenta			
Perchlorat			0.02
Zink	5	5	
Blei	0.05	0.01	
Kupfer	1.5	1.5	
Nickel	0.7	-	
Zinn	20	-	
Antimon	0.01	0.005	0.014

* von BUWAL festgelegter Wert

** TWG = Trinkwassergrenzwert gemäss [10]

Tab. 12: Konzentrations- und Grenzwerte der umweltrelevanten Stoffe für das Grundwasser

3.6. Kenntnislücken

Kenntnislücken bestehen bezüglich der Menge des Kluftwassers, welches Schadstoffe aus der verschütteten Munition auswaschen und ins Grundwasser transportieren kann. Die Fliesswege dieses Wassers sind zudem nicht bekannt, weil die Durchlässigkeiten der verschiedenen Schichten im Bereich der ehemaligen Fluhmatte aufgrund der ausgeprägten Inhomogenität sehr unklar sind. Kenntnislücken bestehen auch zur präzisen Lage der verschütteten Munition.

4. Verdachtsmatrix, Belastungspotenzial

4.1. Schadstoffpotenzial

Die Menge an Munition, welche sich heute noch im Bereich des verschütteten Bahntunnels und unter der Felssturzmasse befindet, beträgt knapp 3'500 Tonnen (vgl. Tabelle 11). Mit dem in der Gefährdungsabschätzung berechneten Mischungsverhältnis für den Abfall Mitholz dürften sich noch ca. 319 Tonnen des wassergefährdenden Stoffs TNT im Untergrund befinden. Dazu kommen vor allem Schwermetalle in Mengen von 345 Tonnen (Messing aus Zink und Kupfer) bzw. ca. je 70 Tonnen Blei und Kupfer. Der Gehalt an Antimon wurde auf ein Gewicht von 3.5 Tonnen geschätzt. Ebenfalls wassergefährdend ist Dinitrobenzol, dessen Vorkommen ursprünglich auf ein Gewicht von knapp 16 Tonnen geschätzt wurde. Das Schadstoffpotenzial ist aufgrund dieser Mengen an Schadstoffen somit ausserordentlich hoch.

4.2. Freisetzungspotenzial

Das ehemalige Munitionsdepot liegt im zerklüfteten Öhrlikalk mit dem darüber liegenden Kieselkalk. Unter dem Öhrlikalk liegt der undurchlässige Wildflysch (Schiefer und Flyschsandsteine), dessen Schichten in einem Winkel von 50 - 60° Richtung Westen einfallen. Im seitlichen Talboden vor dem ehemaligen Munitionsdepot Mitholz sind altes Bergsturzmaterial und alte Murgangsamente durch anmoorige Ablagerungen, Gehängelehm, Gehängeschutt und Bachschutt sowie Überschwemmungssedimente überlagert. Darüber wurde Ausbruchsmaterial vom Bau der Anlage bis zu einer Mächtigkeit von ca. 10 m abgelagert. Über dem Ausbruchsmaterial liegt der Schuttkegel aus dem Felssturz des Explosionsunglücks.

Der komplexe und sehr heterogene Aufbau des Untergrundes im Bereich der ehemaligen Fluhmatte führt zu sehr unterschiedlichen Durchlässigkeitsverhältnissen im Abstrombereich und dementsprechend auch kleinräumig unterschiedlichen Freisetzungspotenzialen.

Das Felssturz- und Ausbruchmaterial, welches den grössten Teil der verschütteten Munition beinhaltet, weist allgemein einen hohen Anteil an Hohlräumen auf. Die relativ gute Durchlässigkeit bedeutet, dass das Freisetzungspotenzial dementsprechend gross ist. Der darunter liegende Gehängeschutt, Bachschutt und Gehängelehm hingegen weist aufgrund des hohen Anteils an Silten und Tonen generell ein sehr schlechtes Freisetzungspotenzial auf, weil Schadstoffe an den feinkörnigen Partikeln gebunden werden.

4.3. Gefährdung der Schutzgüter

4.3.1. Grundwasser

Die nach der Explosion entstandenen Seen in den Munitionskammern haben gezeigt, dass im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots Schicht- und Kluftwasser in geringen Mengen vorhanden ist (grob geschätzt ca. 20 l/min im Bereich der verschütteten Munition; vgl. Kapitel 2.3.2).

Die Überschwemmungssedimente und das deponierte Ausbruchmaterial dürften folglich in geringem Masse Wasser führend sein, gespeist durch Kluftwasser aus dem Fels. Dies bestätigte auch eine Begehung des noch begehbar Teils des Bahntunnels (Begehung vom 3. November 2009), wobei auch bei trockener Witterung vereinzelte feuchte Stellen beobachtet werden konnten. Die Menge an Regenwasser, welche auf der hauptsächlich von Munitionsrückständen betroffenen Fläche (ca. 7'000 m²) in den Untergrund eindringt, beträgt bei einer Regenmenge von 700 mm/Jahr (nach Abzug der Verdunstung) durchschnittlich rund 10 l/min [11].

Der Grundwasserspiegel des Hauptgrundwasserstroms im Gebiet des ehemaligen Munitionsdepots liegt im Süden ca. 10 m und im Norden ca. 30 m unterhalb der Terrainoberfläche. Der Grundwasserdurchfluss im ganzen Talquerschnitt beträgt im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots ca. 500 l/s (30'000 l/min), nimmt jedoch bis zum Blausee auf nur 35 l/s ab [3], weil dazwischen Grundwasser in die Kander exfiltriert oder als Quelle an die Oberfläche tritt. Unter der Annahme, dass aus dem Bereich der verschütteten Munition ca. 30 l/min Grundwasser (20 l/min Kluftwasser, vgl. Kapitel 2.3.2 und 10 l/min eindringendes Regenwasser) mit einer Konzentration von durchschnittlich 100 µg/l TNT* in den Hauptgrundwasserleiter gelangen, dürfte TNT im Abstrombereich, nach ca. 1000-facher Verdünnung, noch mit 0.1 µg/l im Grundwasser nachzuweisen sein. Die 1000-fache Verdünnung ergibt sich aus dem Verhältnis dem Grundwasserdurchflusses von 30'000 l/min im ganzen Talquerschnitt zum Eintrag von 30 l/min aus dem Bereich der verschütteten Munition (vgl. oben).

Die nächstgelegene, ungefasste Quelle des ehemaligen Munitionsdepots ist der Rychemaufstoss (vgl. Tabelle 5 und Beilage 1). Er liegt zwischen dem Stägebach und der Kander westlich des Standortes im vermutlich seitlichen Abstrombereich. Die nächste genutzte Trinkwasserquelle befindet sich 1.2 km im Abstrom nordwestlich des ehemaligen Munitionsdepots (Sommerauquelle, vgl. Tabelle 5) beim Blausee. In der unmittelbaren Umgebung des Standortes existieren keine Quellen.

Das Gefährdungspotenzial für das Schutgzut Grundwassers ist aufgrund der geringen Grundwassermenge aus dem Bereich der verschütteten Munition und dem unmittelbaren Abstrombereich ohne mögliche Grundwassernutzung gering.

4.3.2. Oberflächengewässer

Der Bach im Bruchgraben nördlich der Fluh tritt auch bei intensiven Regenfällen nicht über die Ufer. Eine Überschwemmung des Bereichs mit verschütteter Munition (verschütteter Bahntunnel und Schuttkegel) und somit eine Auswaschung von Schadstoffen durch Bachwasser aus dem Bruchgraben ist deshalb auch weiterhin nicht zu erwarten. Mit der Verbauung des südlich des ehemaligen Munitionsdepots vorbei fliessenden Stägebachs kann heute eine zeitweilige Überschwemmung der ehemaligen Fluhmatte verhindert werden. Schadstoffe aus dem Bereich der verschütteten Munition werden somit einzig durch Kluft- und Meteorwasser aus dem Blocksschutt ausgewaschen.

Die Wahrscheinlichkeit, dass ein wesentlicher Teil des Wassers entlang der feinkörnigen Schichten des Gehängelehms in den Stägebach oder nördlich in den Bruchgraben gelangt, ist sehr gering. Ein Gefährdungspotenzial für die beiden Oberflächengewässer (Bruchgraben und Stägebach) ist deshalb nicht vorhanden.

*Konzentration an TNT im Abstrom des Munitionsvernichtungsplatzes Susten gemäss Untersuchungen der Kellerhals +Haefeli AG (2008 und 2009)

4.3.3. Boden

Auf dem Sprengplatz südlich des Areals wurden bei den Räumungsarbeiten ca. 80 Tonnen Munition kontrolliert detoniert und verbrannt. Auf einem grossen Teil des ehemaligen Sprengplatzes liegt heute jedoch der asphaltierte Eingangsbereich des Portals Süd. Der Bereich des damaligen Sprengplatzes zwischen dem Stägebach im Norden und dem Portal Süd im Süden wird als Weide genutzt. Da lediglich auserwählte Munitionsstücke vor Ort gesprengt wurden, kann angenommen werden, dass davon nur noch sehr geringe Rückstände vorhanden sind. Zudem sind beim Bau des Portals Süd keine Funde von Munitionsrückständen dokumentiert worden. Für das Schutzgut Boden besteht kein Gefährdungspotenzial.

4.4. Verdachtsmatrix

Der Standort des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz weist ein ausserordentlich hohes Schadstoffpotenzial auf. Die Gefahr einer Freisetzung der Schadstoffe aus dem Schuttkegel des Felssturzes und dem eingestürzten Bahntunnel und einer Auswaschung mit Meteor- und Kluftwasser in das Grundwasser ist vorhanden. Für das Schutzgut Grundwasser besteht insofern nur eine geringe Gefährdung, weil eine Nutzung im direkten Abstrom nicht vorhanden ist.

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz	
Vorhandene Munition	Siehe Tabelle 9
Relevante Schadstoffe	TNT, Dinitrobenzol, Nitropenta (PETN), Hexogen, Blei, Kupfer, Nickel, Antimon
Lage der Schadstoffe	Schuttkegel des Felssturzes, eingestürzter Bahntunnel
Ausbreitungspfade	Durch Meteor- und Kluftwasser
Gefährdete Schutzgüter	Grundwasser

Tab. 13: Verdachtsmatrix

5. Technische Untersuchung

5.1. Allgemeines

Mit der Historischen Untersuchung kann keine abschliessende Beurteilung vorgenommen werden. Approximationen über den Schadstoffaustausch haben zwar ergeben, dass für das Schutzgut Grundwasser nur eine geringe Gefährdung besteht. Diese Berechnungen beinhalten aber nach wie vor Unsicherheiten bezüglich der Menge und Fliesswege von schadstoffbelastetem Wasser.

Eine Technische Untersuchung ist nicht einzig aufgrund der Gefährdung des Schutzgutes Grundwasser zu empfehlen. Insbesondere im Hinblick auf die Lokalisierung von externen Quellen für Sprengstoffe in den Oberflächengewässern (Kander, Thunersee) ist die vorgeschlagene Technische Untersuchung sinnvoll, weil das ehemalige Munitionsdepot Mitholz womöglich eine solche Schadstoffquelle darstellt.

Das nachfolgend vorgeschlagene Untersuchungsprogramm wurde nach Absprache mit dem GSVBS mit dem Projekt „militärische Munitionsversenkungen in Schweizer Seen“ koordiniert.

5.2. Sondierprogramm

Wir schlagen vor, das Grundwasser im direkten Abstrom des ehemaligen Munitionsdepots an drei Stellen zu beproben. Dazu sollen drei Bohrungen in den Grundwasserleiter bis ca. 5 m unterhalb des mittleren Grundwasserspiegels (d. h. bei ca. 30 m unter Terrain) abgeteuft und als Grundwassermessstellen mit einem 4,5“-Piezometer ausgebaut werden.

Das Abteufen von Bohrungen im unmittelbaren Bereich des Schuttkegels ist aufgrund der verschütteten, z. T. scharfen Munition sehr gefährlich und wird nicht empfohlen. Zudem dürfte dieser Bereich ohnehin ausserhalb des Hauptgrundwasserleiters liegen. Eine Lokalisierung der relativ geringen Wassermenge aus dem direkten Abstrombereich des ehemaligen Munitionsdepots ist aufgrund der unklaren und stark unterschiedlichen Durchlässigkeitsbereiche sehr schwierig und wenig erfolgsversprechend. Die drei Bohrungen sollen deshalb im Bereich des Hauptgrundwasserleiters entlang der Bahnlinie BLS nördlich der Kantonsstrasse bis in eine Tiefe von ca. 35 m abgeteuft werden. Die Bohrstandorte sind verteilt auf dem in Beilage 3 dafür markierten Bereich festzulegen. Aufgrund der Gefährdung durch noch vorhandene Munition im Untergrund müssen die Bohrstandorte vorsichtig mit Hilfe von Spezialisten der Kampfmittelräumung des VBS untersucht werden.

Mit dem Einbau eines Loggers in einer der drei Bohrungen soll der Grundwasserspiegel vor den ersten Grundwasserprobenahmen mindestens drei Monate lang überwacht werden. Damit werden Veränderungen des Grundwasserspiegels erfasst, dafür möglichen Ursachen erkannt und Resultate der Grundwasserproben möglichst realistisch interpretiert. In welcher Bohrung der Logger eingebaut werden soll, wird erst nach Erstellung der Bohrungen aufgrund der erbohrten Wassermengen festgelegt.

5.3. Wasserproben, Wasseranalysen

In den drei neu zu erstellenden Bohrungen im unmittelbaren Abstrom des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz sind bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen je zwei Grundwasserproben zu entnehmen. Die Probennahme aus den Grundwassermessstellen erfolgt mittels Grundwasserpumpe und wird gemäss den Vorgaben der Vollzugshilfe Grundwasserprobenahme (BUWAL, 2003) durchgeführt [12].

Obwohl mit den vorgeschlagenen Bohrungen die Wahrscheinlichkeit gross ist, dass das durch das Kluft- und Meteorwasser aus dem Bereich der verschütteten Munition beeinflusste Grundwasser erfasst wird, dürfte ein ergänzende, relativ kostengünstige Beprobung des Grundwassers an zwei ungefassten Quellen im weiteren Abstrom (Fürtenquelle, Koordinaten 617'403 / 153'477; vgl. Beilage 1) bzw. vermutlich seitlichen Abstrom („Rychenaufstoss“, Koordinaten 617'816 / 152'718; vgl. Beilage 1) zusätzliche Erkenntnisse bringen. Sollten nämlich lediglich in einer der Quellen Spuren von Sprengstoffen (TNT) nachgewiesen werden, jedoch nicht im Grundwasser aus den neu erstellten Bohrungen, kann davon ausgegangen werden, dass mit den Bohrungen die Fließwege der Schadstofffahne aus dem Bereich des ehemaligen Munitionsdepots wohl verfehlt wurden. Werden in keinem der Probenahmestandorte (Quellen und Bohrungen) Sprengstoffe nachgewiesen, liegen die Schadstoffkonzentrationen allgemein unterhalb der Nachweisgrenze und stellen somit keine Gefährdung des Grundwassers dar. Aus dem „Rychenaufstoss“ im vermutlich seitlichen Abstrom des Zielgebiets und aus der Fürtenquelle im weiteren Abstrom sollen je zwei Wasserproben bei unterschiedlicher Schüttung entnommen und auf Sprengstoffkomponenten (bzw. den als am Wahrscheinlichsten nachweisbaren Stoff TNT) analysiert werden.

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz				
Entnahmestandort	Anzahl Wasserproben	Analyseparameter	Messtechnik	Bestimmungsgrenze
Bohrungen	2 x 3 (bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen)	Sprengstoffe*	HPLC mit UV-Detektion	je nach Einzelstoff (0.1 µg/l, 0.5 µg/l oder 1 µg/l)
		Blei Kupfer Nickel Antimon	ICPMS	0.5 µg/l 1 µg/l 1 µg/l 1 µg/l
Quelle „Rychenaufstoss“ 617'816/ 152'718)	2 x 1 (bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen)	Sprengstoffe*	HPLC mit UV-Detektion	je nach Einzelstoff (0.1 µg/l, 0.5 µg/l oder 1 µg/l)
Fürtenquelle (617'403/ 153'477)	2 x 1 (bei unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen)	Sprengstoffe*	HPLC mit UV-Detektion	je nach Einzelstoff (0.1 µg/l, 0.5 µg/l oder 1 µg/l)

* TNT, Hexogen, Octogen, Nitropenta + Abbauprodukte, gemäss Bachema AG

Tab. 14: Analyseprogramm

6. Schluss

6.1. Zusammenfassende Beurteilung, Empfehlungen

Die historische Untersuchung des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz hat ergeben, dass im verschütteten Bahntunnel und unter dem Schuttkegel des Bergsturzes grosse Mengen an Munition begraben ist. Das ausserordentlich hohe Schadstoffpotenzial und das hohe Freisetzungspotenzial führt trotz des lediglich geringen Gefährdungspotenzials des Schutzgutes Grundwasser insbesondere aber bezüglich den Untersuchungen zu den Munitionsrückständen in Schweizer Seen [10] zum Bedarf einer Technischen Untersuchung.

Aufgrund des fehlenden Gefährdungspotenzials wurde auf einen Vorschlag zur Beprobung von Oberflächenwasser im Bereich des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz verzichtet. In Bezug auf die Problematik der Munitionsrückstände im Thunersee kann eine Untersuchung der Kander trotzdem sinnvoll sein, wenn andere Sprengstoffquellen im Gebiet nicht ausgeschlossen werden können.

KELLERHALS + HAEFELI AG

Dr. U. Gruner

Dr. J. Wanner

Bern, 22. Dezember 2010
JA/st 7031

Anhang 1

Grundlagenverzeichnis

Grundlagenverzeichnis

- [1] Amt für Wasser und Abfall AWA (2009): Gewässerschutzkarte, online-Version
- [2] Amt für Wasser und Abfall AWA (2009): Grundwasserkarte, online-Version
- [3] Kellerhals + Haefeli AG und Geotest AG (2007): Hydrogeologie Kandertal; Stand 30.11.2007
- [4] Kellerhals + Haefeli AG und Geotest AG (2007): Einwohnergemeinde Kandergrund – Genereller Entwässerungsplan, Zustandsbericht Versickerung, 18.10.2002
- [5] Ingenieurgemeinschaft Lötschberg-Basistunnel, p.A. Emch+Berger AG (1993): Sondierstollen Nordseite und Fensterstollen Mitholz; Bericht zur Umwelt; Fachgutachten Geologie und Grundwasser
- [6] Geologengruppe Lötschberg-Basistunnel, p.A. Kellerhals+Haefeli AG (1991 – 2004): Hydrometrie Nord, Jahresberichte 1991 bis 2004 (Raum Blausee – Mitholz, Kandersteg, Gasteretal)
- [7] GS VBS / RU (2005): Altlastenbearbeitung VBS, Untersuchung der Belastungen auf Schiessplätzen und Schiessanlagen des VBS
- [8] H. Furrer, K. Huber, H. Adrian, A. Baud, W. Flück, C. Preiswerk, P. Schuler, P. Zwahlen (1993): Geologischer Atlas der Schweiz 1:25'000, Atlasblatt 87 1247 Adelboden Schweizerische geologische Kommission
- [9] Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (2000): Gewässer- und Bodenschutz bei Schiessanlagen, Tagungsdokumentation vom 7.11.2000
- [10] Dr. Johannes van Stuijvenberg, Schenker, Korner & Partner GmbH (2005): Gefährdungsabschätzung zu militärischen Munitionsversenkungen in Schweizer Seen
- [11] Bundesamt für Umwelt (1992): Hydrologischer Atlas der Schweiz
- [12] Bundesamt für Wald und Landschaft BUWAL (2003): Vollzug Umwelt, Praxishilfe Grundwasserprobenahme
- [13] P. Kellerhals, A. Isler (1998): Lötschberg-Basistunnel, Geologische Voruntersuchungen und Prognose

Gesetzliche Grundlagen:

USG Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (USG),
revidiert am 21.12.1995.

AltIV Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten
(Altlastenverordnung; AltIV) vom 26.08.1998.

Anhang 2

Berichte und Dokumentationen

Berichte und Dokumentationen						
Nr.	bei K+H	Archiv	Titel	Datum	Verfasser	Inhalt
1	x	Archiv Mitholz	Geologisches Gutachten über das Projekt für unterirdische Munitionsmagazine SE der Lötschbergbahnstation Blausee-Mitholz	24.11.1940	Dr. B. Tschachtli	Geologisches Gutachten mit Angaben zur Lithologie und Struktur (Klüfte) der Fluh, sowie zur Hydro- und Quartärgeologie
2	x	Archiv Mitholz	Expertenbericht Magazine Weissenbach	06.01.1942	Hans Rüesch, Dipl. Ing.	Expertenbericht zum Antrag der Unternehmung für Vergütung von Überprofilen im Flyschgestein
3	x	Archiv Mitholz	Geologisches Gutachten betreffend unterirdische Armeemagazine Blausee-Mitholz	12.05.1942	Dr. G. Ständer	Geologisches Gutachten zur Lage und Ausdehnung des Kluftsystems (Stabilität) inkl. Vermessung; zur Solidität, Wetterbeständigkeit und weitere Eigenschaften des Wildflysches; zur Lage, Umfang und Intensität der Wasserinfiltrationen in den Stollen. Skizze mit Angaben zu den Klüften und zur Schichtung
4	x	Archiv Mitholz	Bericht über geologische Verhältnisse und ihre bautechnische Auswirkungen	02.06.1942	Dr. B. Tschachtli	Studium der Flyschverhältnisse innerhalb der Stollenanlagen und Studium der angeschnittenen wie zu erwartenden Kluftsysteme. Warnung vor der schnellen Verwitterung des Flyschgesteins.
5	x	Archiv Mitholz	Unterirdische Magazine Blausee-Mitholz, Situation der Kanalisationen nach dem Bruchgraben und Stegebach	28.11.1942	Ingenieurbüro H. Fehlmann, Ingenieurbüro Ad. Flury Seiler	Situation mit Kanalisationen im Norden (Entwässerung zum Bruchgraben) und im Süden (Entwässerung zum Stägebach)
6	x	Archiv Mitholz	Unterirdische Magazine Blausee-Mitholz, Situationsplan	22.12.1943	Ingenieurbüro H. Fehlmann, Ingenieurbüro Ad. Flury Seiler	Situationsplan 1:500 inkl. Angaben zu den Massen
7	x	Archiv Mitholz	Situation der Tunnelmauerung und der Klüfte	15.09.1945	Ingenieurbüro M. Lüthy	Situationsplan 1:500 mit eingezeichneten Klüften und Typ des Stollenausbau
8	x	Archiv Mitholz	Chronologische Baugeschichte der Unterirdischen Magazine Blausee-Mitholz	16.01.1948	Ingenieurbüro H. Fehlmann	Projektausarbeitung 1940 - 1941, Ausschreibung der Bauarbeiten, 1941/42 Beginn der Vortriebsarbeiten von Zufahrt und Stollen 6 bis 1, 1943 Gunitieren aller unverkleideten Stollenpartien gegen Abwitterung, 1944 Beginn Innenausstattung, 1945 erste Tankfüllung 9300 l Reinbenzin un 30000 l Dieselöl. 14.09.1945 Fertigstellung der Abrechnung mit Bauunternehmung.
9		Archiv armasuisse Thun	Explosionskatastrophe Blausee-Mitholz, Photos 5	31.01.1948	Armee	Photos zu den Ausblasenektorien, Einstiege, Munitionskämmern
10		Archiv armasuisse Thun	Photos über die Räumungsarbeiten und der diversen Munitionsarten	31.01.1948	Armee	Photos mit gefundenen Munitionsteilen, inkl. Beschreibung, Versenkung von Munition in die See.
11		Archiv VBS Ittigen	Diverse Fotoalben	31.01.1948	Armee	Ausblasenektor, Einstiege, Munitionskämmern
12		Gemeindearchiv Kandergrund	Diverse Fotos	31.01.1948	Armee	Schäden und Ausmass
13	x	Archiv armasuisse Thun	Bericht über die Vermessungstechnischen Arbeiten im Gebiet des M.M.	28.02.1948	Technisches Bureau Leupin u. Schwank	Erfassung des Zustands vor und nach der Explosion und Aufzeigen von Veränderungen im Gelände mit Hilfe der Photogrammetrie. Keine Veränderungen seit Januar 1948.
14	x	Archiv armasuisse Thun	1947 Explosion des Eidg. Munitionsmagazins in Blausee-Mitholz	31.12.1948	Gemeindepräsident Eduard Kleinjenni	Bericht über den Hergang der Katastrophe aus Sicht der Gemeinde und deren Einwohner, Angaben zur finanziellen Unterstützung
15	x	Archiv Mitholz	Diverse Pläne und Profile zum Munitionsunglück	01.01.1949	Andres Bühlmann, Dipl. Ingenieur und Grundbuchgeometer	Situationsplan 1:500 mit Gewölbe-Zustand der Widerlager, Sprengtrichter und Wasservorkommen, Klüfteleplan 1:500, Schematische Darstellung der Kammerwände Querprofile der Kammern I - VI 1:100 mit Berechnung der Schuttmassen in Volumen
16	x	Archiv armasuisse Thun	Explosion Blausee	24.02.1949	Eichenberger, K.T.A. Sektion für Munition	Beschreibung der ersten Erkundungen und exakte Dokumentation der Räumungsarbeiten, inkl. zeitlich abgestufte Planunterlagen. Auflistung der Entsorgungsmengen.
17	x	Archiv Mitholz	Protokolle zu den Sitzungen der Expertenkommission II	10.03.1949	Präsident der Expertenkommission II	Sitzungsprotokolle der Expertenkommission II
18	x	Archiv armasuisse Thun	Expertenbericht	05.05.1949	Militärgerichtliche Expertenkommission (Kommission I)	Beantwortung von Expertenfragen zur Explosion des Munitionsmagazins Mitholz: Ursache des Munitionsunglücks, Ort der Initialzündung und Ablauf der Explosion; Zusammenhang der Explosion (geologisch, antrophogen) mit dem Standort. Zusammenhang mit dem Bau der Anlage.
19	x	Archiv armasuisse Thun	Expertenbericht	30.07.1949	Administrative Expertenkommission (Kommission II)	Erarbeitung von Massnahmen, um Explosionskatastrophen nach Möglichkeit auszuschliessen

20	x	Archiv Mitholz	Geotechnische Expertise	01.10.1949	Dr. Paul Beck	Geotechnische Expertise über eine allfällige Verschlimmerung der Wasserschäden durch den Bau des Munitionsanlage und deren Explosion mit Plan 1:1'000 Zustand vor der Explosion; Parzellenplan 1:1'000; Plan 1:25'000 mit Einzugsgebiet Stägebach; Plan 1:1'000 Zustand vor der Überschwemmung, Plan 1:1'000 Zustand nach der Explosion mit exakten Höhenkurven, Plan 1:1'000 Darstellung der Anspruchsberechtigung; Profil 1:1'000 Auswirkungen des Felssturzes auf die Deponie; Profil 1:1'000 Stegebachüberschwemmung 1948
21		Archiv armasuisse Thun	Untersuchungen über die Chemie der Kupferacid	31.01.1950	Kriegstechnische Abteilung K.T.A. Sektion für Munition	Zusammenfassung der bis Januar 1950 durchgeföhrten Versuche
22		Archiv armasuisse Thun	Bericht über die Untersuchung zur Feststellung von Kupferacid in Munition	31.01.1950	Kriegstechnische Abteilung K.T.A. Sektion für Munition	Wissenschaftliche Darstellung und munitionstechnische Untersuchungen
23		Archiv VBS Ittigen	Diverse Pläne zum Landerwerb	01.09.1953	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Angaben zum Grundeigentum
24		Gemeindearchiv Kandergrund	Explosionsunglück Mitholz; Sammelgeld für die Explosionsgeschädigten von Mitholz	01.03.1954	Gemeinderat Kandergrund	Weisung an die Gemeindekasse
25	x	Archiv Mitholz	Auspuff- und Abgasleitungen im Gebiet des ehemaligen Bahntunnels	06.12.1956	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Plan 1:200 zum Zustand des begehbarer Teil des Bahntunnels (Kammer 4 - 6) und Profilschnitte durch den Bahntunnel und die Kammeraxen 4, 5 und 6 (neu 8, 10 und 12)
26	x	Archiv Mitholz	Unterirdische Anlage B58M, Spitalprojekt	16.10.1958	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Projektpläne und Profile für den Ausbau der Anlage
27	x	Archiv VBS Ittigen	Aktennotiz zur Abwasserreinigung	15.10.1959	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Besprechung und Begehung zur Situation der Abwasserleitung. Die Sickerwassermenge wird mit 2 l/s geschätz.
28	x	Archiv Mitholz	Spitalprojekt, Situation, Wasserversorgung und Abwasserleitung	16.05.1960	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Plan 1:10'000 mit Angaben zur neuen Trink- und Brauchwasserzuleitung (Aegertenquellen); bestehende und z. T. defekte Wasserleitung der Wasser-Korporation Mitholz; neue Abwasserleitung und Reinigungsanlage
29	x	Archiv Mitholz	Spitalprojekt, Frisch- u. Abluftstollen, Filterkammer, Wasserreservoir	16.05.1960	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Längsschnitt durch den Abluftstollen 1:1'000
30	x	Archiv Mitholz	Spitalprojekt, Situation, Erdgeschoss	15.03.1961	Steiner + Grimm Ingenieure	Plan 1:1'000 mit detaillierter Beschreibung der Raumnutzungen und Unterteilung in bestehende und neue Anlageteile.
31	x	Archiv Mitholz	Kanalisationsplan	15.03.1961	Steiner + Grimm Ingenieure	Plan 1:1'000 zur Abwassersanierung der Anlage
32		Archiv Mitholz	Anlage B58M, Technischer Bericht, Kostenvoranschlag	15.03.1961	Steiner + Grimm Ingenieure	
33		Archiv Mitholz	Trasseführung der Quellfassungen	15.12.1961	Steiner + Grimm Ingenieure	Pläne und Profile
34	x	Archiv Mitholz	Stägebachsperrre als Kühlwasserfassung	26.03.1962	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Plan 1:1000 für den Bau einer Kühlwasserfassung aus dem Stägebach oberhalb der Fluh
35	x	Archiv Mitholz	Triangulations - Vermessungsplan	01.06.1963	Ingenieurbüro Ch. Ramu	Plan 1:500
36	x	Archiv Mitholz	Rotationskernbohrungen im Gebiet des Stägebaches	01.01.1964	Diasond AG	Bohrprofile der Bohrungen T1 nördlich des Stägebachs und T2 und T3 südlich des Stägebachs inkl. Bemerkungen
37		Archiv Mitholz	Südlicher Strassenstollen	10.03.1964	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Geotechnisches Längprofil 1:500 des südlichen Strassenstollens
38	x	Archiv Mitholz	Geologisches Gutachten	15.07.1966	Prof. Dr. W. Nabholz + Dr. R. Herb	Allgemeine geologische Situation; Massgebende Faktoren zur Beurteilung der Standfestigkeiten der Felspartien; Druckfestigkeit der Gesteine; Mutmasslicher Einfluss einer Atombombenexplosion auf die Felsmassen im Bereich der unterirdischen Bauten; Wassereinbrüche durch Klüfte im Falle einer Atombombenexplosion; Geologische Karte mit eingezeichneten Klüften 1:1000; Geologische Profile 1:500;
39	x	Archiv Mitholz	Gesamtübersicht der unterirdischen Bauteile über der Anlage	14.09.1966	Ingenieurbüro M. Lüthy	Plan 1:500 Bauteile über den Kammern: Schrägstollen, Lüftungsstollen, Kühlwasserreservoir, Ablauf- und Zulaufstollen
40	x	Archiv Mitholz	Anlage B58M, Situationsplan	28.12.1967	Dr. Hans Fehlmann, Ingenieur	Kanalisations- und Wasserleitungsplan
41		Archiv Mitholz	Quellfassungen + Quellleitungen	01.02.1968	Ingenieurbüro M. Lüthy	Ausführungspläne der Tiefbauarbeiten, bestehende Bödenquelle und neu Aegertenquelle
42	x	Archiv Mitholz	Aktennotiz über die Begehung der Anlage vom 13.5.1968	14.05.1968	Prof. Dr. W. Nabholz + Dr. R. Herb	Aufnahme der Geologie beim Bau des Wasserstollens über den Kammern
43		Archiv Mitholz	Korrespondenz Herr Beck mit verschiedenen Fachstellen	09.04.1969	Dr. Paul Beck	Korrespondenz 1945 - 1949
44	x	Archiv armasuisse Thun	Zusammenfassende Darstellung der Explosionskatastrophe vom 19. und 20. Dezember 1947 in der unterirdischen Munitionsanlage Mitholz	30.05.1969	Gruppe für Rüstungsdienste, Technische Unterabteilung 6	Angaben über die Munitionsanlage, Zeitlicher Ablauf der Ereignisse, Auswirkungen innerhalb der Munitionsanlage, mit Plandarstellung vor der Explosion
45		Archiv VBS Ittigen	AC-Schutzmassnahmen und Druckwellenschutz	01.10.1969	Hotz + Kollbrunner Architekten	
46		Archiv VBS Ittigen	Brücke über Bruchgraben + Rotbachbrücke	01.10.1969	Ingenieurbüro M. Lüthy	Profile, Ausführungspläne

47	x	Gemeindearchiv Kandergrund	Das Frutigbuch	01.03.1979	Heimatvereinigung Frutigen	kurzer Bericht zu den Geschehnissen in der Nacht vom 19./20. Dezember 1947
48	x	Gemeindearchiv Kandergrund	Explosion im Munitionsdepot Mitholz 19./20. Dezember 1947	16.04.1980	Roland Hasenfratz	Fragen und Antworten zum Hergang und zu den Auswirkungen des Unglücks, zu den vermuteten Ursachen, zur Schuldfrage und den Konsequenzen.
49		Archiv VBS Ittigen	Messung von Eigenfrequenzen an Gewölbeelementen	24.08.1981	Geotest AG	Sicherheitsüberprüfung
50	x	Archiv armasuisse Thun	Dokumente bezüglich Restmunition	14.02.1986	Hsj. Rytz, Fachsektion Detonik und Pyrotechnik	Angaben zur Gefährdung aufgrund von Blindgängern im ungeräumten Eisenbahnstollen und bei der Verbauung Stägibach
51		Archiv armasuisse Thun	Stegenbach, Bergwegverlegung	02.11.1989	von Erlach	Bauarbeiten am Geschiebesammler unter Aufsicht der Blindgänger-Meldezentrale
52	x	Archiv VBS Ittigen	Fotos der Stegebachüberbauung	14.11.1989	VBS	genaue Fundorte der Bomben
53		Archiv armasuisse Thun	Stegenbach, Geschiebesammler / Mun.-Reste	15.12.1989	von Erlach	Stand der Räumungsaktion, Mehrkosten, Bezeichnung der Gefahrenzone, Schlussbemerkung
54		Archiv armasuisse Thun	Mitholz, Verbauung Wildbäche	23.05.1991	von Erlach	Stand der Arbeiten beim Stegenbach
55	x	Archiv VBS Ittigen	Geschichte der Anlage	01.04.1992	VBS	1941 Erstellung der Anlage, 1947 Explosionskatastrophe, 1958 - 1960 Spitalprojekt zu 1000 Patientenbetten, Spital- und Kriegsapotheke, Antibiotika-Abfüllstation und Serum- und Vakzinfabrikation; 1970 Ag (Armee) zur Prüfung der Konzeption und militärischen Bedürfnisse; 1971 neue Ag (Bund) für die Prüfung der Sofortmassnahmen und Erarbeitung eines generellen Pflichtenhefts; 1973 Antrag der Ag zur Weiterverwendung der Anlage als pharm. Fabrikationsbetrieb; 1975 Einreichung des Bauvorhabens; 1977 Einreichung des Bauvorhabens; 1978 Bewilligung des Kredits; 1984 Einweihung der Anlage
56		Archiv VBS Ittigen	Projekt I/1970 für die Verbauung des Rotbachs	01.12.1993	Kissling + Zbinden AG	Rodung / Wiederaufforstung
57	x	Archiv VBS Ittigen	Deponie Situation	30.01.1995	Finger + Fuchs AG dipl. Bauingenieure	Situationsplan 1:200; 1. Etappe: Blöcke am Böschungsfuss wegräumen, Kiesmaterial (vom Stägibach) wegräumen, Gestaltung Böschung mit Kreisforstamt; 2. Etappe: Deponieren Ausbruchmaterial verteilt auf die ganze Deponiefläche (ca. 1300 m ³ fest = ca. 2600 m ³ lose)
58	x	Archiv armasuisse Thun	KbS VBS, Objekt Nr. APO S 14	13.01.1997	VBS	Eintrag im Kataster der belasteten Standorte des VBS
59	x	Archiv armasuisse Thun	Vor 50 Jahren - Explosionskatastrophe Blausee-Mitholz	28.02.1998	Oberst René Krähenbühl in "Schweizer Soldat" Ausgabe 2/98	kurze Zusammenfassung des Hergangs und der Auswirkungen, kurze Beschreibung der Anlage, Vermutungen zur Ursache der Explosion, Konsequenzen
60	x	Archiv armasuisse	Explosion im Munitionsdepot Mitholz vom 19. Dezember 1947	31.12.1998	festung-oberland.ch, Dokumentation Nr. 5	kurze Zusammenfassung der Ereignisse
61	x	Archiv armasuisse	Teilprojekt 1: Monitoring Kanton Bern Untersuchungsperiode: 2008	11.12.2008	Gewässer- und Bodenschutzlabor des Kantons Bern GBL	Seeprofil-Untersuchungen und Beprobung von 6 weiteren Fliessgewässern
62		Archiv Mitholz	Studien + Projekte zum Bau der Anlage	1953 - 1969	Diverse Büros + VBS	ca. 15 Ordner mit Pläne und Studien

Zeitungsaufgaben

	Titel	Datum	Verfasser	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.47	Freiburger Nachrichten	
Archiv armasuisse Thun	Munitionsmagazin in Blausee-Mitholz explodiert	21.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Nach Vermissten wird gesucht	21.12.1947	Der Bund	
Gemeindearchiv Kandergrund	Folgenschwere Explosions-Katastrophe in Blausee-Mitholz	21.12.1947	Berner Tagblatt	
Archiv armasuisse Thun	Die Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.1947	Der Bund	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.1947	Tages-Anzeiger	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Explosionskatastrophe am Lötschberg	22.12.1947	Luzerner Tagblatt	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die furchtbare Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.1947	Freier Argauer	
Gemeindearchiv Kandergrund	Explosion in einem militärischen Felsenmunitionsmagazin bei Blausee-Mitholz	22.12.1947	National-Zeitung	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Explosionskatastrophe bei Blausee-Mitholz	22.12.1947	Neue Zürcher Zeitung	
Gemeindearchiv Kandergrund	Furchtbare Explosionskatastrophe im Kandertal	22.12.1947	Geschäftsblatt	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Katastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.1947	Volks-Zeitung	

Gemeindearchiv Kandergrund	Noch Dunkel über der Ursache der Explosion am Lötschberg	22.12.1947	Basler Nachrichten	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Katastrophe von Blausee-Mitholz	22.12.1947	Berner Tagblatt	
Archiv armasuisse Thun	Fragen zum Unglück von Mitholz	23.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Das Katastrophengebiet von Mitholz noch immer Gesperrt	24.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Amtliche Orientierung über die Katastrophe von Mitholz	24.12.1947	Der Bund	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Katastrophe von Mitholz	24.12.1947	Geschäftsblatt	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Katastrophe von Mitholz	24.12.1947	Volks-Zeitung	
Archiv armasuisse Thun	Die Hilfeleistung der Kandersteger für Mitholz	26.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Immer noch Schüsse in Mitholz	28.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Trauerweihnachten in Mitholz	29.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Zur Explosionskatastrophe in Blausee-Mitholz	29.12.1947	Berner Tagwacht	
Gemeindearchiv Kandergrund	Fortschreitende Normalisierung in Mitholz	29.12.1947	Volks-Zeitung	
Archiv armasuisse Thun	die Räumungsarbeiten in Mitholz	30.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Die Hilfe	30.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Für die Opfer von Mitholz	31.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Expertenkommission für Mitholz	31.12.1947	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Die Explosion von Blausee-Mitholz; ein Fachmann über die Gefahren falscher Munitionslagerung	05.01.1948	NZZ	
Archiv armasuisse Thun	Die Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	13.01.1948	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Das Fehlen von Sicherheitsvorschriften für die	16.01.1948	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Bundesrat Kobelt orientiert die kantonalen Militärdirektoren	19.01.1948	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Zur Explosionskatastrophe von Blausee-Mitholz	04.02.1948	NZZ	
Archiv armasuisse Thun	Der Beobachter stellt zehn unbequeme Fragen	15.02.1948	Der Beobachter	
Archiv armasuisse Thun	Nochmals einige wichtige Fragen zur Explosion Mitholz	23.02.1948	Oberland	
Gemeindearchiv Kandergrund	Die Katastrophe von Blausee-Mitholz	01.03.1948	Volks-Zeitung	
Archiv armasuisse Thun	Die Katastrophe von Mitholz vor dem Nationalrat	10.03.1948	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Der militärgerichtliche Untersuchungsbericht zur Explosionskatastrophe in Mitholz	01.06.1949	Der Bund	
Gemeindearchiv Kandergrund	Vernarbe Wunden in Mitholz	20.02.1958	National-Zeitung	
Archiv armasuisse Thun	vor 40 Jahren erlebte die Bevölkerung von Blausee Mitholz eine Horrornacht	17.12.1987	Berner Oberländer	
Archiv armasuisse Thun	Blausee-Mitholz: Der Stägебach wird gezähmt	02.10.1989	Der Bund	
Archiv armasuisse Thun	Sprengspezialisten müssen 30jährige Granaten entsorgen (Geschiebesammler)	04.11.1989	Der Bund	
Gemeindearchiv Kandergrund	Vor 45 Jahren: Horrornacht für Bewohner von Mitholz	19.12.1992	Thuner Tagblatt	
Gemeindearchiv Kandergrund	Schreckensnacht für die Kandertaler	18.12.1997	Der Bund	
VBS Ittigen	Im Mitholz wurde gehörig gemistet	?	Der Bund	

Anhang 3

KbS VBS: Geodaten

KbS VBS: Geodaten

Stammdaten:	klassifizierte Standortdaten		
Objekt Nr:	APO S 14		
Koordinaten:	/		
Name:	Explosion vom 19.12.1947		
Gemeinde:			
Parzellen Nr.:			
AFB Code:			
	KBV Nr.:	Kanton:	
	Anlage Nr.:		

erstellt:
13.01.1997 11:02:
van Stuivenberg
letzte Mutation:
23.04.2009 15:21:
Ph

MILIS:		Betriebsleiter: Moll, H. Dr. Armeeapotheke 3063 Ittigen Tel. 031 324 34 03 Fax 031 324 45 81
Adressen:	Betrieb: Armeeapotheke Postfach 3063 Ittigen	Umweltschutzbeauftragter: Matt, Peter SC Betriebe, Armeeapotheke 3063 Ittigen Tel. 031 324 34 76 Fax 031 324 34 64
Ingenieur- büro (Daten- erhebung):	Dr. Johannes van Stuivenberg Umweltgeologe Bernstrasse 34 3072 Ostermundigen	

Tätigkeit

<input checked="" type="checkbox"/> Abfallablagerung	DIENSTLEISTUNGEN ENTSORGUNG, DEPONIEN ABFALL- UND ABWASSERBESEITIGUNG
Nummer Tätigkeit: 8414	Deponie: Abfallablagerungen, inkl. "wilde" Ablagerungen (gem. Fragebogen 1)
	Altlastenrelevanz: 2 altlastenrelevant

Kommentar, Bemerkungen:

Erhebung 1992: Deponie Nr. 36, ehemalige Sprengplätze Mitholz. Stollen wurde nach Explosion zugemauert, so dass dort heute noch "Abfälle" lagern. Erhebung 1992: Deponie 36.

Aktenverzeichnis:

www.festung-oberland.ch, Dokumentation Nr. 5

Explosion im Munitionsdepot Mitholz vom 19.12.1947

Die Explosion in der Nacht vom 19. auf den 20.12.1947 forderte neun Todesopfer und zerstörte viele Häuser in der Umgebung. 39 Häuser erlitten Totalschaden, an 66 weiteren wurden Teilbereiche zerstört.

Der Eingangstunnel der Eisenbahn wirkte wie ein Kanonenrohr. Im ganzen Talboden verstreut lagen Fliegerbomben, Artilleriegranaten sowie MG- und Gewehrmunition.

Bei der Pressekonferenz am 23.12.1947 gab das EMD bekannt, dass rund 3000 Tonnen Munition in Mitholz explodiert seien. Eingelagert waren über 7000 Tonnen. Die ersten Explosionen verschütteten grosse Mengen davon, die sich nicht entzünden konnten.

Die genaue Ursache der Explosion konnte nicht festgestellt werden. Am wahrscheinlichsten ist die spontane Explosion von

KbS VBS: Geodaten

Kupferazid, das sich auf kupferhaltigen Zünderteilen bilden kann. Eine Weisung von 1944, dass Zünder separat von den Granaten gelagert werden müssen, war in Mitholz erst in der Umsetzungsphase. Die Untersuchung des Divisionsgerichts 3b wurde Ende Mai 1949 abgeschlossen.

Zu Beginn der 1960 Jahre wurde die zerstörte Anlage instand gestellt und für den Sanitätsdienst nutzbar gemacht. Heute befinden sich Einrichtungen zur Versorgung mit Sanitätsmaterial im Stollen.

Bei Aushubarbeiten für einen Geschiebesammler fanden Bauarbeiter im Herbst 1989 noch etliche grosskalibrige Munition. Diese war durch die Gesteinsmassen zugeschüttet worden.

Auskunftspersonen:

KbS VBS: Erstbewertung Abfallablagerungen

Datenblatt Vorselektion

Stammdaten:	klassifizierte Standortdaten	
Objekt Nr:	APO S 14	
Koordinaten:		
Name:	Explosion vom 19.12.1947	
Gemeinde:	Parzellen-Nr.:	
Herkunft des Deponiegutes:	ausschliesslich Deponiegut aus VBS-Tätigkeit	
Tätigkeit:	8414	Abfallablagerung: Deponiekasse 4, Sonderabfälle

erstellt:
13.01.1997 11:02:
van Stuivenberg
letzte Mutation:
04.07.1997 16:27:
van Stuivenberg

Vorselektion:

1. Schadstoffpotential:						
Deponiekasse:	4	Inhalt:	Sonderabfälle	Datenungenauigkeit f:	0	0%
Deponiekasse korrigiert: 4						
Ablagerung bis:	1948	f:	0	Ablagerungszeitraum 2 : < 1955	(unbekannt: 0, in Betrieb: -1)	
		0%	Volumenklasse 1 : < 1'000 m ³			
Volumen [m ³]:	150	f:	0.5	Schadstoffpotential: 10 +/- 35%		
		50%				

2. Freisetzung:		ja	nein	Festgestellte Beeinträchtigungen:	ja	nein
Deponiesohle unter höchstem GW-Spiegel oder		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Beeinträchtigung Grundwasser festgestellt:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
besteht Grund zur Annahme dazu:						
Grundwasser vorhanden ? Gewässerschutzbereich:						
Gewässerschutzbereich A (Au, Ao)						
Freisetzungspfad Grundwasser:		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Beeinträchtigung Oberflächengewässer festgestellt:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
eingedeckte Oberflächengewässer:		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Direktkontakt mit Schadstoffen möglich, freiliegende Schadstoffe:		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Bodenkontamination festgestellt (Vegetationsschäden, Bodenverfärbung):	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Standort in einer Gefahrenzone: (Lawinen, Steinschlag, Überschwemmung)		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Geruchsbelästigung von Anwohnern:		
		Freisetzungspotential relevant				

Weiteres Vorgehen in der Erstbewertung:	vorgeschlagen: Voruntersuchung
gewählt: Voruntersuchung	
Vorgehen: Voruntersuchung	
Änderung Vorgehen:	Begründung:
(nur nach vorheriger Eingabe einer Begründung möglich)	
spezielle Massnahmen:	

Kommentar, Bemerkungen, befragte Personen:	Aktenverzeichnis:
Erhebung 1992: Deponie Nr. 36, ehemalige Sprengplätze Mitholz. Stollen wurde nach Explosion zugemauert, so dass dort heute noch "Abfälle" lagen. Erhebung 1992: Deponie 36.	www.festung-oberland.ch, Dokumentation Nr. 5
Explosion im Munitionsdepot Mitholz vom 19.12.1947	

Die Explosion in der Nacht vom 19. auf den 20.12.1947 forderte neun Todesopfer und zerstörte viele Häuser in der Umgebung. 39 Häuser erlitten Totalschaden, an 66 weiteren wurden Teilbereiche zerstört.

Der Eingangstunnel der Eisenbahn wirkte wie ein Kanonenrohr. Im ganzen Talboden verstreut lagen Fliegerbomben, Artilleriegranaten sowie MG- und Gewehrmunition.

Bei der Pressekonferenz am 23.12.1947 gab das EMD bekannt, dass rund 3000 Tonnen Munition in Mitholz explodiert seien. Eingelagert waren über 7000 Tonnen. Die ersten Explosionen verschütteten grosse Mengen davon, die

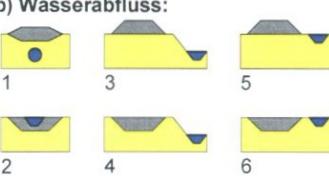
KbS VBS: Erstbewertung Abfallablagerungen Datenblatt Vorselektion

sich nicht entzünden konnten.

Die genaue Ursache der Explosion konnte nicht festgestellt werden. Am wahrscheinlichsten ist die spontane Explosion von Kupferazid, das sich auf kupferhaltigen Zündteilen bilden kann. Eine Weisung von 1944, dass Zünder separat von den Granaten gelagert werden müssen, war in Mitholz erst in der Umsetzungsphase. Die Untersuchung des Divisionsgerichts 3b wurde Ende Mai 1949 abgeschlossen.

Zu Beginn der 1960 Jahre wurde die zerstörte Anlage instand gestellt und für den Sanitätsdienst nutzbar gemacht. Heute befinden sich Einrichtungen zur Versorgung mit Sanitätsmaterial im Stollen.

Bei Aushubarbeiten für einen Geschiebesammler fanden Bauarbeiter im Herbst 1989 noch etliche grosskalibrige Munition. Diese war durch die Gesteinsmassen zugeschüttet worden.

Stammdaten: Klassifizierte Standortdaten Objekt Nr: APO S 14 Koordinaten: Name: Explosion vom 19.12.1947 Gemeinde: Kanton:		erstellt: 13.01.1997 11:02: van Stuijvenberg letzte Mutation: 04.07.1997 16:27: van Stuijvenberg
Parzellen-Nr.:		Herkunft des Deponiegutes: ausschliesslich Deponiegut aus VBS-Tätigkeit
1. Prioritätensetzung Schadstoffpotential		
Tätigkeit: 8414 Abfallablagerung: Deponiekasse 4, Sonderabfälle		
1. Schadstoffpotential: Deponiekasse: 4 Inhalt: Sonderabfälle Volumen [m³]: 150 Ablagerung bis: 1948		Schadstoffpotential: 10 +/- 35%
2. Prioritätensetzung Freisetzungspotential		
2.1. Freisetzung Grundwasser: Beeinträchtigung Grundwasser festgestellt: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Ja Nein Freisetzungspfad: ja nein unbekannt Grundwasser: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10 0%		2.2. Freisetzung Oberflächengewässer: Beeinträchtigung Oberflächengewässer festgestellt: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> Ja Nein Oberflächengewässer in der Umgebung: Fließgewässer mit ständiger Wasserführung 10 0%
a) Wasserzufluss: Niederschlag [mm/a]: 1135 f: 0 6 0% Rekultivierung: Wald -3 0% ja nein unbekannt Abdichtung oben: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 0% Zutritt Fremdwasser: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 3 0% 0%		a) Wasserzufluss: Niederschlag [mm/a]: 1135 6 0% Rekultivierung: Wald -3 3 0% 0% b) Wasserabfluss:  Topographie: 3 7 0% Deponie über OKT, Gewässer unterhalb 1 2 4 5 6 Ja Nein Über-/Abschwemmungen bekannt/möglich: <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 10 0% Freisetzung Oberflächengew.: 7 +/- 0%
2.3. Freisetzung im Boden / Direktkontakt: Bodenfruchtbarkeit resp. ja nein unbekannt Pflanzenwuchs relevant? <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 0% Vegetationsschäden festgestellt: <input checked="" type="checkbox"/> 0 1 0% 0% Direktkontakt zu Schadstoffen möglich? <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 1 0% Geländeveränderungen (Rutschungen, Sackungen, Setzungen): <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 1 0% 0% Freisetzung im Boden / Direktkontakt wird mit 1 als unbedeutend bewertet. Die folgende Angabe ist fakultativ und wird nicht berücksichtigt. Zugänglichkeit: kontrolliert -2 0% Freisetzung Boden / Direktkontakt: 1 +/- 0%		2.4. Freisetzung Luft: Gasemissionen: keine Gasemissionen 1 0% Geruchsbelästigung ja nein unbekannt von Anwohnern: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> 0 0% Rauch, Staubverwehungen möglich: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 0% Brände auf dem Deponieareal: <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 0 0% (Entgasungsanlage: nicht relevant) Zugänglichkeit: (nicht relevant) 0 0% Freisetzung Luft: 1 +/- 0%

3. Prioritätensetzung Schutzgut / Nutzung

3.1. Schutzgut/Nutzung Grundwasser:

GW Schutzbereich: Gewässerschutzbereich A (Au, Ao) 10 0%

Grundwassernutzung im Abströmbereich:

ungenutzt 3 0%

Distanz zur
GW Nutzung [m]: -1 f: 0 nicht relevant 1 0%

Schutzgut Grundwasser: 5 +/- 0%

3.3. Schutzgut/Nutzung Boden:

Fels/Firn/Gletscher 1 0%

Weiterverwendung des Areals: Stilllegung geplant 1 0%

Zeithorizont für eine mögliche Nutzungsänderung: vor 2000 10 0%

Schutzgut Boden: 4 +/- 0%

3.2. Schutzgut/Nutzung Oberflächengewässer:

Fließgewässer mit ständiger Wasserführung 10 0%

Nutzung des Oberflächengewässers im Abströmbereich:

ohne Nutzung 2 0%

Schutzgut Oberflächengewässer: 6 +/- 0%

3.4. Schutzgut/Nutzung Luft:

ja nein unbekannt

Wohnen auf dem Areal: 1 0%

Arbeiten auf dem Areal: 10 0%

Freizeit auf dem Areal: 1 0% 10 0%

Distanz zu
Siedlungsgebiet [m]: 500 f: 0 10 0%

nicht relevant, wird per Definition mit 10 bewertet

Schutzgut Luft: 10 +/- 0%

KbS VBS: Erstbewertung Abfallablagerungen: Auswertung

APO S 14
Explosion vom 19.12.1947

Stammdaten:	klassifizierte Standortdaten		
Objekt Nr:	APO S 14		
Koordinaten:			
Name:	Explosion vom 19.12.1947		
Gemeinde:	Parzellen-Nr.:		
Herkunft des Deponiegutes:	ausschliesslich Deponiegut aus VBS-Tätigkeit		

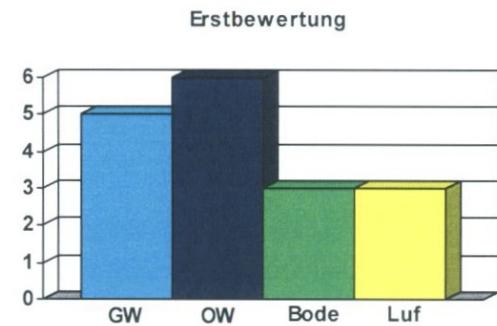
erstellt:
13.01.1997 11:02:
van Stuijvenberg
letzte Mutation:
04.07.1997 16:27:
van Stuijvenberg

Tätigkeit: 8414 Abfallablagerung: Deponiekasse 4, Sonderabfälle

Altastenrelevanz: 2

4. Zusammenfassung der Bewertung

	GW:	OW:	Boden:	Luft:
1. Schadstoffpotential:		10 35%		
2. Freisetzungspotential:	6 0%	7 0%	1 0%	1 0%
3. Schutzgut:	5 0%	6 0%	4 0%	10 0%
Gesamtbewertung:	5 0%	6 0%	3 0%	3 0%



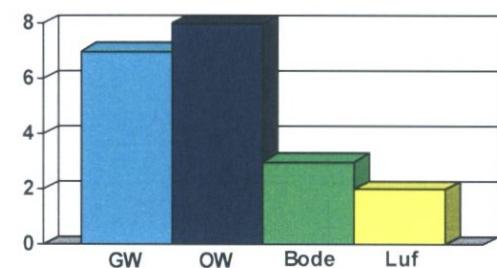
GW = Grundwasser
OW = Oberflächengewässer

Gesamt Standort, Mittel:

4 0%

Gewichtung:	GW:	OW:	Boden:	Luft:
1. Schadstoffpotential:	1	1	0.75	0.5
2. Freisetzungspotential:	1	10 35%	10 35%	8 35%
3. Schutzgut:	1	5 0%	6 0%	3 0%
Gesamt gewichtet:	7 0%	8 0%	3 0%	2 0%

Erstbewertung, gewichtet



GW = Grundwasser
OW = Oberflächengewässer

Gesamt Standort, gewichtetes Mittel *:

4 0%

*) Gesamtbewertung gewichtetes Mittel: normiert auf Punkteskala 1 bis 10

Höchstbewerteter Umweltbereich: Oberflächengewässer 8 0%

Höchste Einzelwertung: Schadstoffpotential 10 35%

Kommentar, Bemerkungen:

Erhebung 1992: Deponie Nr. 36, ehemalige Sprengplätze Mitholz. Stollen wurde nach Explosion zugemauert, so dass dort heute noch "Abfälle" lagern. Erhebung 1992: Deponie 36.

Explosion im Munitionsdepot Mitholz vom 19.12.1947

Die Explosion in der Nacht vom 19. auf den 20.12.1947 forderte neun Todesopfer und zerstörte viele Häuser in der Umgebung. 39 Häuser erlitten Totalschaden, an 66 weiteren wurden Teilbereiche zerstört.

Der Eingangstunnel der Eisenbahn wirkte wie ein Kanonenrohr. Im ganzen Talboden verstreut lagen Fliegerbomben, Artilleriegranaten sowie MG- und Gewehrmunition.

Bei der Pressekonferenz am 23.12.1947 gab das EMD bekannt, dass

Aktenverzeichnis:

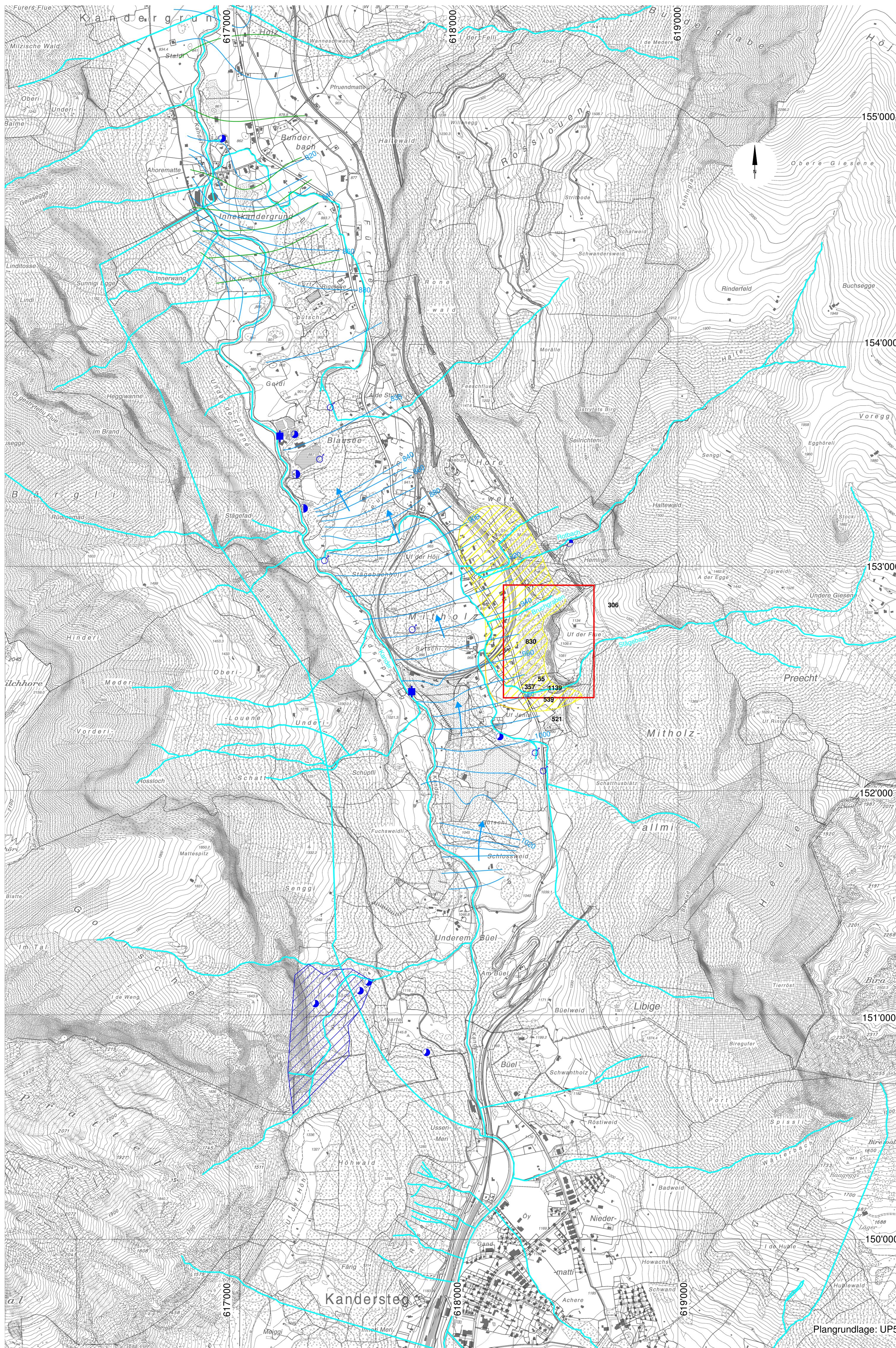
www.festung-oberland.ch, Dokumentation Nr. 5

rund 3000 Tonnen Munition in Mitholz explodiert seien. Eingelagert waren über 7000 Tonnen. Die ersten Explosionen verschütteten grosse Mengen davon, die sich nicht entzünden konnten.

Die genaue Ursache der Explosion konnte nicht festgestellt werden. Am wahrscheinlichsten ist die spontane Explosion von Kupferazid, das sich auf kupferhaltigen Zündteilen bilden kann. Eine Weisung von 1944, dass Zünder separat von den Granaten gelagert werden müssen, war in Mitholz erst in der Umsetzungsphase. Die Untersuchung des Divisionsgerichts 3b wurde Ende Mai 1949 abgeschlossen.

Zu Beginn der 1960 Jahre wurde die zerstörte Anlage instand gestellt und für den Sanitätsdienst nutzbar gemacht. Heute befinden sich Einrichtungen zur Versorgung mit Sanitätsmaterial im Stollen.

Bei Aushubarbeiten für einen Geschiebesammler fanden Bauarbeiter im Herbst 1989 noch etliche grosskalibrige Munition. Diese war durch die Gesteinsmassen zugeschüttet worden.



armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz

Situation 1:10'000

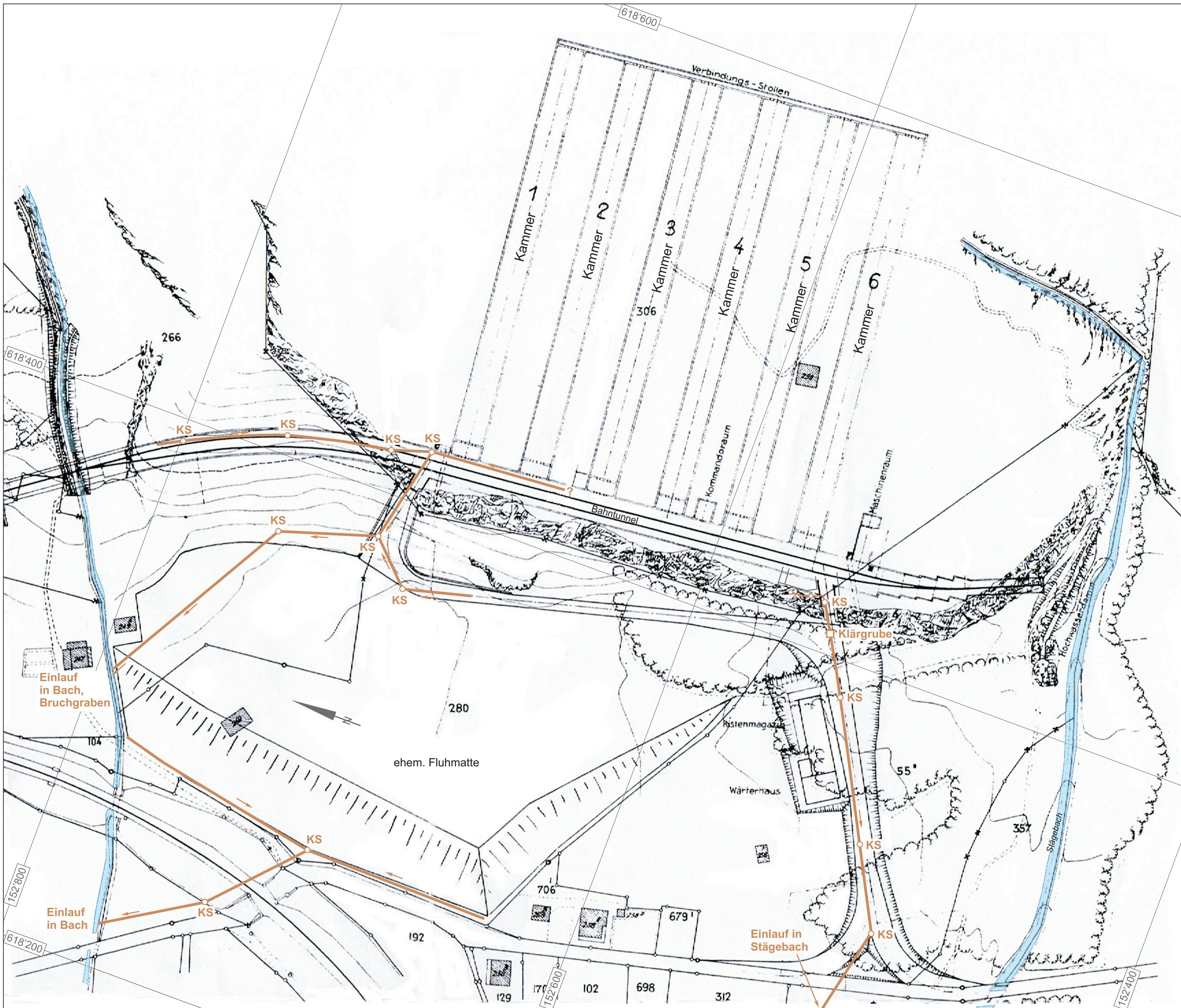
- Untersuchungsperimeter
- Hauptsächlicher Auswurfperimeter bei der Explosion
- Grundwasserschutzzone S2
- Parzellengrenzen mit Nr.
- Grundwasserfassung
- gefasste Quelle (Schüttung 1'000 - 5'000 l/min)
- gefasste Quelle (Schüttung 250 - 1'000 l/min)
- gefasste Quelle (Schüttung 25 - 100 l/min)
- ungefasste Quelle (ohne Angabe zur Schüttung)
- Oberflächengewässer
- Isohypsen des oberen Stockwerks (Mittelwasserstand) gemäss [3]
- Isohypsen des unteren Stockwerks (Mittelwasserstand) gemäss [3]
- Grundwasserfließrichtung

KELLERHALS +HAEFELI AG	Auftrags-Nr.: 7031	Beilage-Nr.: 1
GEOLOGEN - 3011 Bern	Datum: Juli 2010	Gez.: ja/ad
		Kontrol.: gf
	Datei: W-7031 Munitionsdepot Mitholz-Beilage1.kar	Format: 60x63

Plangrundlage: UP5

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz

Situation 1 : 1'000
vor der Explosion 1947



Legende:

- Kanalisationsleitung
- KS Schacht (KS = Kontrollschacht)
- Klärgrube

Planunterlagen: Ingenieurbüro Dr. H. Fehlmann, Ingenieurbüro Ad. Flury Seiler (1943):
Unterirdische Magazine Blausee - Mitholz (25.11.1942), Situationsplan (Nr. 6)

KELLERHALS +HAEFELI AG	Auftrags-Nr.: 7031	Beilage-Nr.: 2
GEOLOGEN - 3011 BERN	Datum Febr. 2010	Gez.: ad Kontrol.: ja
		Datei: W:\7031 Munitionsdepot Mitholz\Core\Situation_1947.cdr



armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz

**Situation 1 : 1'000
nach der Explosion 1961**

Legende:

- Kanalisationsleitung
- KS Schacht (KS = Kontrollschaft)
- Klärgrube

Legende Klüfte:

- offene geschlossene in den Stollen festgestellt (laut Kluftplan)
- offene geschlossene an der Oberfläche festgestellt
- vermutete Verbindung der Klüfte
- Felsrand
- hauptsächlich betroffenes Gebiet mit verschütteter Munition
- Grundwasserfiessrichtung (Hauptgrundwasserleiter)
- Grundwasserfiessrichtung (Kluft- und Meteorwasser)
- Gebiet für Bohrstandorte (Technische Untersuchung)

Planunterlagen: Prof. W. Nabholz, Dr. R. Herb (1966): Geologisches Gutachten (Nr. 38)
Dr. Hans Fehlmann (1967): Anlage B58M, Situationsplan (Nr. 40)

**KELLERHALS
+ HAEFELI AG**
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.:	7031	Beilage-Nr.:	3
Datum	Febr. 2010	Gez.:	ad
Datei:	W:\7031 Munitionsdepot Mitholz\Corel\Situation_1961.cdr	Kontrol.:	ja