

F Erkundung der Munitionsrückstände

Hinweis: Die Nummerierung in diesem Anhang ist separat geführt. Die Klassifizierung des Zwischenberichts wurde mit dem Entscheid des VBS vom 25. Juni 2018 nachträglich aufgehoben.

Protokoll Munitionsanhäufung Abortanlage und Begehung zusätzliche Hohlräume anlässlich Begehung vom 07.02.2018

Protokoll Munitionsanhäufung Abortanlage

Lage: Abortanlage

Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Form und Kompaktheit	Neigung	Länge	Höhe	Breite	Volumen
Anhäufung von Munitionsrückständen in Abortanlage + seitlichem kleinem Stollen, welcher zurück in den Bahnstollen führt. Anstieg von 1.3 m Höhe Eingangs Abortanlage in Rtg NW auf ebene Fläche.	0° (eben)	8.9 m Abortanlage 8.3 m Seitenstollen	Noch 1.1 m freie Höhe bis Decke im flachen Bereich und 2.4 m zu Beginn des Anstiegs in Rtg NW	3.2 m Abortanlage 1.1 m Seitenstollen	ca. 65 m ³ (unter Annahme Gesamthöhe Abortanlage und Seitenstollen 3 m)

Beispiele Munition:

Munitionsart	Zustand	Häufigkeit in Anhäufung (sichtbar)
Diverse Typen gemäss Protokoll Sondierung Abortanlage auf 1 m ² Fläche bis 45 cm Tiefe	Teilweise stark korrodiert	An Oberfläche häufig in Mischung mit Schutt, Steinblöcken und Holzrückständen



Abbildung 1: Anhäufung Munitionsrückstände Abortanlage

Abbildung 2: Sondierung auf 1m² in Anhäufung Abortanlage

Protokoll zusätzliche Hohlräume 07.02.2018

Nr. 1 Lage: Von Halle vor Kammer 4 aus (alte Bezeichnung) in Rtg N

Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Nördlich der Halle vor Kammer 4 (alte Bezeichnung) steigt eine schräge Halde an und unterteilt sich in zwei ca. parallele, begehbare Gänge von ca. 6 m Länge mit Profilquerschnitten zwischen 4-36 m². Die Höhe steigt dabei rasch über die ehemalige Oberkante des Bahntunnels. Die Hohlräume weisen viel Schutt, grosse Blöcke jedoch nur vereinzelt Munition und Zünder auf. Zuhinterst beim linken Gang konnte mittels einer Kanalkamera von LBA/LFB Meiringen (siehe Anhang 1) nochmals ein enger Gang Richtung N von ca. 8 m Länge mit Neigung nach unten inspiziert werden. In dieser Spalte konnte keine Munition festgestellt werden.

Von der Halle vor Kammer 4 keine weiteren begehbaren Hohlräume mehr gefunden und auch keine Spalten mit grösseren Munitionsrückständen.

Video Kanalkamera: 20180207_092600



Abbildung 3: Hohlraum Nr. 1 (linker Gang)



Abbildung 4 : Munitionsrückstände in Hohlraum Nr. 1 (linker Gang)

Nr. 2 Lage: Bei Anstieg nach Halle vor Kammer 4 (alte Bezeichnung) Rtg S etwa auf Höhe Kammer 5 auf Westseite des Bahntunnels

Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Zwei kleine Hohlräume entlang Westseite Bahntunnel im Versturz von ca. 2.5 m Höhe, welche in einen kleinen Raum führen. Von hier mit Kanalkamera ca. 6 m tief in dünne Spalten nach unten gesucht. Relativ viel Holz und nur vereinzelt Munitionsrückstände (siehe Abb. 6).

Video Kanalkamera: 20180207_145223, 20180207_140657, 20180207_142836



Skizze 1: Hohlraum Nr. 2



Abbildung 5: Hohlraum Nr. 2



Abbildung 6: Bild ab Rohrkamera mit Munition (vermutlich 8,1cm Mw WG)

Nr. 3 Lage: In Eisenbahntunnel Ostseite hoch über Eingang Kammer 5

Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Am Ende einer schrägen Rampe auf einem kleinen Boden hat es an der Felswand ostseitig ein kleines Loch von ca. 1 m² Querschnitt, welches senkrecht ca. 6 m abfällt. So wie es aussieht, könnte man hier direkt zur Verschüttung vor der Kammer 5 gelangen. Diese Stelle sollte in einer nächsten Begehung besichtigt werden. Zum Abseilen müsste man an der Felswand 2 Verankerungen anbringen, da der vordere Teil des Lochs aus Lockergestein besteht.



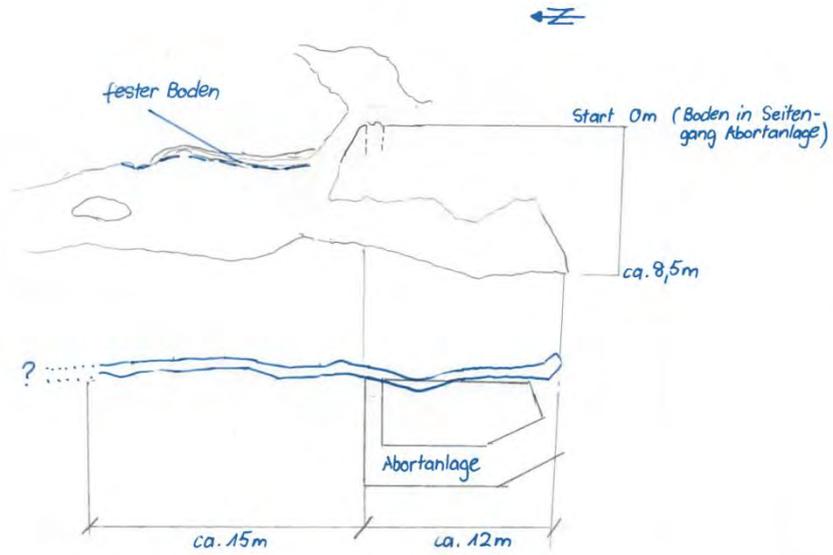
Abbildung 7: Eingang zu Hohlraum Nr. 3

Nr. 4 Lage: Vor Ausgang kleiner Seitenstollen bei Abortanlage in Eisenbahntunnel **Koordinaten Position:**

Beschreibung der Stelle:

Beim Ausgang des kleinen Seitenstollens Richtung Bahntunnel führt ein Loch ca. 6.5 m tief mit leicht nördlich in eine Kluft, welche ab hier für mindestens 15 m Länge in nördliche, sowie für ca. 12 m Länge in südliche Richtung verläuft. Die Höhe der Kluft beträgt ca. 3-8.5 m und sie ist zwischen ca. 0.4-1.2 m breit. Auf einem Niveau von ca. 2.5 m unter dem Einstieg verläuft eine markante Linie (siehe Abb. 10) mit einem ehemals befestigtem Boden aus Teer/Beton (ehemaliger Boden Bahntunnel)?

Über dieser Schicht befindet sich eine Schicht mit starker Konzentration an Munitionsrückständen, durchsetzt mit Holz, Steinen und Herd. Am Eingang der Kluft weist die Schicht nur wenig Munition auf und ist ca. 1 m hoch (siehe Abb. 9). Am südlichen Ende der Kluft befinden sich zwei intakte 50 kg Fliegerbomben in ca. 30 cm Distanz zueinander (siehe Abb. 15). In Kontakt mit der oberen Bombe liegen auch 2 Stk Artilleriegeschosse (7.5 cm Flab Kan?).



Skizze 2: Hohlraum Nr. 4



Abbildung 8: Kluft bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 9: Schuttschicht im Eingangsbereich Hohlraum Nr. 4



Abbildung 10: „Boden“ mit Explosionsrückständen



Abbildung 11: Kluft bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 12: Munitionsrückstände in Kluftspalt bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 13: Munitionsrückstände in Kluftspalt bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 14: Munitionsrückstände in Kluftspalt bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 15: 2 Stk 50 kg Fliegerbomben und 2 Stk (7.5 cm Flab Kan?)



Abbildung 16: Munitionsrückstände in Kluftspalt bei Hohlraum Nr. 4



Abbildung 17: Munitionsrückstände in Kluftspalt bei Hohlraum Nr. 4

Protokoll:
ar W+T, Jörg Mathieu
Kdo KAMIR, Philippe Heusler

Anhang 1: Kanalkamera Inspector 40 von LBA/LFB Meiringen





INTERN

Protokoll Sondierbox (Begehung 07.02.2018)

Lage: Abortanlage

Lagetiefe cm	Buchstabe	Munitionstyp	Zünder j/n Typ	Zustand	Korrosion	Abstand zur anderer Mun cm	Art und Härte Mate- rial um Mun	Foto
0	A	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	stark korrod	A zu B, 5mm	Luft	26
	B	10,5cm StG	nein	intakt	stark korrod			
	C	10,5cm StG	nein	nur Gesch Boden	stark korrod			
	D	7,5cm Flab Kan StG	nein	leer	stark korrod	D zu E 2cm		
	E	7,5cm Kan StG MZ	nein, abge- schert	intakt	stark korrod			
	F, G, H	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	stark korrod			
	I	8,1cm Mw Wurf- mine	nein	intakt	stark korrod			
	J	8,1cm Mw WG	nein	intakt	stark korrod			
		Div Hülsenteile von 20mm Flab Kan 38 7,5cm Flab Kan 38 10,5cm Kann						

1/9

INTERN



26

2/9

Lagetiefe cm	Buchstbe	Munitionstyp	Zünder j/n Typ	Zustand	Korrosion	Abstand zur anderer Mun cm	Art und Härte Material um Mun	Foto
0 - 15	A	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster			feiner Schutt, bestehend aus: Holzsplitter Steinsplitter Russ Nur leicht komprimiert	28
	B	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	leicht korrod			
	C	8,1cm Mw WG	nein	intakt	leicht korrod	C zu D 20cm		
	D	8,1cm Mw WG	nein	intakt	leicht korrod			
	E	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster				
	F	8,1cm Mw WG	nein	intakt	leicht korrod	F zu G 0mm		
	G	8,1cm Mw WG	nein	intakt	leicht korrod	G zu H 0mm		
	H	7,5cm Kan StG MZ	nein	intakt	leicht korrod			
	I	34mm Flab Kann StG	nein	leer	leicht korrod			
	J	Zünderteil mit Sprengstoff	ja	Zünderteil	stark korrod			
	K	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	stark korrod	K zu L 4cm		
	L	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	stark korrod	liegen zusammen		
	L	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	intakt	stark korrod			
M	8,1cm Mw Wurfmine	nein	intakt	stark korrod	M zu N 0mm			

Lagetiefe cm	Buchstbe	Munitionstyp	Zünder j/n Typ	Zustand	Korrosion	Abstand zur anderer Mun cm	Art und Härte Material um Mun	Foto
0 - 15	N	8,1cm Mw WG	nein	intakt	stark korrod		feiner Schutt, bestehend aus: Holzsplitter Steinsplitter Russ Nur leicht komprimiert	28
	O	Vermutlich 12cm Spitz G	nein	nur Geschossboden	stark korrod			
		6x 20mm Pz Voll G mit Lsp	nein	leer	stark korrod			
		3x 34mm StG Flab Kan	nein	leer	stark korrod			
		1x 34mm StG Flab Kan	ja	intakt	stark korrod			
		Mw Zünder	MVZ 32	leer	stark korrod			
		Mw Zünder	MVZ 32	intakt	stark korrod			
		Zünder 7,5cm Kan	Doppelzünder für Feld Kan	leer	stark korrod			
	Hülsenteile von 20mm Flab Kan 38 10x 34mm Flab Kan 38 4x							



28

Lagetiefe cm	Buchstabe	Munitionstyp	Zünder j/n Typ	Zustand	Korrosion	Abstand zur anderer Mun cm	Art und Härte Material um Mun	Foto
15- 30	A	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	leicht korrod	A zu b 2cm	feiner Schutt, bestehend aus: Holzsplinter Steinsplinter Russ Nur leicht komprimiert	
	B	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	intakt	stark korrod			
	C	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	leicht korrod	C zu D 1cm		
	D	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster	stark korrod			
	E	Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	intakt	stark korrod			
		11x 20mm Pz Voll G mit Lsp	nein	leer	stark korrod			
		2x 20mm Stg Flab Kan 38	ja	intakt	stark korrod			
		1x 34mm StG Flab Kan	nein	leer	stark korrod			
		1x 34mm StG Flab Kan	ja	intakt	stark korrod			
		1x 34mm Pz Voll G Lsp	nein	intakt	stark korrod			
		3x Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster	stark korrod			
	Hülsenteile von 20mm Flab Kan 38 6x 34mm Flab Kan 38 1x 7,5cm Flab Kan 38 5x 10,5cm Kan 3x							



Lagetiefe cm	Buchstbe	Munitionstyp	Zünder j/n Typ	Zustand	Korrosion	Abstand zur anderer Mun cm	Art und Härte Mate- rial um Mun	Foto
30 - 45	A	10,5cm Kan u Hb StG	nein	Intakt, unbe- kannt ob ge- füllt	stark korrod	A zu B 0mm	feiner Schutt, bestehend aus: Holzsplinter Steinsplinter Russ Nur leicht komprimiert	31
	A	3x Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster	stark korrod			
	B	10.5cm Kan u Hb Zünder	MVZ 45	ohne Booster	stark korrod			
	C	7,5cm Flab Kan StG	nein	intakt	stark korrod			
	D	7,5cm Ge- schoss patro- niert	unbekannt	unbekannt	stark korrod			
		2x 34mm StG Flab Kan	nein	leer	stark korrod			
		2x Zünder zu Flab Kan 38	ZZ 37	ohne Booster	stark korrod			
		1x 10,5cm StG Mundlochschr	Mundloch- schraube	mit Booster	stark korrod			
		2x 20mm Pz Voll G mit Lsp	nein	leer	stark korrod			
		Mw Zünder	MVZ 32	leer	stark korrod			
		Mw Zünder	MVZ 32	intakt	stark korrod			
		Hülsenteile von 20mm Flab Kan 38 2x 7,5cm Flab Kan 38 2x						



31

Protokoll Begehung Hohlräume und Lokalisierung ehemalige Eingänge vom 27.02.2018 (Ergänzung zur Begehung/Protokoll vom 07.02.2018)

Bei dieser Begehung wurde für die Vermessung ein Hand-Laservermessungsgerät Bosch PLR 50 C eingesetzt.

Nr. 3 Lage: In Eisenbahntunnel Ostseite hoch über Eingang Kammer 5

Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Am Ende einer schrägen Rampe auf einem kleinen Boden hat es an der Felswand ostseitig ein kleines Loch von ca. 1 m² Querschnittsfläche, welches senkrecht ca. 6 m direkt auf die Verschüttung vor Kammer 5 (alte Bezeichnung) führt.

An der Felswand wurde mit 2 Bohrhaken eine Abseilstelle eingerichtet. So gelangt man auf die schräge Verschüttung, welche von hier steil zur Backsteinmauer vor der Kammer 5 reicht. Im gesamten Hohlraum wurden oberflächlich keine Munitionsrückstände angetroffen und es lagen keine weiteren begehbaren Gänge vor.



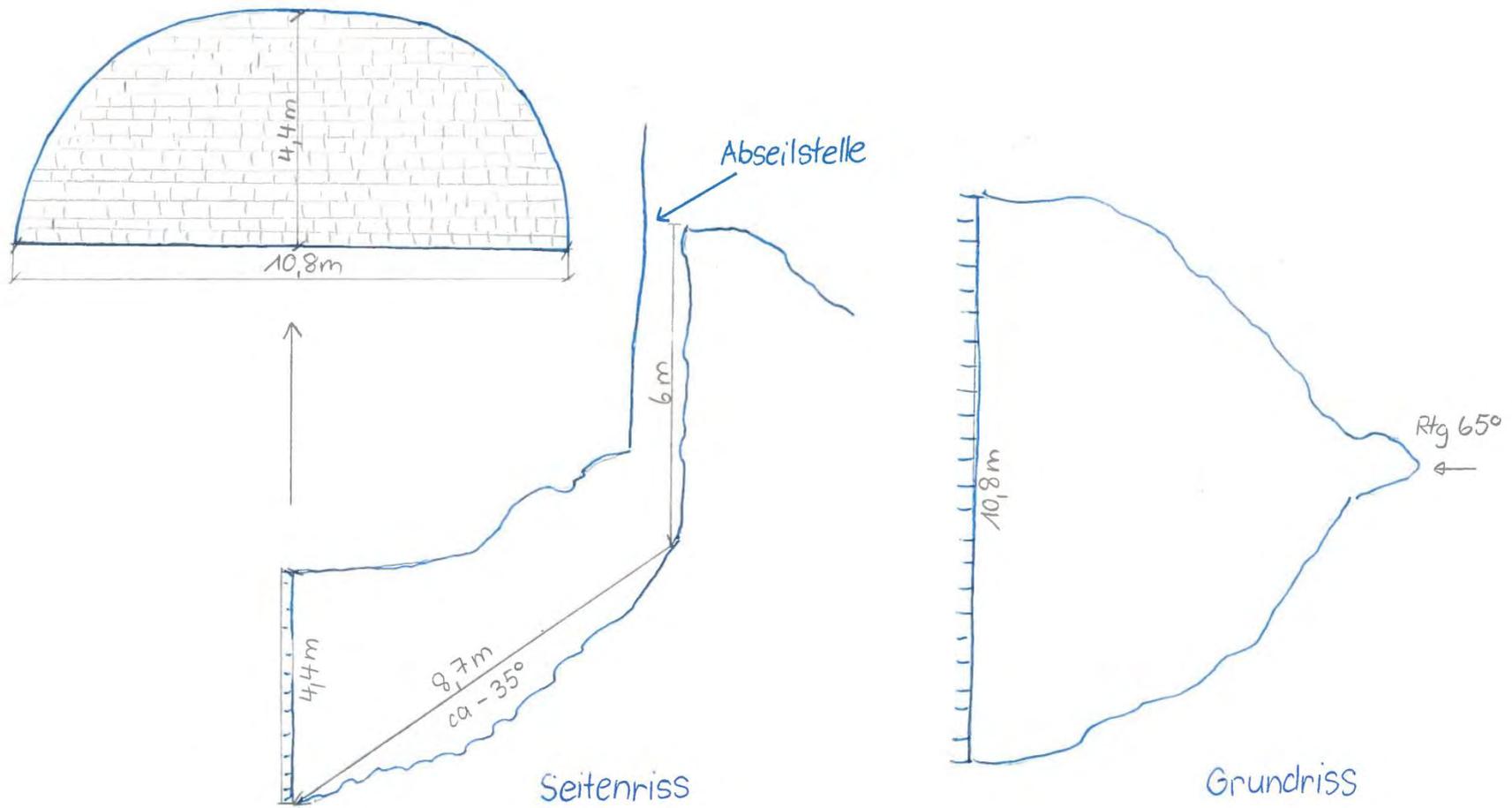
Bild 1: Abseilen in Hohlraum Nr. 3



Bild 2: Blick auf Verschüttung zurück zu Abseilstelle



Abbildung 3: Backsteinmauer vor Kammer 5



Skizze 1: Hohlraum Nr. 3 mit Verschüttung vor Kammer 5

Nr. 4 Lage: Beim Ausgang kleiner Seitenstollen bei Abortanlage in Eisenbahntunnel Koordinaten Position:

Beschreibung der Stelle:

Beim Ausgang des kleinen Seitenstollens Richtung Bahntunnel führt ein Loch ca. 6.5 m tief leicht nördlich in eine Kluft, welche ab hier für 31 m Länge in Richtung Norden, sowie für ca. 16 m Länge in Richtung Süden verläuft. Die Höhe der Kluft beträgt ca. 2-8 m und sie ist zwischen ca. 0.4-1.5 m breit (siehe Skizze 2 und 3). Auf einem Niveau von ca. 2.5 m unter dem Einstieg verläuft eine markante Linie mit einem ehemals befestigtem Boden aus Teer/Beton (vermutlich entspricht dies dem ehemaligen Boden des Bahntunnels). Die ganze Kluft verläuft entlang der westlichen seitlichen Begrenzung des ehemaligen Bahntunnels.

Entlang dieser Linie befindet sich auf der ganzen Länge der Kluft eine Schicht mit starker Konzentration an Munitionsrückständen, durchsetzt mit Holz, Steinen und Herd von total 43 m. Am Eingang der Kluft weist die Schicht nur wenig Munition auf und ist ca. 1 m hoch. Am südlichen Ende der Kluft befinden sich zwei intakte 50 kg Fliegerbomben in ca. 30 cm Distanz zueinander. In Kontakt mit der oberen Bombe liegen auch 2 Stk Artilleriegeschosse (7.5 cm Flab Kan?).

In nördlicher Richtung weist die Schicht mehr Munition auf (sich Abb. 4-6). Nach 4 m Länge befindet sich am Boden der Kluft ein kleiner Gang, welcher in der Tiefe dunkel schwarz ist und beim Eingang in die Kluft gibt es starke, gelbe, kristalline Ablagerungen an den Wänden (siehe Abb 7). Dabei könnte es sich um Russ und geschmolzenes TNT handeln, welche hier nach einem längeren Brand hier zurück geblieben sind. Am nördlichen Ende der Kluft befinden sich auch einzelne Backsteine in der Bodenschicht (siehe Abb. 8).



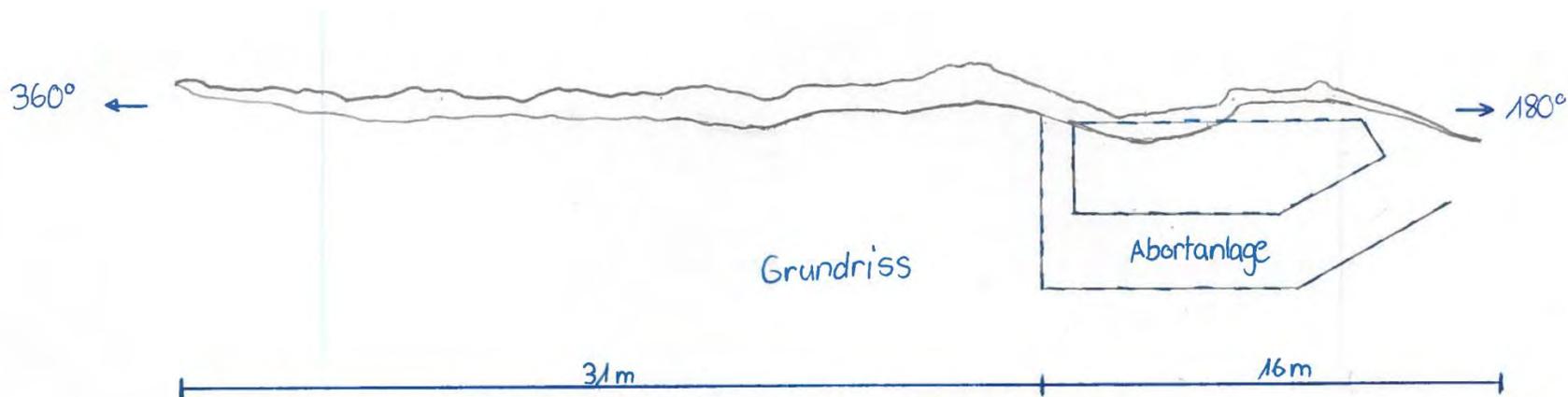
Abbildung 4-6: Schicht mit Munitionsrückständen, Holz und Schutt auf Niveau ehemaliger Bahntunnel



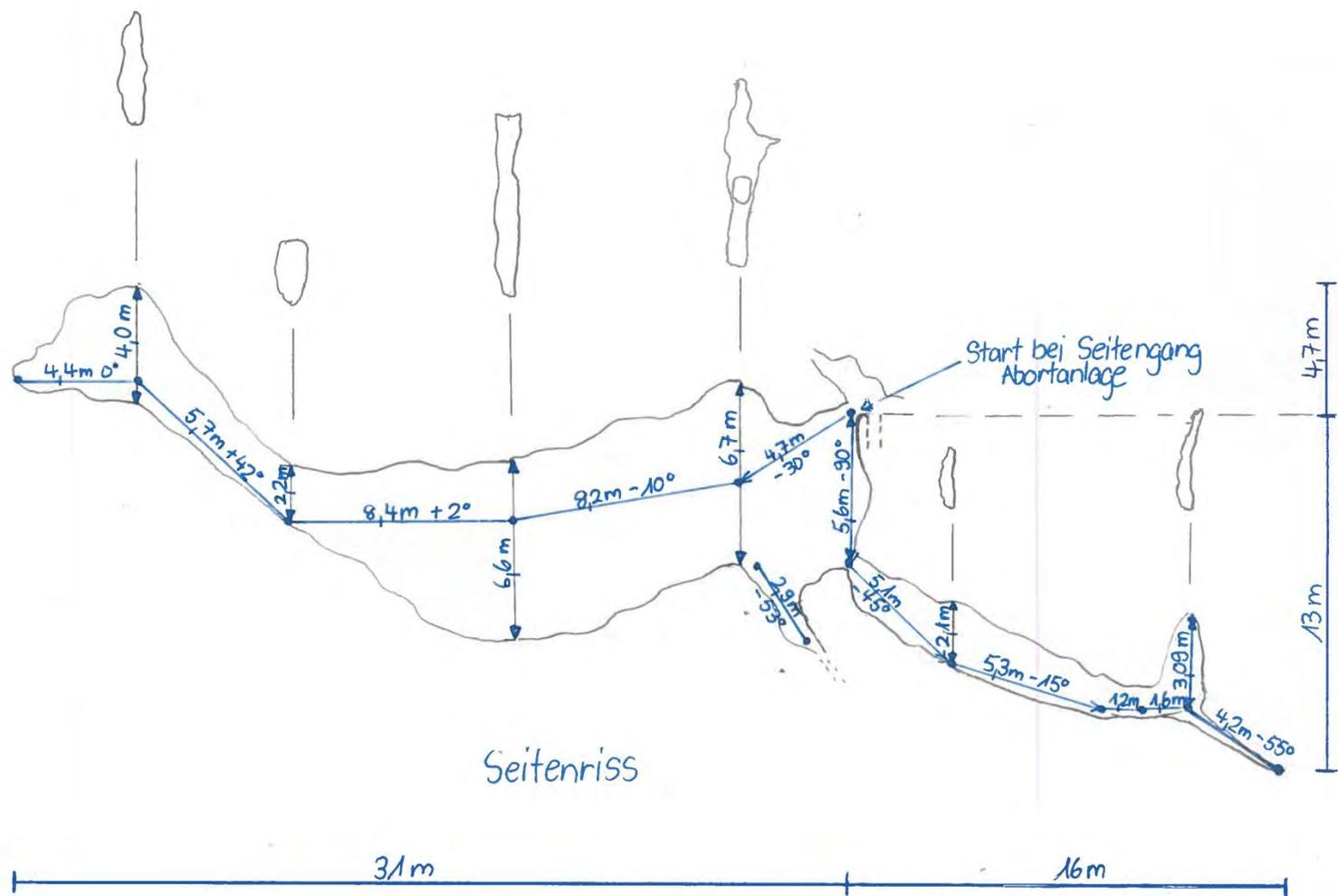
Abbildung 7: Schwarzer Schlot und gelbe kristalline Ablagerungen an den Wänden darüber



Abbildung 8: Backsteine in Schicht mit Munitionsrückständen



Skizze 2: Grundriss Hohlraum Nr. 4



Skizze 3: Seitenriss Hohlraum Nr. 4

Lokalisierung ehemalige Einstiege

Die Einstiege 2-4 gemäss Kopien aus Bildband Blausee Mitholz (siehe Anhang 1) wurden neu lokalisiert und mittels GPS eingemessen. Die Positionierung ist jedoch nur auf einige Meter genau, da das GPS so nahe an der Felswand nur wenige Satelliten empfangen konnte.

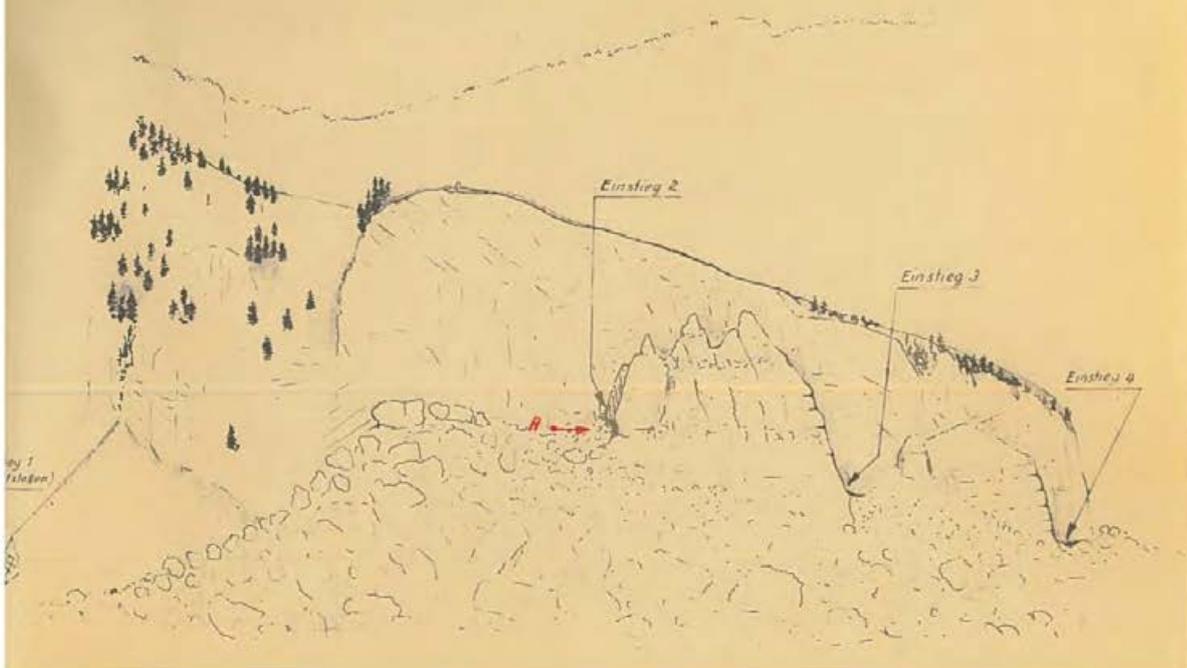
Bezeichnung	Position	Veränderung im Vergleich zu 1947	Foto
Einstieg 2	618441/152623	Der Einstieg wurde über die Jahre stark mit Lockergestein verschüttet und ist dadurch ev. nicht mehr begehbar.	
Einstieg 3	618438/152549	Einstieg 3 hat sich seither kaum verändert. Als Einstiegs-Sicherung sowie zum Rückhalt von losem Gestein wurde ein Gitter angebracht, welches jedoch stark beschädigt und gegen einen Einstieg nicht wirksam ist.	

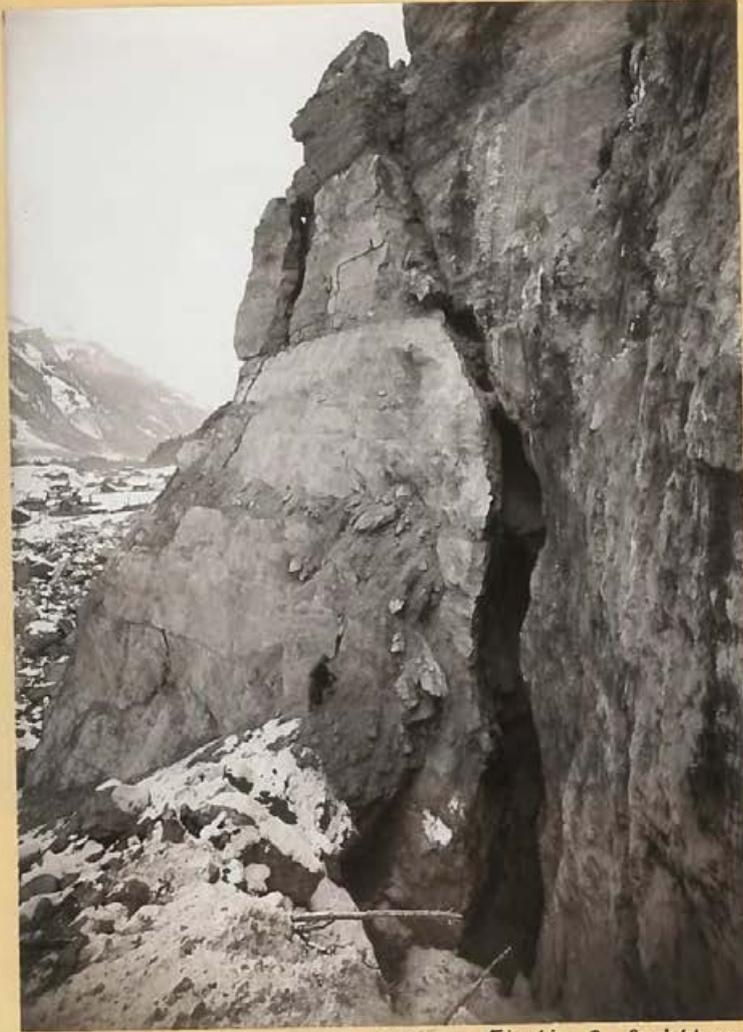
Einstieg 4	618442/152482	Der Einstieg in Verlängerung der Kluft wurde aufgeschüttet und ist daher nicht mehr zugänglich.	 <p data-bbox="1832 416 2011 624">Position ehemaliger Einstieg 4 gemäss Pfeil auf Skizze Anhang 1</p>
Zusätzlicher Einstieg ?	618465/152622	Hinter einem grossen Block nahe Einstieg 2 befindet sich ein offenes Loch mit ca. 4 m ² Querschnittsfläche. Ev. gibt es hier eine weitere direkte Verbindung zum verschütteten Bahnstollen.	

Anhang 1: Einstiege 2-4 aus Bildband Blausee Mitholz

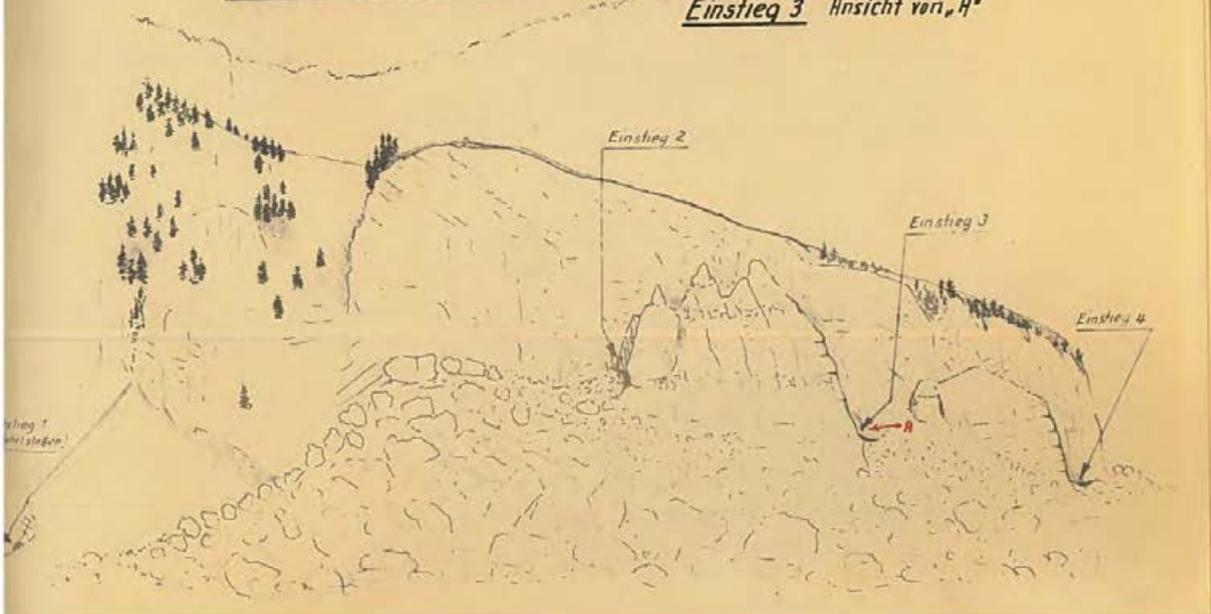


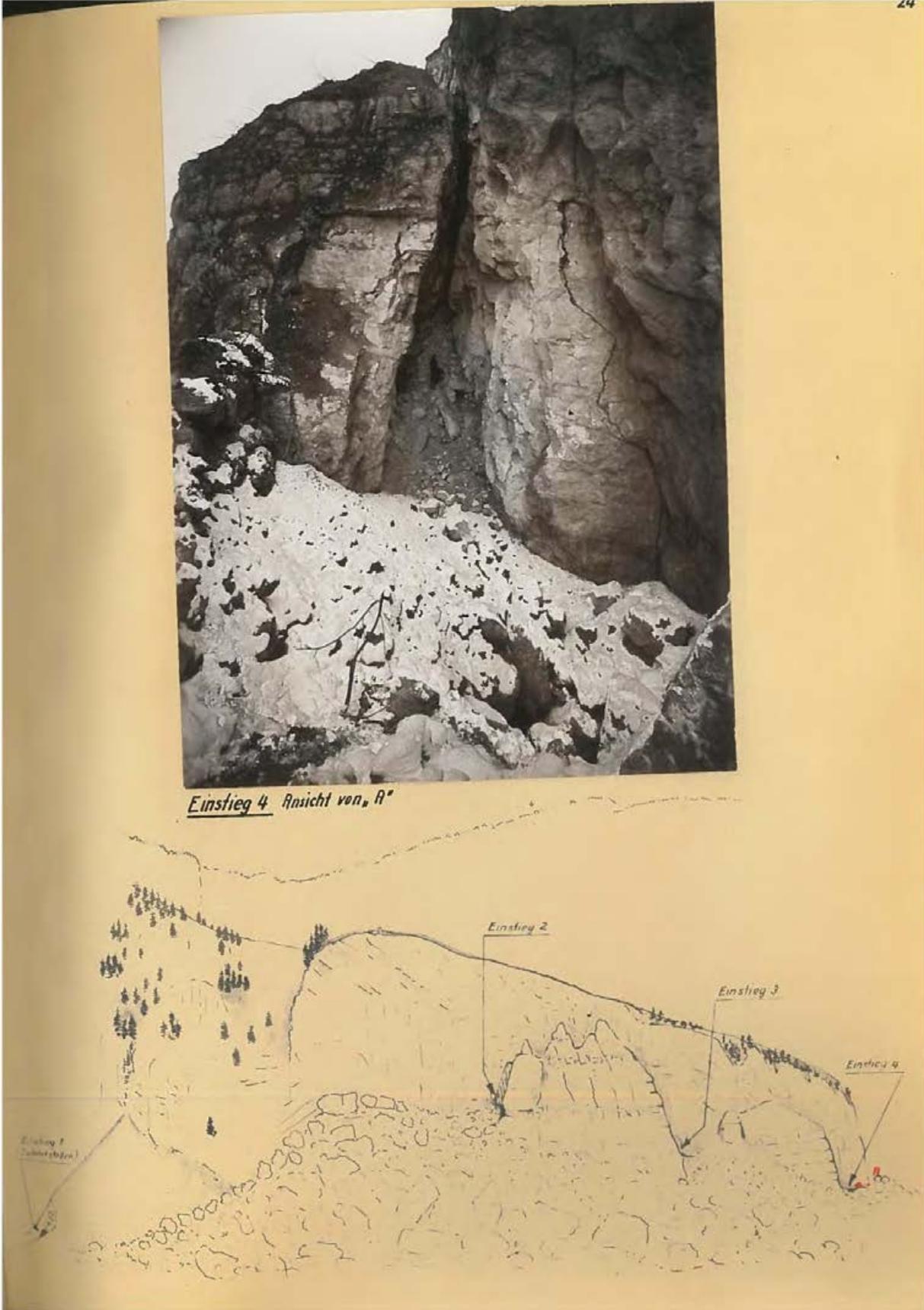
Einstieg 2 Ansicht von „R“





Einstieg 3 Ansicht von „A“





Einstieg 4 Ansicht von „R“

G Mögliche Auslösemechanismen



Blausee-Mitholz

Problematik Munitionsrückstände

FB Explosivstoffe und Munitionsüberwachung (WTE); Mathieu Jörg, Luginbühl Reto



Problematik Munitionsrückstände Blausee-Mitholz

- Von Explosionsereignis 1947 ca. 1'400 t Munitionsrückstände im verschütteten Bahnstollen sowie ca. 1'200 t Munitionsrückstände unter Felsabsturz.
- Im begehbaren Teil sind auch dicht konzentrierte Bereiche sichtbar. Im Ereignisfall kann hier eine Massenreaktion von > 1 t Q TNT nicht ausgeschlossen werden.
- Im 240 m langen verschütteten Teil ist damit zu rechnen, dass weitere Bereiche mit hohen Konzentrationen vorhanden sind.
- Die meisten Explosivstoffe sind noch reaktionsfähig und es ist mit scharfen Zündern (separat wie auch montiert) zu rechnen.
- Durch die Problematik Kupferazidbildung (voraussichtliche Ursache für Explosionsunglück 1947), sowie zunehmende Instabilität der enthaltenen Treibladungspulver ist davon auszugehen, dass die Empfindlichkeit der Munitionsrückstände in den nächsten Jahrzehnten eher noch leicht ansteigt.
- Mögliche Auslösemechanismen sind:
 - Spontane Umsetzung eines Zünders via Umsetzung Kupferazid durch Riss Abdeckfolien Zünd- und Sprengkapseln infolge Korrosion
 - Mechanische Belastung bei Manipulation/Bergung
 - Erschütterung durch Erdbeben oder Sprengarbeiten
 - Felsbewegungen durch Instabilität des Verwurfs
- Resultate Umwelt-Monitoring seit 2010 ergab bisher keinen Handlungsbedarf



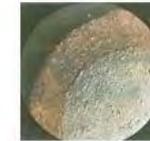
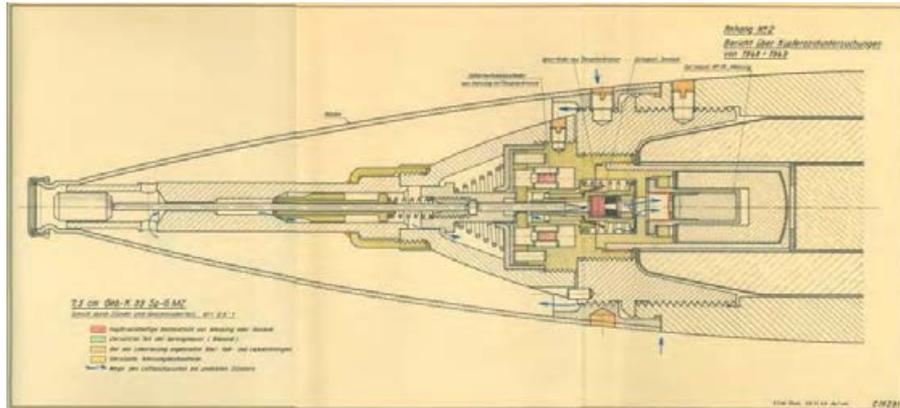
Eindrücke Situation in der Verwerfung





Problematik Kupferazid

Bleiazid neigt mit Feuchtigkeit zur Bildung von flüchtiger Stickstoffwasserstoffsäure. Kommt diese Säure in Kontakt mit Kupfer entsteht sehr empfindliches Kupferazid



Kupferazid-Schicht auf Sprengkapsel



Risse Abdeckfolie durch Korrosion

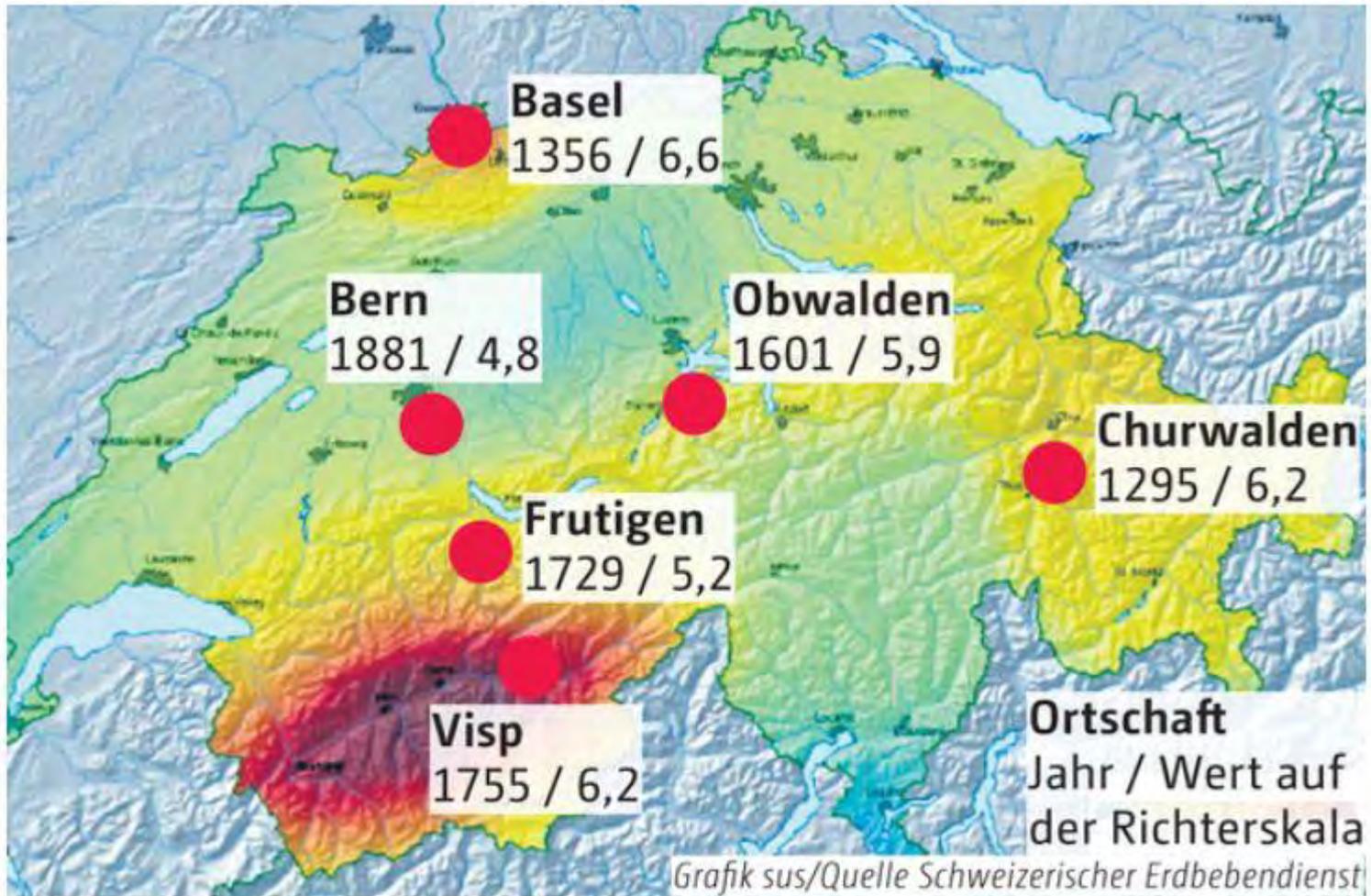
Blausee-Mitholz: 7000t Munition mit 9 Toten und sehr grosser Sachschaden

Erkenntnisse aus dem Schlussbericht von 1950

- Einzelne Zündkapseltypen neigen zur Bildung von Kupferazid
- Eine Übertragung auf den Knallsatz der eingebauten Zündkapseln ist unwahrscheinlich aber doch möglich und konnte bei einzelnen Versuchen nachgewiesen werden.
- Bei der Zündkapsel Nr 74 bildet sich auf der Aussenseite der Messingfolie oft ein unregelmässiger, knolliger Kupferazid-Belag. Durch das darunterliegende Schwarzpulver neigt die Folie zur Korrosion und in der Folge kommt es zur Rissbildung wodurch das Kupferazid ausgelöst werden kann.



Erdbeben in der Schweiz



Erdbeben in der Schweiz Bild: Grafik sus/Quelle Schweizerischer Erdbebendienst

Thun, 19.02.2018
WTE, MJO

Mögliche Auslösemechanismen

Aufgrund der vorhandenen Räumberichte liegen heute noch ca. 1'400 t Munitionsrückstände im verschütteten Bahnstollen und ca. 1200 t unter dem Auswurf. Die meisten enthaltenen Explosivstoffe sind noch reaktionsfähig und es liegen zudem auch viele, oftmals intakte Zünder (separat wie auch vormontiert) vor.

Gemäss Expertenbericht der administrativen Expertenkommission (Kommission II) zur Explosion Munitionsmagazin Mitholz vom 19./20.12.1947 wurden für die Katastrophe 4 mögliche Ursachen in Betracht gezogen:

- a) Bildung von Kupferazid an den Zündkapseln der Geschosse, Explosion derselben unter äusseren Einflüssen, z.B. sehr schwachen elektrischen Strömen.
- b) Pulverentzündung durch Zündkapselreisser.
- c) Zersetzung der Nitrocellulosepulver-Schussladung.
- d) Sabotage, Fahrlässigkeit und ungenügende Wartung.

Die gleichen vier möglichen Ursachen wurden auch für die Ereignisse in Dailly, Ruis und Göschenen in Betracht gezogen, wobei die Pulverentzündung durch Zündkapselreisser im Bericht eher als Frage aufgeworfen wird. In WTE ist dieses Phänomen nicht bekannt und auch die Rückfrage bei 2 pensionierten Munitionsspezialisten ergab keine weiteren Informationen dazu.

Aus heutiger Sicht sind daher insbesondere zwei Szenarien für die Auslösung einer Detonation/Deflagration oder eines Brandes von vorliegenden Munitionsrückständen zu berücksichtigen:

1. Detonation/Deflagration von Zündern oder bezünderten Granaten durch die Umsetzung von Kupferazid

Nach dem Explosionsunglück Blausee Mitholz wurde von der Kriegstechnischen Abteilung, Sektion für Munition die Bildung von Kupferazid in Munition eingehend untersucht und im Januar 1950 wurden die detaillierten Resultate im „Bericht über die Untersuchungen zur Feststellung von Kupferazid in Munition“ dargelegt.

Die Untersuchung hat gezeigt, dass sich in bestimmten Zündern sehr häufig Kupferazid bilden konnte. Kupferazid ist ein Initialsprengstoff, welcher auf mechanische Einwirkungen, Hitze sowie elektrische Ströme äusserst empfindlich reagiert. Dessen Bildung erfolgt über die Umsetzung von Bleiazid in Sprengkapseln mit luftdurchlässigem Abschluss (z.B. Seidegaze) durch Einwirkung von Feuchtigkeit oder Kohlensäure aus der Luft, insbesondere bei undichter Zünderkonstruktion. Dabei wird flüchtige Stickstoffwasserstoffsäure abgespalten, welche durch den Kontakt mit Kupfer-haltigen Zünderteilen zur Entstehung von feinen bis knolligen Kupferazid-Belägen führt. Besonders heikel war der Momentanzünder der 7,5cm Geb-K. 33 Sp-G.MZ (Spitzgranate; siehe Skizze in Beilage). In diesem Zünder befindet sich in unmittelbarer Nähe zur Bleiazid-haltigen Sprengkapsel Nr. 12 eine Zündkapsel Nr. 74. Bei bestimmten Zünderlosen wiesen bis zu 100% dieser Kapseln Beläge mit starker Kupferazid-Ablagerung auf. In Versuchen wurde zudem nachgewiesen, dass sich bis zu 80% dieser Kapseln bei künstlicher Auslösung des Kupferazidbelags (z.B. durch geringe Ströme) umsetzen.

Da bei diesem Zündertyp die darunterliegende Sprengkapsel Nr. 12 in Linie angebracht ist, würde in diesem Fall auch der Ladungssprengstoff initiiert und es käme zur Deflagration oder Detonation der Granate. In der Folge käme es auch zur Detonations-Übertragung auf sprengfähige Munitionsrückstände in unmittelbarer Umgebung.

Gleichzeitig neigt die Zündkapsel Nr. 74 durch Korrosionseffekte zur spontanen Rissbildung der Messing-Abdeckscheibe. Im Rahmen der Untersuchungen wurde bei der Delaborierung der Zünder von 30'000 Stück 7,5cm Geb-K. 33 Sp-G.MZ an 6 Zündkapseln Nr. 74 entsprechende Rissbildung festgestellt. Aufgrund der hohen Empfindlichkeit des Kupferazides besteht nun aber durchaus die Möglichkeit, dass die Kupferazid-Beläge auf der Abdeckscheibe bei der Bildung von Spannungsrissen mechanisch ausgelöst werden könnten. In der Folge würde dies mit ca. 80%-iger Wahrscheinlichkeit zur Umsetzung der gesamten Granate führen. Insgesamt waren zum Zeitpunkt des Munitionsunglücks im Munitionsmagazin Blausee Mitholz 49'722 Stück 7,5cm Geb-K. 33 Sp-G.MZ eingelagert.

Als weitere auslösende Faktoren für die Initiierung der Kupferazid-Beläge in diesen Granaten kommen zusätzlich folgende Faktoren in Frage:

- Schlageinwirkung durch Gesteinsbewegungen
- Schlageinwirkung durch starke Erschütterungen wie z.B. Erdbeben oder Sprengarbeiten in kurzer Distanz

Die Auslösung durch geringe Ströme ist aufgrund der umgebenden Metallhülle sowie der Situation vor Ort eher als unwahrscheinlich einzustufen.

Durch fortschreitende Korrosion dringt mit der Zeit immer mehr Feuchtigkeit in die Munitionsrückstände. Es ist davon auszugehen, dass in der Folge die Problematik der Kupferazidbildung in den nächsten Jahrzehnten insgesamt eher noch leicht ansteigen wird. Die primär entstehenden Kupferazide CuN_3 und $\text{Cu}(\text{N}_3)_2$ wandeln sich dabei unter Einfluss von Feuchtigkeit mit der Zeit in die stabile Endverbindung CuOHN_3 um, welches ebenfalls noch sehr empfindlich reagiert.

2. Abbrand von Treibladungspulver durch Selbstentzündung

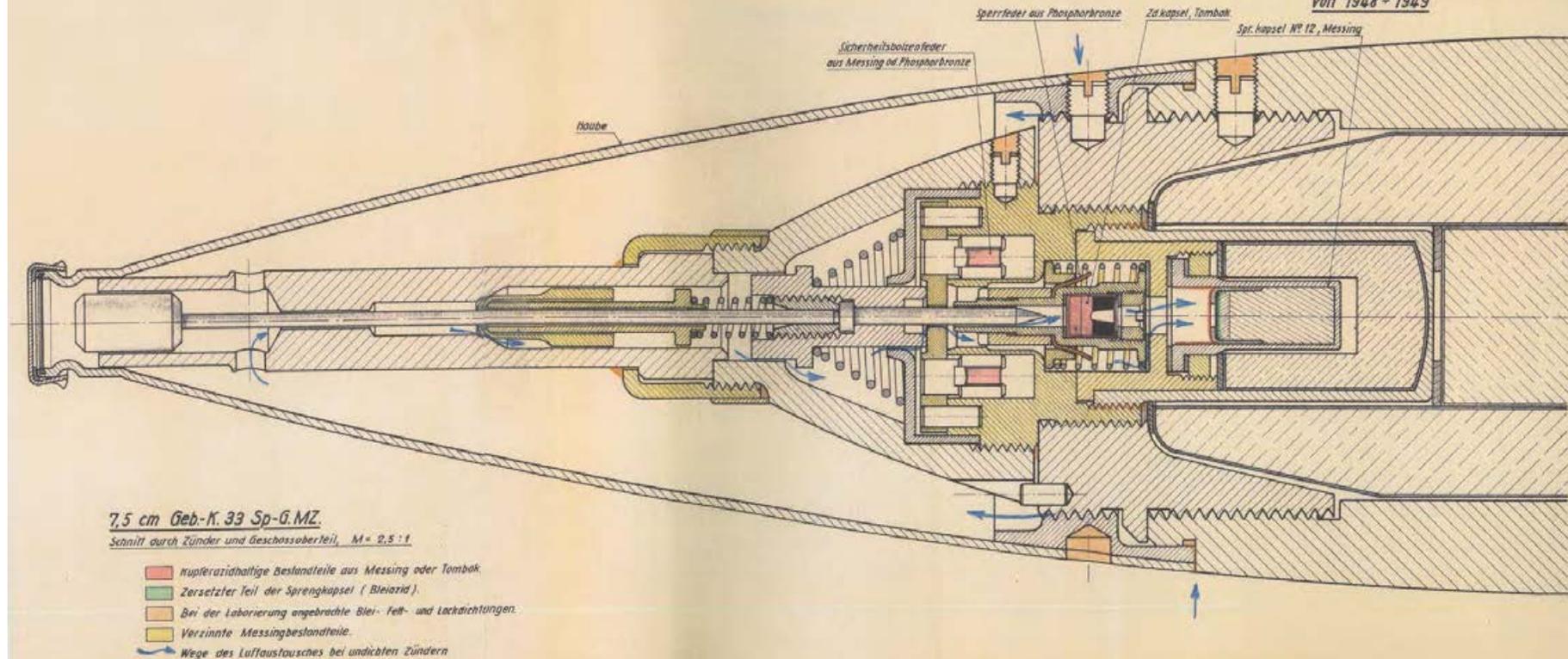
Die Nitrocellulose der Treibladungspulver neigt zur autokatalytischen Selbstzersetzung. Um diese unerwünschte Reaktion zu verlangsamen, enthalten Treibladungspulver zumeist einen chemischen Stabilisator. In Funktion der ursprünglichen Pulverqualität sowie der klimatischen Bedingungen wird dieser Stabilisator über die Zeit abgebaut und das Pulver beginnt sich unter Abgabe von Wärme und Gas zu zersetzen. In der Folge kann es bei fortschreitender Zersetzung in seltenen Fällen (konservativ bei 1%) zur Selbstentzündung kommen. Diese chemische Reaktion ist auch heute noch recht häufig die Ursache für Explosionsunfälle in Munitionslagern.

Die verbleibenden Treibladungsrückstände bei Blausee Mitholz sind heute bereits älter als 70-jährig und es muss davon ausgegangen werden, dass insgesamt nur noch wenig Stabilisator vorhanden sein wird. In der Folge ist damit zu rechnen, dass die Selbstzersetzung der Pulver in den nächsten Jahrzehnten noch stetig zunehmen wird. Einerseits wird dieser Vorgang durch die geringe und

konstante Temperatur vor Ort verlangsamt; andererseits ergibt sich durch die hohe Luftfeuchtigkeit und fortschreitende Korrosion eher eine beschleunigende Wirkung.

Aufgrund der zeitgenössischen Berichte kann davon ausgegangen werden, dass sich die enthaltenen Treibladungspulver im Verlauf des Munitionsunglücks grösstenteils bereits umgesetzt haben. Bei einer Selbstentzündung einer Treibladung kann zudem davon ausgegangen werden, dass sich dieses Ereignis auf die unmittelbare Umgebung beschränkt. Denkbar wäre jedoch die Auslösung eines Zünders oder einer Granate mit Kupferazid in unmittelbarem Kontakt durch starke Erhitzung von einer grösseren Treibladung.

Anhang N°2
Bericht über Kupferaziduntersuchungen
von 1948 + 1949



7,5 cm Geb.-K. 39 Sp-G.M.Z.
 Schnitt durch Zünder und Geschossoberteil, M = 2,5 : 1

- Kupferazidhaltige Bestandteile aus Messing oder Tombak
- Zersetzer Teil der Sprengkapsel (Bleiazid)
- Bei der Laborierung angebrachte Blei- Fett- und Lackdichtungen.
- Verzinnnte Messingbestandteile.
- Wege des Luftaustausches bei undichten Zündern

INTERN

H Wirkungsanalyse

Detailliertere Informationen zum Trümmerwurf (aus Zugangstollen)

Für die Bestimmung des Trümmerwurfs sind die Modelle in den TLM 2010/Teil 2 [3] auf die vorherrschenden Randbedingungen zu übertragen. Bei der Modellierung sind insbesondere folgende Punkte zu beachten:

- Mindestens drei Klüfte von der verschütteten Munition im Bahnstollen bis zur Oberfläche (vgl. Abbildung 14, der Einstieg 3 (in der Mitte) liegt bei der Kammer 6): Modelliert gemäss TLM als Anlage mit mehreren Ausgängen, wobei infolge der natürlichen Verwinkelung der Klüfte von breiten Zonen im Modell ausgegangen werden kann.
- Öffnungen an der Oberfläche liegen im Bereich des Überganges vom Fels der Fluh zum Lockergestein des Schuttkegels (vgl. Abbildung 14). Das Lockergestein dürfte zu vermehrtem Trümmerwurf führen, v.a. im auch im Nahbereich und mit breiter seitlicher Streuung. Bei den Modellen gemäss TLM hingegen wird im Portalbereich von Fels ausgegangen. Die breitere seitliche Streuung im Nahbereich kann mit dem TLM-Modell "Kammer ohne Vorstollen" berechnet werden. Dies im Unterschied zu Zugangstollen mit festem und geradem Portalbereich, bei welchen die Trümmerwurfzonen schmal und weitreichend sind.

Die Radien der Letalitätszonen wurden schliesslich als Mittelwert der Modelle "Normalfall" und "Kammer ohne Vorstollen" berechnet. Die Form der Letalitätszonen ist entsprechend der Ausrichtung der Klüfte (sofern bekannt) und des Berechnungsmodells etwa "halbkreisförmig" (vgl. Abbildung 23 und folgende).

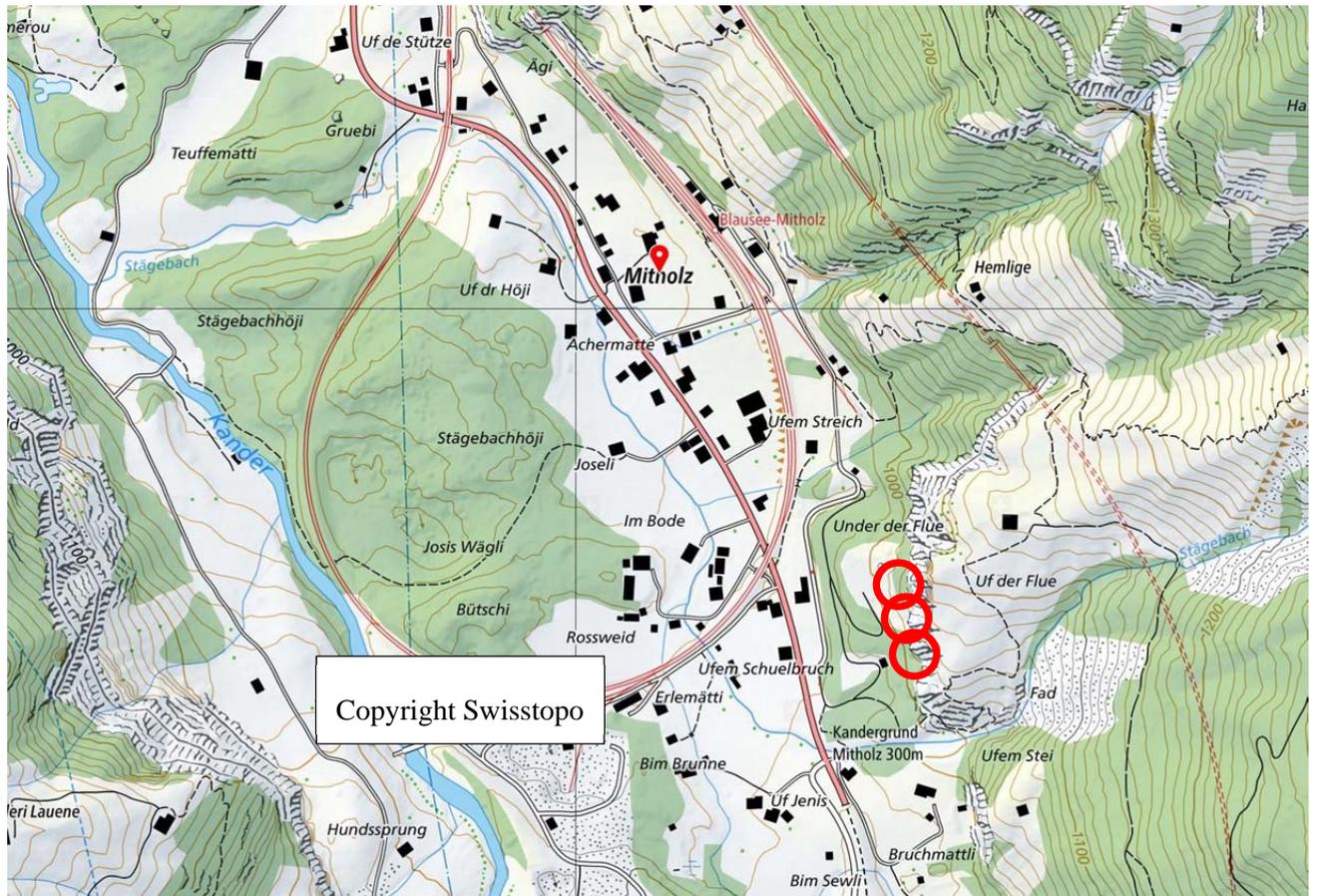


Abbildung 14: Ort der Öffnungen der bis an die Oberfläche reichenden Klüfte

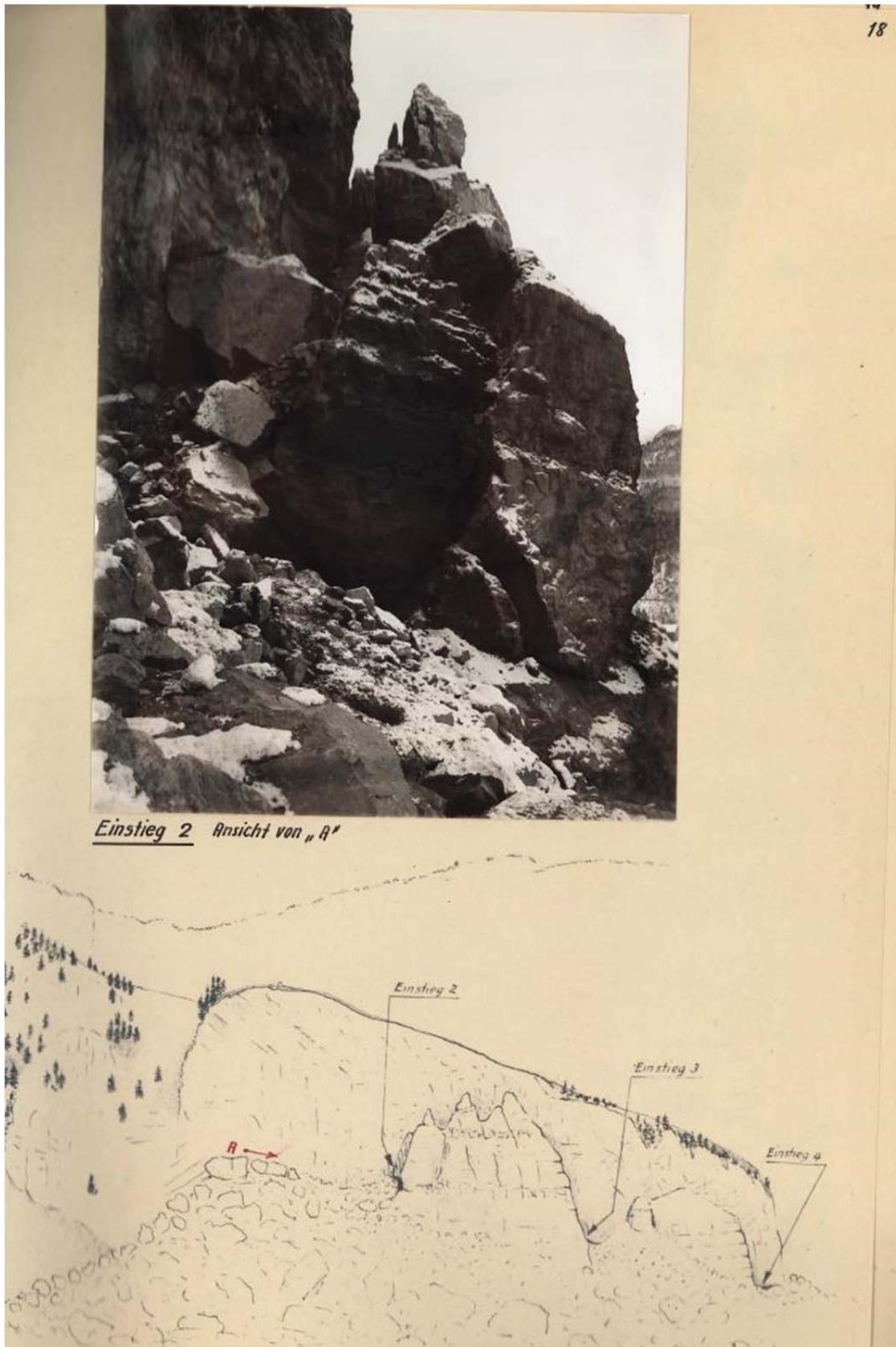


Abbildung 15: Ansicht Einstieg 2

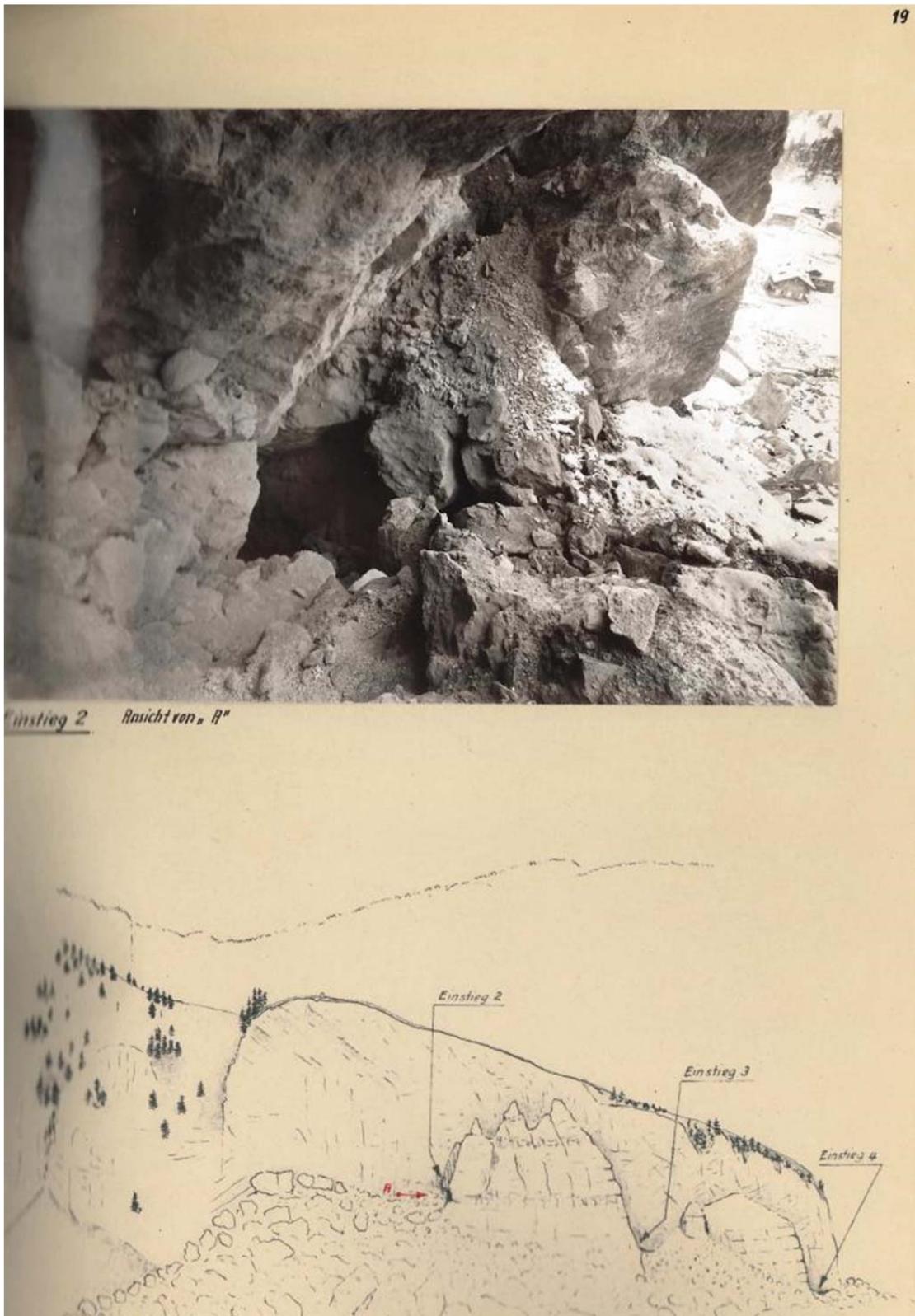


Abbildung 16: Ansicht Einstieg 2



Einstieg 2 Ansicht von „A“

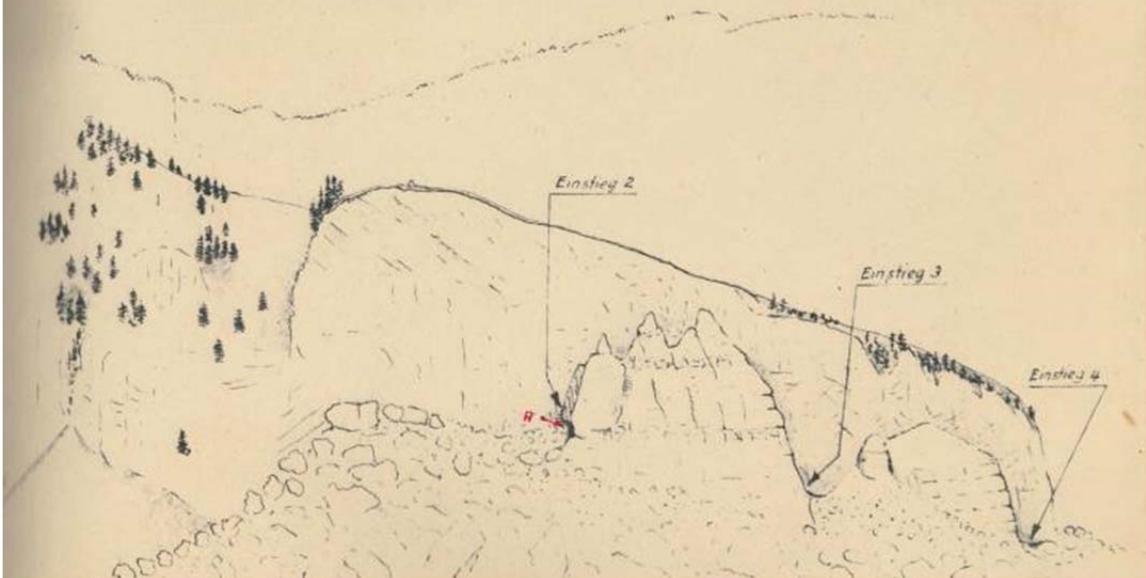


Abbildung 17: Ansicht Einstieg 2

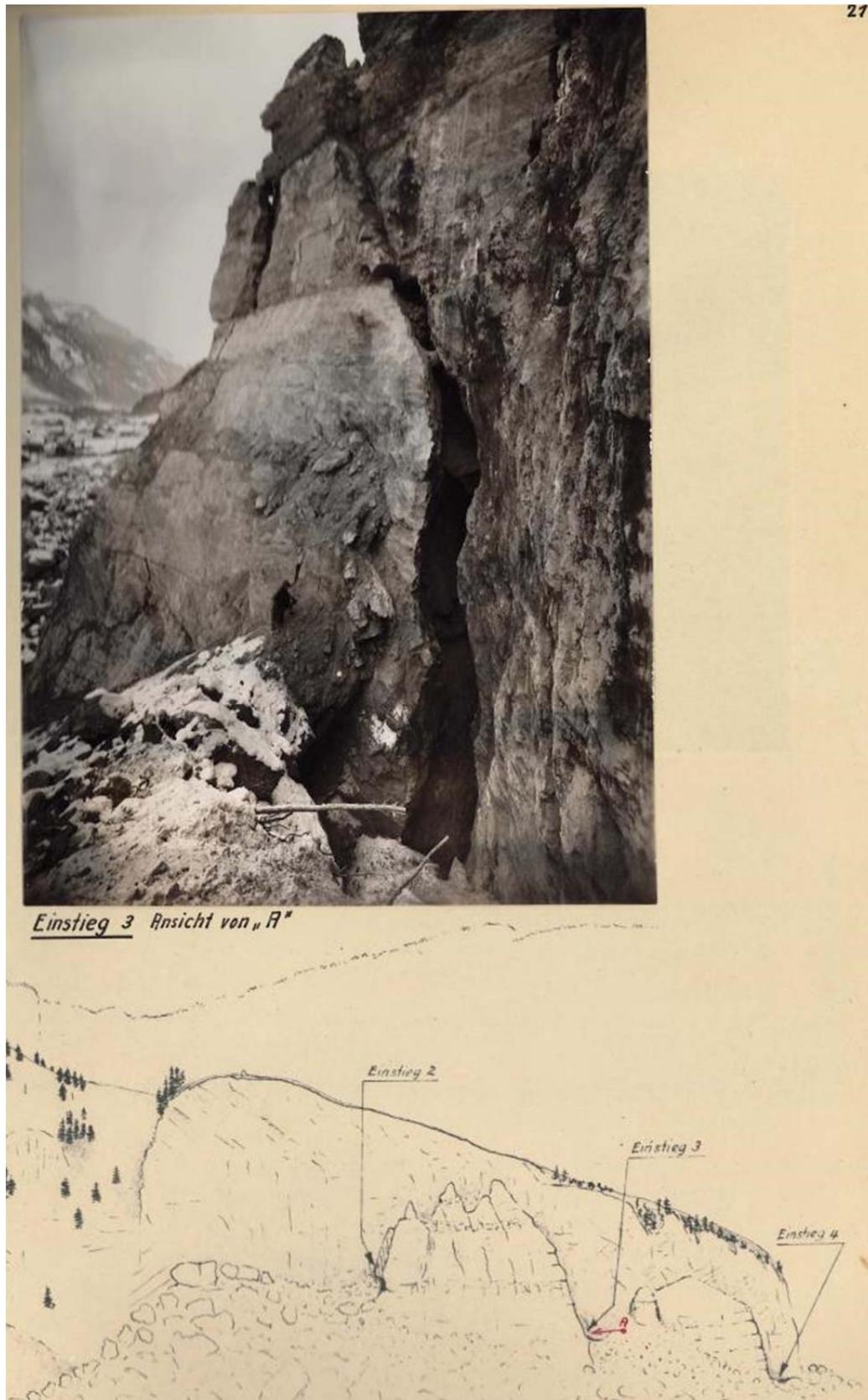


Abbildung 18: Ansicht Einstieg 3

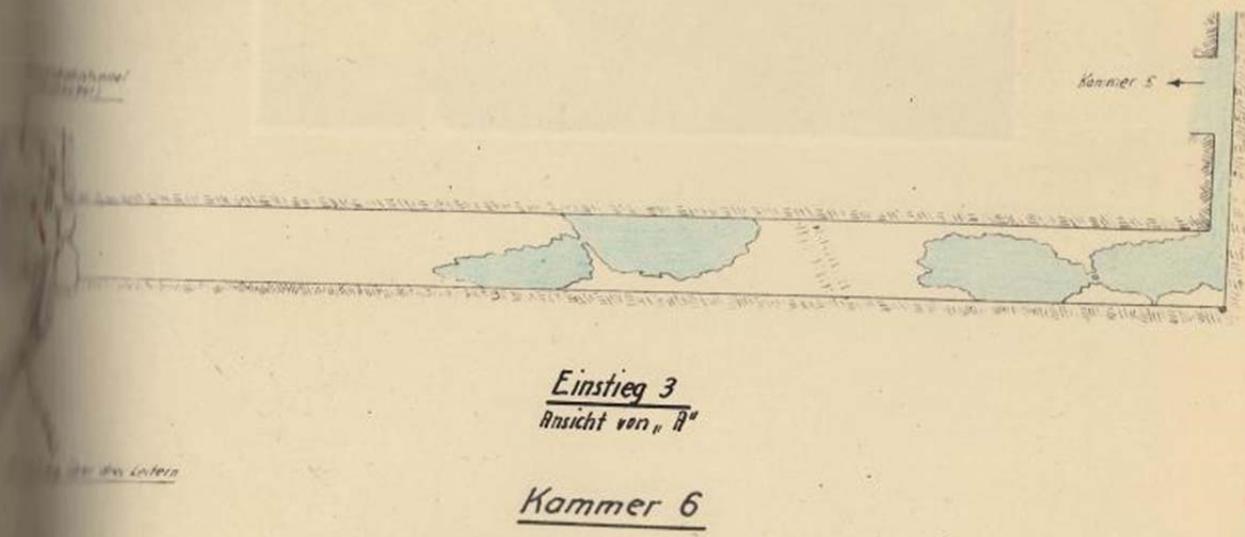


Abbildung 19: Bild aus Einstieg 3

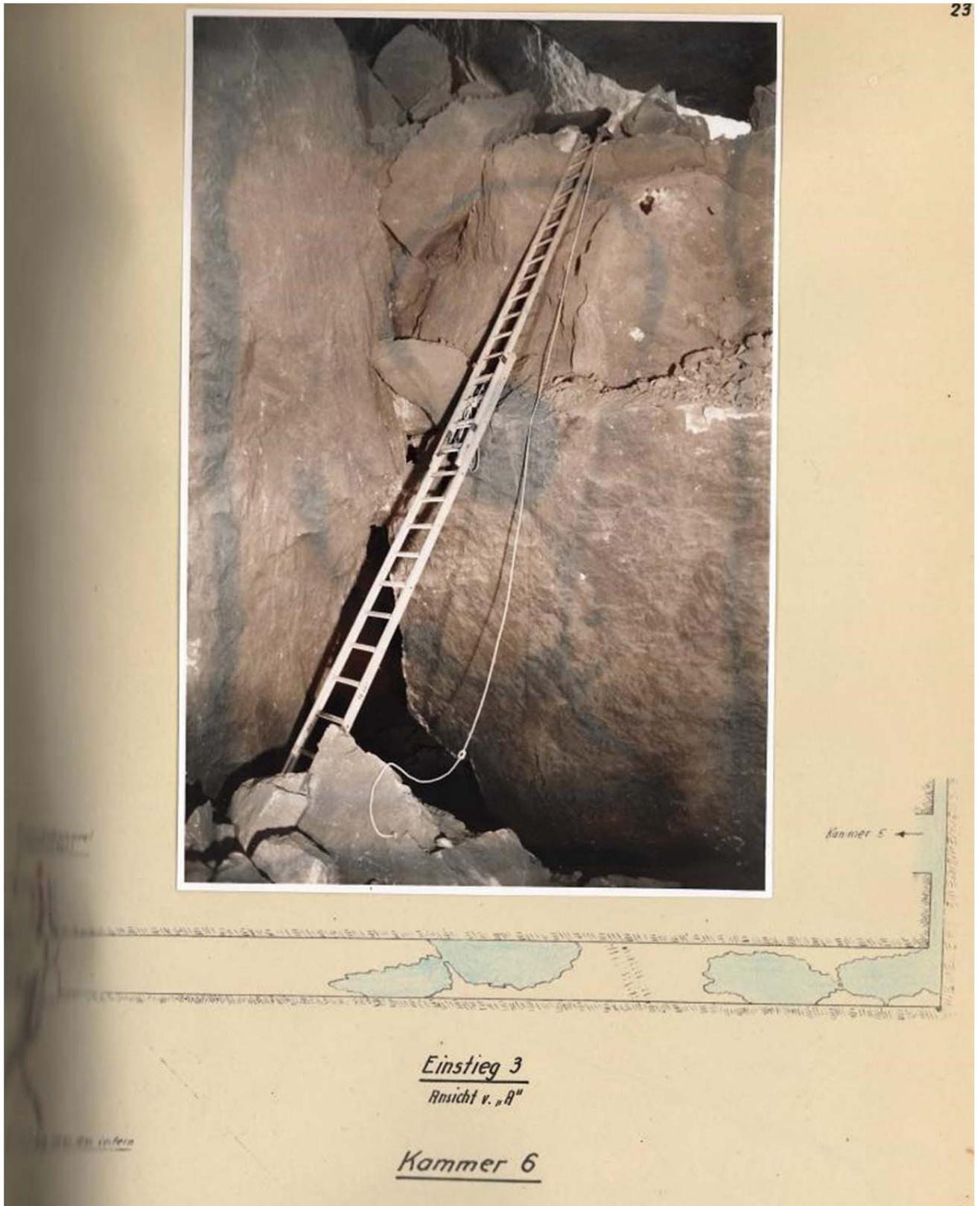


Abbildung 20: Bild aus Einstieg 3

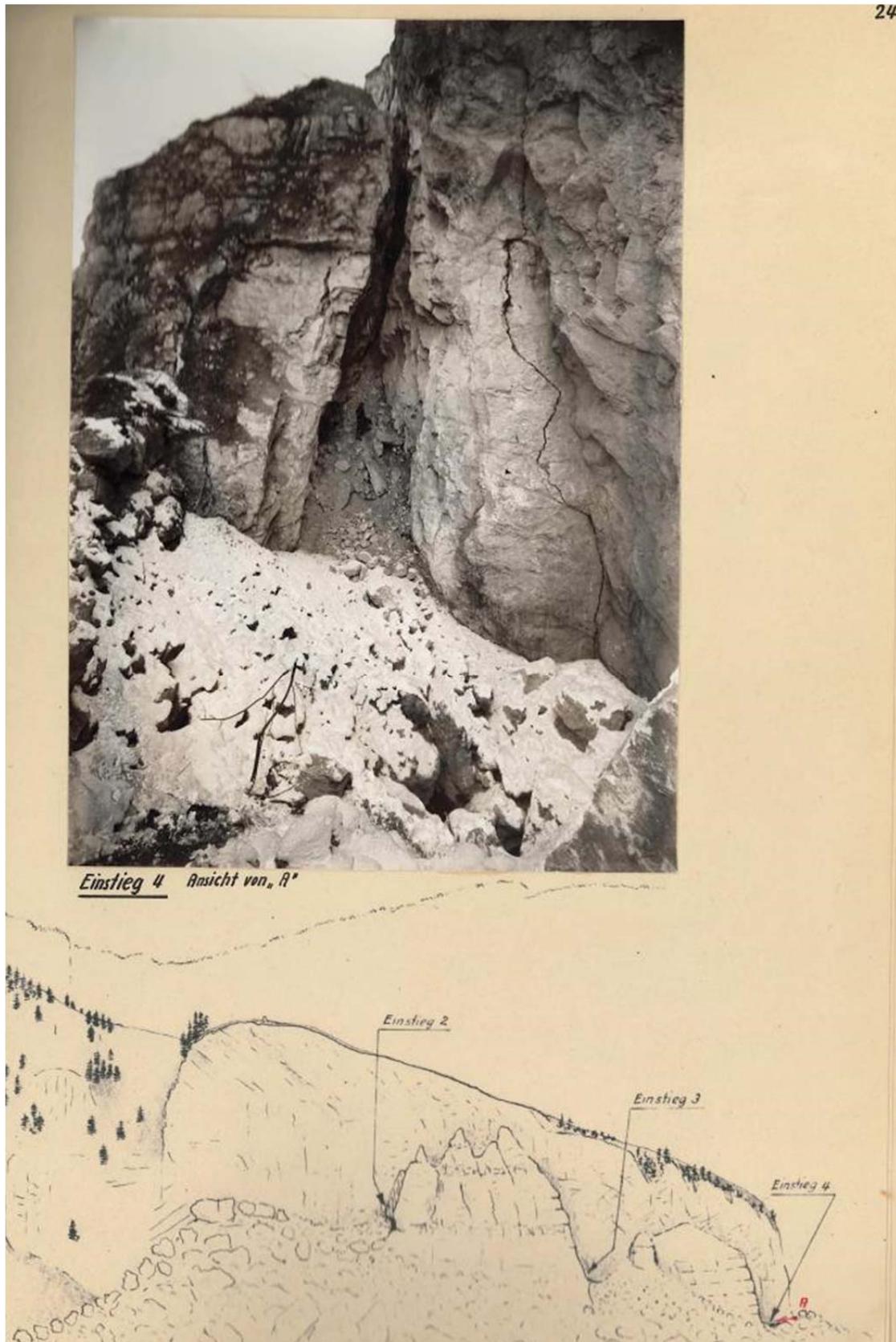


Abbildung 21: Ansicht Einstieg 4

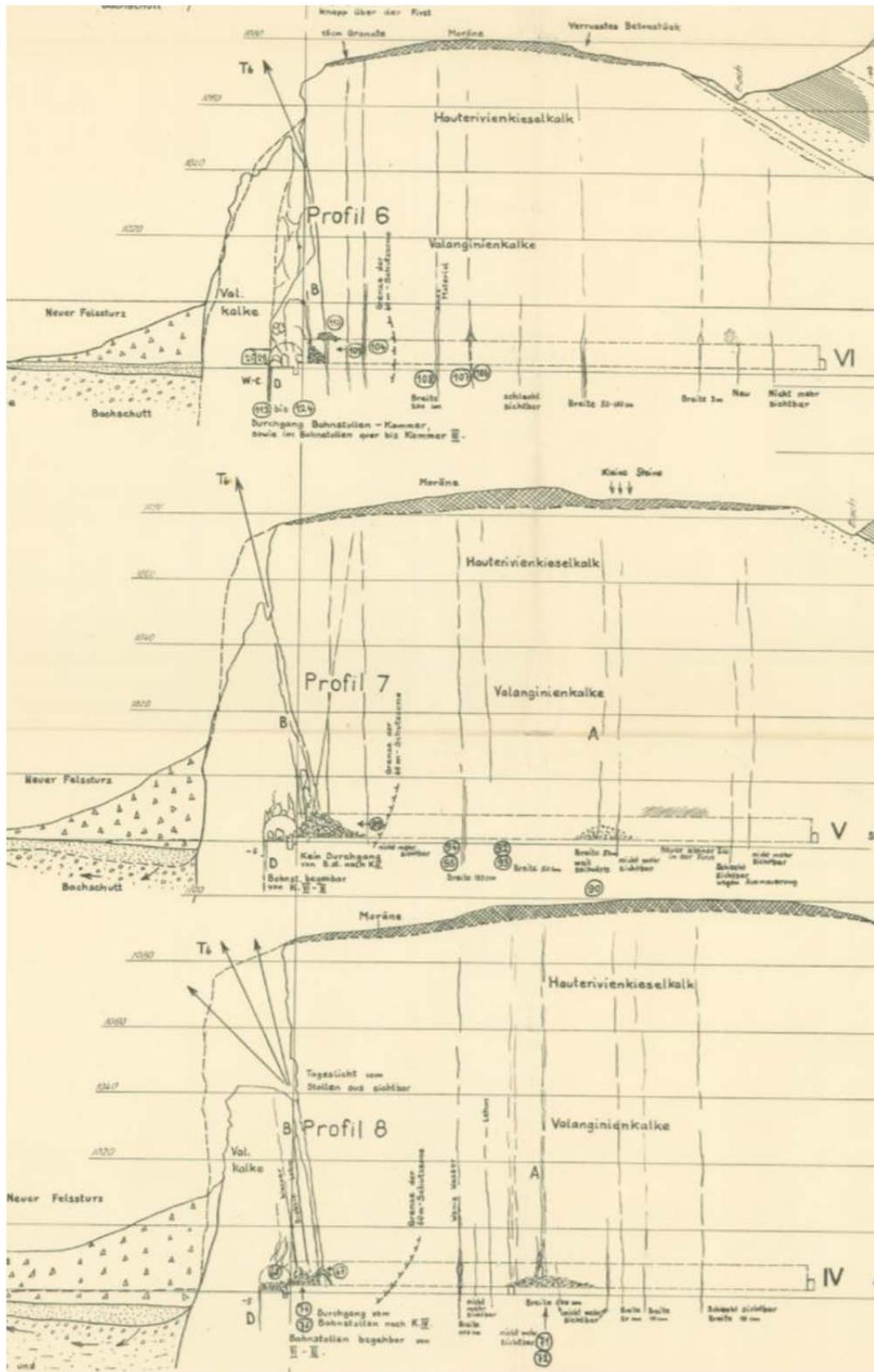


Abbildung 22: Geologische Profile von Dr. Beck im Bereich der Kammern 4 - 6 (IV - VI)

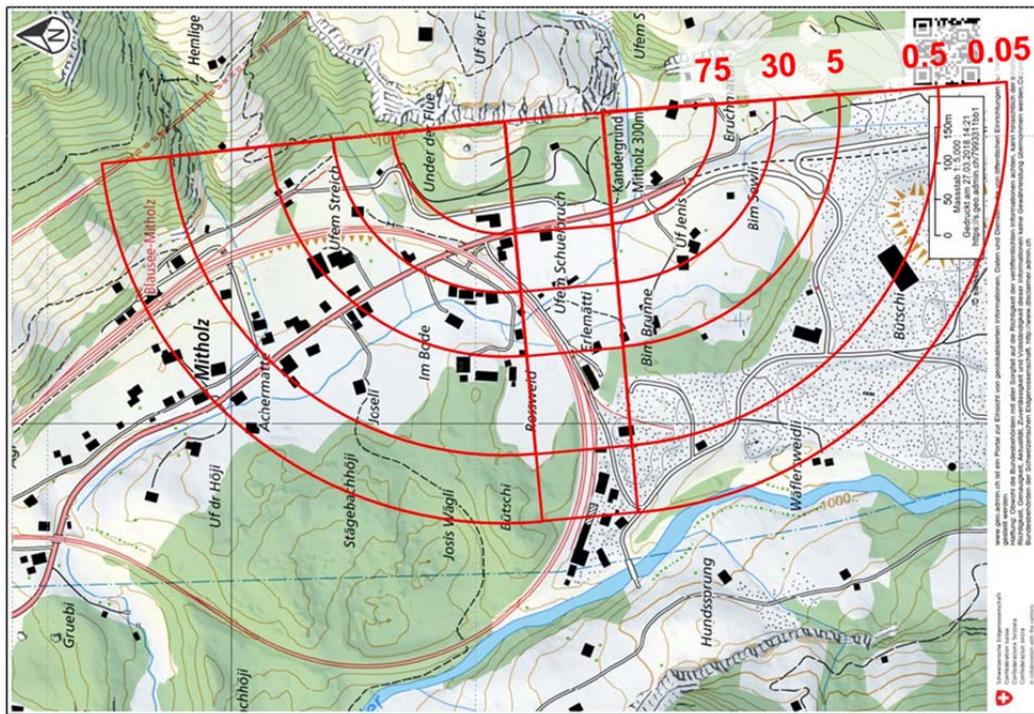


Abbildung 23: Letalitätszonen Freifeld, $Q = 10\text{ t}$, [%]

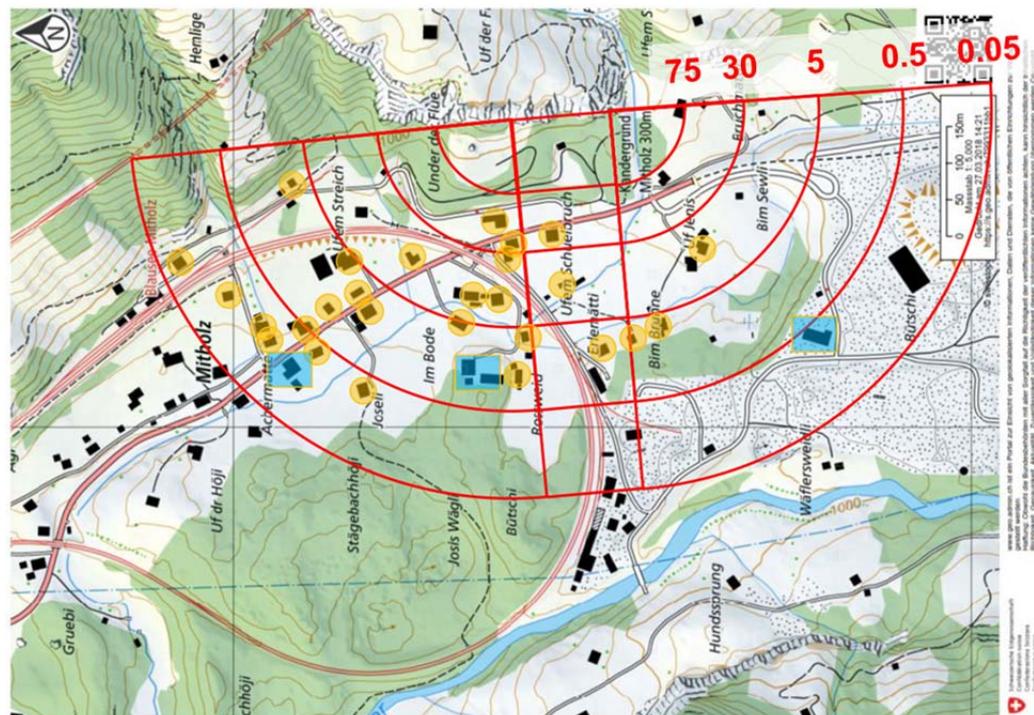


Abbildung 24: Letalitätszonen Gebäude, $Q = 10\text{ t}$, [%] (markierte Gebäude bewohnt)

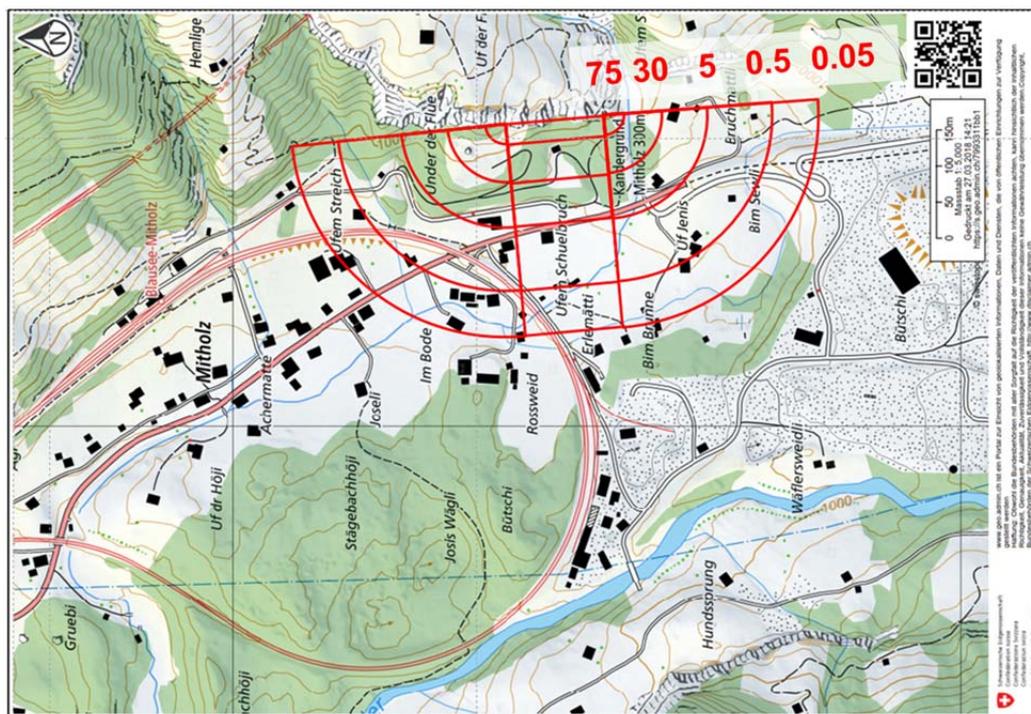


Abbildung 25: Letalitätszonen Freifeld, $Q = 1\text{ t}$, [%]

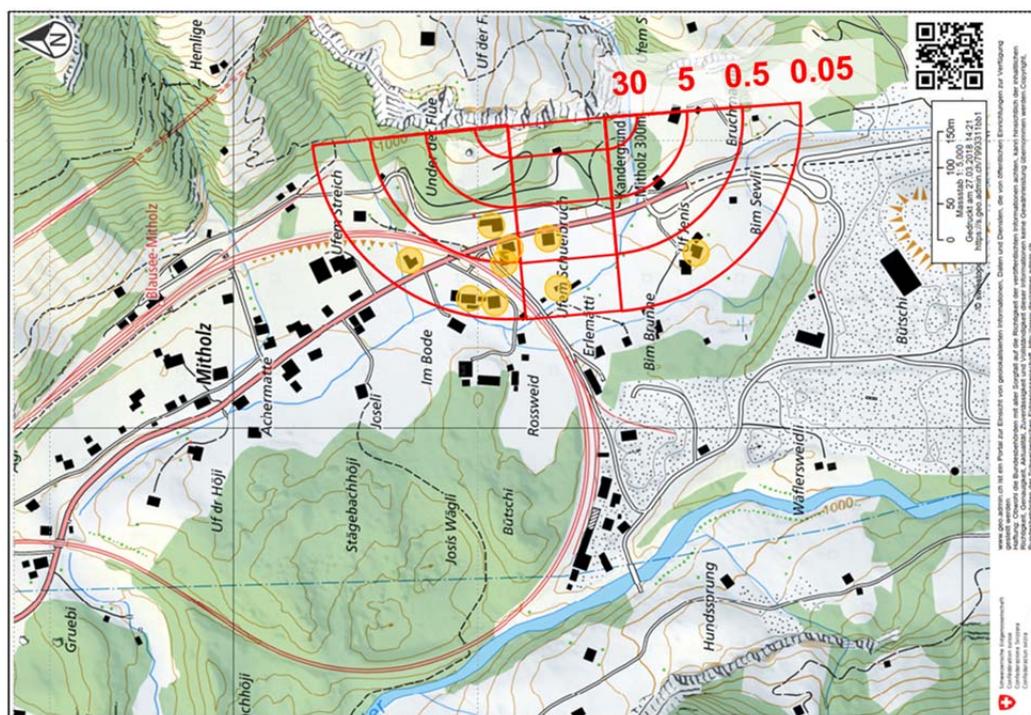


Abbildung 26: Letalitätszonen Gebäude, $Q = 1\text{ t}$, [%] (markierte Gebäude bewohnt)

I Expositionsanalyse und Risikoberechnung

Expositionsanalyse

Tabelle 7: Grundsituationen gemäss TLM 2010/Teil 2 [3]

Situationsname	Dauer pro Tag	Dauer pro Woche	Situationsdauer
N: Nacht	Mo-Fr 21h-7h, Sa+So 21h-9h	74 h/Woche	$SN_N = 0.44$ (0.4405)
A: Arbeit	Mo-Fr 8h-17h	45 h/Woche	$SD_A = 0.27$ (0.2679)
F: Freizeit und Pendeln	Mo-Fr 7h-8h, 17h-21h	25 h/Woche	$SD_F = 0.15$ (0.1488)
W: Wochenendtag	Sa+So 9h-21h	24 h/Woche	$SD_W = 0.14$ (0.1428)

Objekte und deren Kennwerte in der Umgebung der Anlage

- **Anwohner:** Anlässlich der Begehung wurden die Gebäude in der Umgebung fotografiert. Zudem wurden Luftbilder und Google Street View einbezogen, um die bewohnten Gebäude zu eruieren. Die Objekt-Kennzahlen für die Anzahl der Personen pro Wohnhaus (Personenkennzahl PKZ) und deren zeitliche Anwesenheit (Präsenzfaktor PF) sind in den TLM 2010/Teil 2 enthalten.
- **Strasse:** Die Anzahl der Fahrzeuge pro Tag (DTV: ca. 10'000) wurde der Verkehrszählung des Kantons BE entnommen. Die Präsenzfaktoren, welche den Fahrzeugbesetzungsgrad, die Tagesganglinie, etc. beinhalten, sind in den TLM 2010/Teil 2 dokumentiert.
- **Bahn:** Die Anzahl der Züge und deren Verteilung pro Tag wurden dem Fahrplan entnommen. Die Anzahl der Personen pro Zug kann aus den Richtwerten in den TLM 2010/Teil 2 abgeleitet werden (ca. 50 Pers/Zug).
Beim Objekt Bahn wird für das Ereignis mit $Q = 10$ t eine Spezialsituation ausgewiesen. Für $Q = 1$ t resultieren für die Bahn keine grossen Ausmasse, weshalb auf eine Spezialsituation verzichtet werden kann.
- **Umgebung:** Personen die sich im Freien aufhalten – Bauern, Jogger, etc. – werden mit einem Flächenobjekt (PKZ / km²) berücksichtigt.

In den folgenden Risikoberechnungsmatrizen werden die folgenden Abkürzungen gemäss TLM 2010/Teil 2 [3] verwendet:

- AKZ: Ausfallkennzahl (pro Objekt und Situation; OKZ * PF)
- η_{BP} : Faktor Wahrscheinlichkeit für Betriebssituation (Umschlag mit Gabelstaplern)
- FF: Freifeld (Exposition)
- γ_{UD} : Risikogruppenbereinigung auf unbeteiligte Dritte
- Geb: Gebäude (Exposition)
- OKZ: Objektkennzahl (pro Objekt; PKZ * Letalität)
- λ : Letalität (Todesfallwahrscheinlichkeit im Ereignisfall)
- PF: Präsenzfaktor (pro Objekt und Situation)
- PKZ: Personenkennzahl (pro Objekt)
- Q_{TNT} : TNT-Ersatzmenge
- R^*_{e} : Risikogruppenbereinigtes empfundenes kollektives Risiko
- R^*_{eE} : Risikogruppenbereinigtes empfundenes kollektives Risiko im Ereignisfall ($W = 1$)
- R_t : Tatsächliches kollektives Risiko
- R_{tE} : Tatsächliches kollektives Risiko im Ereignisfall ($W = 1$)
- SD: Situationsdauer (vgl. oben)
- UD: Unbeteiligte Dritte (vgl. WSUME [2])
- W_{LKU} : Wahrscheinlichkeit Phase "Lagerung, Kontrolle, Unterhalt"

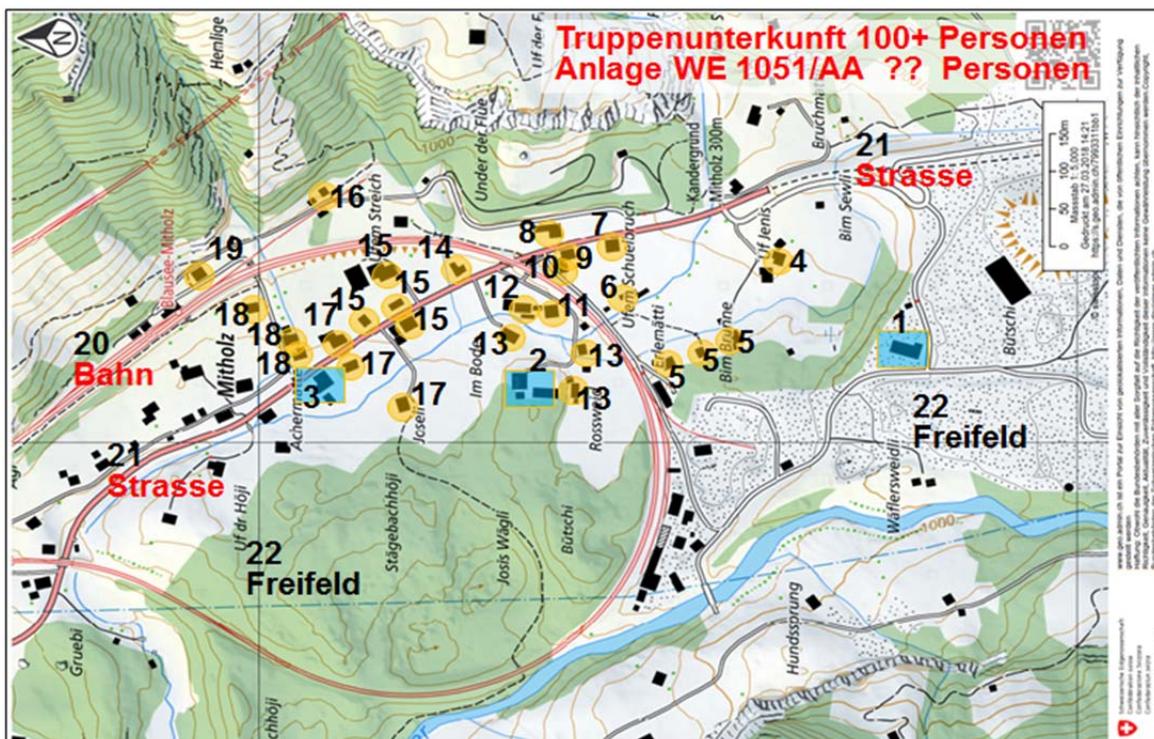


Abbildung 27: Gefährdete Objekte

Risikoberechnung

Berechnung kollektives Risiko					Q _{TNT} [kg] = 1'000			Σ SD = 1.0000		Situationen (AKZ = OKZ * PF)												
Donor		WE 1051/AA			Betriebsdauer = -			Objektanteile an		1 Arbeit		2 Freiz.&Pend.		3 Nacht		4 Wochenendt.		X ...				
Objekt		PKZ	Risiko		Expo Art	Distanz [m]	Letalität λ	OKZ = PKZ * λ	R _E	R* _{eE}	SD = 0.2700		SD = 0.1500		SD = 0.4400		SD = 0.1400		SD = 0.0000			
Nr.	Bezeichnung		Gruppe	γ UD					O ₁	O _e	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ
1	Büro Kieswerk	20	UD	1.0	Geb./FF	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
2	Schulhaus (leer)	25	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.1000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
3	Restaurant	30	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.8000	0.000	0.0000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
4	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0029	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	0.0000	0.000	0.000	
5	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
6	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0029	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	0.0000	0.000	0.000	
7	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0288	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	0.0000	0.000	0.000	
8	Wohnhaus gross	10	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.10	0.0889	0.0958	0.7000	0.070	0.8000	0.080	1.0000	0.100	1.0000	0.100	0.0000	0.000	0.000	
9	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0288	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	0.0000	0.000	0.000	
10	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4-Z5	0.5%	0.02	0.0133	0.0144	0.7000	0.011	0.8000	0.012	1.0000	0.015	1.0000	0.015	0.0000	0.000	0.000	
11	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0029	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	0.0000	0.000	0.000	
12	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0058	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	0.0000	0.000	0.000	
13	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
14	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0058	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	0.0000	0.000	0.000	
15	4 Wohnhäuser	18	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
16	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
17	3 Wohnhäuser	13	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
18	3 Wohnhäuser	15	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
19	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000	
20	Bahn	50	UD	1.0	FF	Z5-Z4	<5%	0.10	0.1000	0.1079	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	0.0000	0.000	0.000	
21	Strasse	10'000	UD	1.0	FF	Z5-Z3	<30%	2.90	0.2285	0.2522	0.1000	0.290	0.1000	0.290	0.0200	0.058	0.2000	0.580	0.0000	0.000	0.000	
22	Freifeld	3	UD	1.0	FF	Z5-Z1	<100%	0.05	0.0425	0.0471	1.0000	0.050	2.0000	0.100	0.0000	0.000	2.0000	0.100	0.0000	0.000	0.000	
23								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000	
24								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000	
25								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000	
Tatsächliches kollektives Risiko im Ereignisfall R _E									/ Tatsächliches Situationsausmass A _t		0.5453 = R _E		0.577		0.647		0.354		0.976		0.000	
Empfundenes kollektives Risiko im Ereignisfall R* _{eE}									/ Aversionsfaktor φ		R* _{eE} = 0.5950		1.08		1.09		1.05		1.14		1.00	
Wahrscheinlichkeit W _{LKU} [1/a]									/ Wahrscheinlichkeitsfaktor η _{1EP}		W _{LKU} = 3.00E-03		1		1		1		1		1	
Tatsächliches kollektives Risiko R ₁ [1/a]									/ Situationanteil an R _E		1.64E-03 = R ₁		0.1558		0.0970		0.1558		0.1366		0.0000	
Empfundenes kollektives Risiko R* _e [1/a]									/ Situationanteil an R* _{eE}		R* _e = 1.78E-03		0.1688		0.1061		0.1636		0.1564		0.0000	
Grenzkosten für unbeteiligte Dritte (UD) [CHF]											3.00E+07		Check: Summe Situationsanteile R _E = Summe O ₁ = R _E = 0.5453									
Max. Kosten für Sicherheitsmassnahmen [CHF/a]											53548		Check: Summe Situationsanteile R* _{eE} = Summe O _e = R* _{eE} = 0.5950									

Abbildung 28: Q = 1 t, Umgebung (ohne Truppenunterkunft / Bauphase; weitere Berechnungsfälle auf den folgenden Seiten

Berechnung der OKZ für Linien und Flächenobjekte							
		Strasse		Freifeld		Bahn	
Zone	Letalität	Länge [m]	OKZ	Fläche [m ²]	OKZ	Länge [m]	OKZ
1	100%	0	0	4731	0.0047	0	0
2	50%	0	0	15695	0.0078	0	0
3	10%	150	0.015	33713	0.0034	0	0
4	1.0%	250	0.0025	80646	0.0008	180	0.0018
5	0.1%	70	0.00007	93911	0.0001	150	0.00015
		470	2.9		0.05	330	0.10
		PKZ=DTV/v=	167	PKZ=	3	PKZ=	50
Input W/A-Diagramm			W Basis				
			3.00E-03				
Situationen	Ausmasse	StF-wert	W [1/a]	W kumuliert			
GS Wochene	1.0	0.00	4.20E-04	4.20E-04			
GS F&P	0.6	-0.06	4.50E-04	8.70E-04			
GS Arbeit	0.6	-0.07	8.10E-04	1.68E-03			
GS Nacht	0.4	-0.13	1.32E-03	3.00E-03			

Abbildung 29: Input für die Objekte 20-22

Berechnung kollektives Risiko				Q _{TNT} [kg] = 1'000				Σ SD = 1.0000		Situationen (AKZ = OKZ * PF)																													
Donor		WE 1051/AA		Betriebsdauer = -				Objektanteile an		1 Arbeit		2 Freiz.&Pend.		3 Nacht		4 Wochenendt.		3a Trp Ukft																					
Objekt		PKZ	Risiko		Expo Art	Distanz [m]	Letalität λ	OKZ = PKZ * λ	R _{IE}	R _{oE}	SD = 0.2700		SD = 0.1500		SD = 0.4146		SD = 0.1400		SD = 0.0254																				
Nr.	Bezeichnung		Gruppe	γ UD					Q _I	Q _o	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ																			
1	Büro Kieswerk	20	UD	1.0	Geb./FF	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000																		
2	Schulhaus (leer)	25	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.1000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000																	
3	Restaurant	30	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.8000	0.000	0.0000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.000																	
4	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0066	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003																	
5	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
6	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0066	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003																	
7	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0663	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030																	
8	Wohnhaus gross	10	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.10	0.0889	0.2210	0.7000	0.070	0.8000	0.080	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100																	
9	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0663	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030																	
10	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4-Z5	0.5%	0.02	0.0133	0.0331	0.7000	0.011	0.8000	0.012	1.0000	0.015	1.0000	0.015	1.0000	0.015	1.0000	0.015																	
11	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0066	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003																	
12	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0133	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006																	
13	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
14	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0133	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006																	
15	4 Wohnhäuser	18	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
16	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
17	3 Wohnhäuser	13	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
18	3 Wohnhäuser	15	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
19	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000																	
20	Bahn	50	UD	1.0	FF	Z5-Z4	<5%	0.10	0.1000	0.2331	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100																	
21	Strasse	10'000	UD	1.0	FF	Z5-Z3	<30%	2.90	0.2285	0.3248	0.1000	0.290	0.1000	0.290	0.0200	0.058	0.2000	0.580	0.0200	0.058	0.0200	0.058																	
22	Freifeld	3	UD	1.0	FF	Z5-Z1	<100%	0.05	0.0425	0.0471	1.0000	0.050	2.0000	0.100	0.0000	0.000	2.0000	0.100	0.0000	0.000	0.0000	0.000																	
23	Truppenunterkunft	100	AdA	1.0	-	-	50%	50.00	1.2692	63.9108	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	1.0000	50.000																	
24								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000																	
25								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000																	
Tatsächliches kollektives Risiko im Ereignisfall R _{IE} / Tatsächliches Situationsausmass A _I									1.8145	= R _{IE}		0.577		0.647		0.354		0.976		50.354																			
Empfundenes kollektives Risiko im Ereignisfall R _{oE} / Aversionsfaktor φ									R _{oE} =	64.9489		1.08		1.09		1.05		1.14		50.35																			
Wahrscheinlichkeit W _{LKU} [1/a] / Wahrscheinlichkeitsfaktor η _{BP}									W _{LKU} =	3.00E-03		1		1		1		1		1																			
Tatsächliches kollektives Risiko R _I [1/a] / Situationanteil an R _{IE}									5.44E-03	= R _I		0.1558		0.0970		0.1468		0.1366		1.2782																			
Empfundenes kollektives Risiko R_o [1/a] / Situationanteil an R _{oE}									R _o =	1.95E-01		0.1688		0.1061		0.1542		0.1564		64.3633																			
Grenzkosten für unbeteiligte Dritte (UD) [CHF]									3.00E+07																														
Max. Kosten für Sicherheitsmassnahmen [CHF/a]										5845399																													

Berechnung kollektives Risiko				Q _{TNT} [kg] = 1'000				Σ SD = 1.0000		Situationen (AKZ = OKZ * PF)															
Donor		WE 1051/AA		Betriebsdauer = -				Objektanteile an		1 Arbeit		2 Freiz.&Pend.		3 Nacht		4 Wochenendt.		3a Trp Ukft							
Objekt		PKZ	Risiko		Expo Art	Distanz [m]	Letalität λ	OKZ = PKZ * λ	R _{IE}	R _{oE}	SD = 0.2700		SD = 0.1500		SD = 0.4146		SD = 0.1400		SD = 0.0254						
Nr.	Bezeichnung		Gruppe	γ UD					Q _I	Q _o	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ					
1	Büro Kieswerk	20	UD	1.0	Geb./FF	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	1.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
2	Schulhaus (leer)	25	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.1000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
3	Restaurant	30	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.1000	0.000	0.8000	0.000	0.0000	0.000	0.4000	0.000	0.0000	0.000	0.000				
4	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0032	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000				
5	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
6	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0032	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000				
7	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0319	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000				
8	Wohnhaus gross	10	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.10	0.0889	0.1064	0.7000	0.070	0.8000	0.080	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000				
9	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.0319	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000	0.030	1.0000				
10	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4-Z5	0.5%	0.02	0.0133	0.0160	0.7000	0.011	0.8000	0.012	1.0000	0.015	1.0000	0.015	1.0000	0.015	1.0000				
11	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0032	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000	0.003	1.0000				
12	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0064	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000				
13	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
14	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0053	0.0064	0.7000	0.004	0.8000	0.005	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000	0.006	1.0000				
15	4 Wohnhäuser	18	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
16	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
17	3 Wohnhäuser	13	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
18	3 Wohnhäuser	15	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
19	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	-	0%	0.00	0.0000	0.0000	0.7000	0.000	0.8000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000	0.000	1.0000				
20	Bahn	50	UD	1.0	FF	Z5-Z4	<5%	0.10	0.1000	0.1230	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000	0.100	1.0000				
21	Strasse	10'000	UD	1.0	FF	Z5-Z3	<30%	2.90	0.2285	0.2959	0.1000	0.290	0.1000	0.290	0.0200	0.058	0.2000	0.580	0.0200	0.058	0.0200				
22	Freifeld	3	UD	1.0	FF	Z5-Z1	<100%	0.05	0.0425	0.0546	1.0000	0.050	2.0000	0.100	0.0000	0.000	2.0000	0.100	0.0000	0.000	0.0000				
23	Bauphase	10	UD	1.0	-	-	30%	3.00	0.8100	1.3300	1.0000	3.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000				
24								0.00	0.0000	0.0000		0.000				0.000		0.000		0.000	0.0000				
25								0.00	0.0000	0.0000		0.000				0.000		0.000		0.000	0.0000				
Tatsächliches kollektives Risiko im Ereignisfall R _{IE} / Tatsächliches Situationsausmass A _I									1.3553	= R _{IE}		3.577		0.647		0.354		0.976		0.354					
Empfundenes kollektives Risiko im Ereignisfall R _{oE} / Aversionsfaktor α _p									R _{oE} =	2.0121		1.64		1.09		1.05		1.14		1.05					
Wahrscheinlichkeit W _{LKU} [1/a] / Wahrscheinlichkeitsfaktor η _{BP}									W _{LKU} =	3.00E-03		1		1		1		1		1					
Tatsächliches kollektives Risiko R _I [1/a] / Situationanteil an R _{IE}									4.07E-03	= R _I		0.9658		0.0970		0.1468		0.1366		0.0090					
Empfundenes kollektives Risiko R _o [1/a] / Situationanteil an R _{oE}									R _o =	6.04E-03		1.5859		0.1061		0.1542		0.1564		0.0094					
Grenzkosten für unbeteiligte Dritte (UD) [CHF]									3.00E+07																
Max. Kosten für Sicherheitsmassnahmen [CHF/a]										181085															
										Check: Summe Situationsanteile R _{IE} = Summe Q _I = R _{IE} = 1.3553															
										Check: Summe Situationsanteile R _{oE} = Summe Q _o = R _{oE} = 2.0121															

Abbildung 31: Q = 1 t, mit Bauphase Rechenzentrum (Objekt 23; ohne Truppenunterkunft)

Berechnung der OKZ für Linien und Flächenobjekte					
		Strasse		Freifeld	
Zone	Letalität	Länge [m]	OKZ	Fläche [m ²]	OKZ
1	100%	220	0.22	57708	0.0577
2	50%	130	0.065	60103	0.0301
3	10%	90	0.009	147501	0.0148
4	1.0%	130	0.0013	246934	0.0025
5	0.1%	90	0.00009	309782	0.0003
		660	49		0.32
		PKZ=DTV/v=	167	PKZ=	3
Input W/A-Diagramm			W Basis		
			3.00E-04		
Situationen	Ausmasse	StF-wert	W [1/a]	W kummuliert	
SS Bahn	39.6	0.478	2.22E-06	2.22E-06	
GS Wochene	21.3	0.397	4.20E-05	4.42E-05	
GS F&P	14.3	0.346	4.50E-05	8.92E-05	
GS Arbeit	13.0	0.334	7.88E-05	1.68E-04	
GS Nacht	11.8	0.321	1.32E-04	3.00E-04	

Abbildung 33: Input für die Objekte 20-22

OKZ Bahn												
Zug total	50	Pesonen	v [km/Std] =	50	Lz [m] =	120	PKZ [P/m] =	0.4167				
	Distanz 1 [m]	Distanz 2 [m]	Distanz [m]	Delta Dist.	Letalität	PKZ*L*D	PKZ*Σ(L*D)	Letalität	-PKZ*L*D	-PKZ*Σ(L*D)	okz	
	Zug-Spitze	Zug-Ende	Diagramm	D [m]	L [-]	Zug-Spitze	Sum1	L [-]	Zug-Ende	Sum2	Sum1+Sum2	
(Start)	0	0	0	0	0	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	
Zone V	90	(Start bei Lz) 120	90	90	0.001	0.0375	0.0375	0	0.0000	0.0000	0.0375	
Zone IV	220	Zone V 210	120	30	0.01	0.1250	0.1625	0	0.0000	0.0000	0.1625	
Zone III	320	Zone IV 340	220	100	0.01	0.4167	0.5792	0.001	-0.0417	-0.0417	0.5375	
Zone II	430	Zone III 440	210	-10	0.1	-0.4167	0.1625	0.001	0.0042	-0.0375	0.1250	
Zone I	430	Zone II 550	320	110	0.1	4.5833	4.7458	0.01	-0.4583	-0.4958	4.2500	
Zone II	540	Zone I 550	340	20	0.4	3.3333	8.0792	0.01	-0.0833	-0.5792	7.5000	
Zone III	640	Zone II 660	440	100	0.4	16.6667	24.7458	0.1	-4.1667	-4.7458	20.0000	
Zone IV	770	Zone I 550	430	-10	0.4	-1.6667	23.0792	0.4	1.6667	-3.0792	20.0000	
Zone V	860	Zone II 660	430	0	0.4	0.0000	23.0792	0.4	0.0000	-3.0792	20.0000	
		Zone III 760	540	110	0.4	18.3333	41.4125	0.4	-18.3333	-21.4125	20.0000	
		Zone IV 890	640	100	0.1	4.1667	45.5792	0.4	-16.6667	-38.0792	7.5000	
		Zone V 980	770	130	0.01	0.5417	46.1208	0.4	-21.6667	-59.7458	-13.6250	
			860	90	0.001	0.0375	46.1583	0.4	-15.0000	-74.7458	-28.5875	
			980	90	0	0.0000	46.1583	0.4	51.6667	-23.0792	23.0792	
				-310	0	0.0000	46.1583	0.4	0.0000	-23.0792	23.0792	
				0	0	0.0000	46.1583	0.4	-18.3333	-41.4125	4.7458	
				110	0	0.0000	46.1583	0.4	-18.3333	-41.4125	4.7458	
				100	0	0.0000	46.1583	0.1	-4.1667	-45.5792	0.5792	
				130	0	0.0000	46.1583	0.01	-0.5417	-46.1208	0.0375	
				90	0	0.0000	46.1583	0.001	-0.0375	-46.1583	0.0000	
				90	0	0.0000	46.1583	0.001	-0.0375	-46.1583	0.0000	
$L^* [m] = F^*v / OKZ \max = 240.0000$ $T [sec] = 17.2800$ $F^*v = PKZ * Lz * \Sigma(L * D) = 5539.0000$ $OKZ \max = 23.0792$												
	Zone	Zonenlänge	Summiert	Summiert								
		[m]	[m]	plus Lz [m]								
	(Start)	0	0	120								
	Zone V	90	90	210								
	Zone IV	130	220	340								
	Zone III	100	320	440								
	Zone II	110	430	550								
	Zone I	0	430	550								
	Zone II	110	540	660								
	Zone III	100	640	760								
	Zone IV	130	770	890								
	Zone V	90	860	980								

Abbildung 34: Berechnung der Objektkennzahl (OKZ) für die Bahn

Berechnung kollektives Risiko				Q _{TNT} [kg] = 10'000				Σ SD = 1.0000		Situationen (AKZ = OKZ * PF)															
Donor		WE 1051/AA		Betriebsdauer = -				Objektanteile an		1 Arbeit		2 Freiz.&Pend.		3 Nacht		4 Wochenendt.		1a Bahn		3a Nacht					
Objekt		PKZ	Risiko		Expo	Distanz	Letalität	OKZ =	R _{IE}	R* _{IE}	SD = 0.2626		SD = 0.1500		SD = 0.4146		SD = 0.1400		SD = 0.0074		SD = 0.0254				
Nr.	Bezeichnung	[.]	Gruppe	γ UD	Art	[m]	λ	PKZ * λ	O _I	O _E	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ	PF	AKZ			
1	Büro Kieswerk	20	UD	1.0	Geb./FF	Z4	1%	0.20	0.0533	0.3485	1.0000	0.200	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.000		
2	Schulhaus (leer)	25	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.25	0.0254	0.2303	0.1000	0.025	0.4000	0.100	0.0000	0.000	0.1000	0.025	0.2000	0.050	0.0000	0.000	0.000		
3	Restaurant	30	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.03	0.0062	0.0665	0.1000	0.003	0.8000	0.024	0.0000	0.000	0.4000	0.012	0.4000	0.012	0.0000	0.000	0.000		
4	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.30	0.2669	3.1362	0.7000	0.210	0.8000	0.240	1.0000	0.300	1.0000	0.300	0.8000	0.240	1.0000	0.300	0.300		
5	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.10	0.0890	1.0454	0.7000	0.070	0.8000	0.080	1.0000	0.100	1.0000	0.100	0.8000	0.080	1.0000	0.100	0.100		
6	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.30	0.2669	3.1362	0.7000	0.210	0.8000	0.240	1.0000	0.300	1.0000	0.300	0.8000	0.240	1.0000	0.300	0.300		
7	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z2	50%	1.50	1.3346	15.6810	0.7000	1.050	0.8000	1.200	1.0000	1.500	1.0000	1.500	0.8000	1.200	1.0000	1.500	1.500		
8	Wohnhaus gross	10	UD	1.0	Geb.	Z2	50%	5.00	4.4487	52.2701	0.7000	3.500	0.8000	4.000	1.0000	5.000	1.0000	5.000	0.8000	4.000	1.0000	5.000	5.000		
9	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z2	50%	1.50	1.3346	15.6810	0.7000	1.050	0.8000	1.200	1.0000	1.500	1.0000	1.500	0.8000	1.200	1.0000	1.500	1.500		
10	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.30	0.2669	3.1362	0.7000	0.210	0.8000	0.240	1.0000	0.300	1.0000	0.300	0.8000	0.240	1.0000	0.300	0.300		
11	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.30	0.2669	3.1362	0.7000	0.210	0.8000	0.240	1.0000	0.300	1.0000	0.300	0.8000	0.240	1.0000	0.300	0.300		
12	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.60	0.5338	6.2724	0.7000	0.420	0.8000	0.480	1.0000	0.600	1.0000	0.600	0.8000	0.480	1.0000	0.600	0.600		
13	3 Wohnhäuser	10	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.10	0.0890	1.0454	0.7000	0.070	0.8000	0.080	1.0000	0.100	1.0000	0.100	0.8000	0.080	1.0000	0.100	0.100		
14	Wohnhaus	6	UD	1.0	Geb.	Z3	10%	0.60	0.5338	6.2724	0.7000	0.420	0.8000	0.480	1.0000	0.600	1.0000	0.600	0.8000	0.480	1.0000	0.600	0.600		
15	4 Wohnhäuser	18	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.18	0.1602	1.8817	0.7000	0.126	0.8000	0.144	1.0000	0.180	1.0000	0.180	0.8000	0.144	1.0000	0.180	0.180		
16	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z4	1%	0.03	0.0267	0.3136	0.7000	0.021	0.8000	0.024	1.0000	0.030	1.0000	0.030	0.8000	0.024	1.0000	0.030	0.030		
17	3 Wohnhäuser	13	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.01	0.0116	0.1359	0.7000	0.009	0.8000	0.010	1.0000	0.013	1.0000	0.013	0.8000	0.010	1.0000	0.013	0.013		
18	3 Wohnhäuser	15	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.02	0.0133	0.1568	0.7000	0.011	0.8000	0.012	1.0000	0.015	1.0000	0.015	0.8000	0.012	1.0000	0.015	0.015		
19	Wohnhaus	3	UD	1.0	Geb.	Z5	0.1%	0.00	0.0027	0.0314	0.7000	0.002	0.8000	0.002	1.0000	0.003	1.0000	0.003	0.8000	0.002	1.0000	0.003	0.003		
20	Bahn	50	UD	1.0	FF	Z5-Z2	<50%	23.00	0.7542	85.4673	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	1.0000	23.000	1.0000	23.000	23.000		
21	Strasse	10'000	UD	1.0	FF	Z5-Z1	<100%	49.00	3.8793	46.9639	0.1000	4.900	0.1000	4.900	0.0200	0.980	0.2000	9.800	0.1500	7.350	0.0200	0.980	0.980		
22	Freifeld	3	UD	1.0	FF	Z5-Z1	<100%	0.30	0.2561	2.8685	1.0000	0.300	2.0000	0.600	0.0000	0.000	2.0000	0.600	1.5000	0.450	0.0000	0.000	0.000		
23	Truppenunterkunft	100	AdA	1.0	-	-	100%	100.00	2.5385	342.2379	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	0.0000	0.000	1.0000	100.000	100.000		
24								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000		
								0.00	0.0000	0.0000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000		0.000	0.000		
Tatsächliches kollektives Risiko im Ereignisfall R _{IE}									/ Tatsächliches Situationsausmass A _I			17.1587 = R _{IE}		13.017		14.297		11.821		21.278		39.635		134.821	
Empfundenes kollektives Risiko im Ereignisfall R* _{IE}									/ Aversionsfaktor φ			R* _{IE} = 591.5149		6.08		7.26		5.15		19.10		39.63		134.82	
Wahrscheinlichkeit W _{LKU} [1/a]									/ Wahrscheinlichkeitsfaktor η _{BP}			W _{LKU} = 3.00E-04		1		1		1		1		1		1	
Tatsächliches kollektives Risiko R _I [1/a]									/ Situationanteil an R _{IE}			5.15E-03 = R _I		3.4181		2.1445		4.9012		2.9789		0.2936		3.4224	
Empfundenes kollektives Risiko R* _I [1/a]									/ Situationanteil an R* _{IE}			R* _I = 1.77E-01		20.7714		15.5626		25.2345		56.9013		11.6364		461.4086	
Grenzkosten für unbeteiligte Dritte (UD) [CHF]									3.00E+07			Check: Summe Situationsanteile R _{IE} = Summe O _I = R _{IE} = 17.1587													
Max. Kosten für Sicherheitsmassnahmen [CHF/a]									5323634			Check: Summe Situationsanteile R* _{IE} = Summe O _E = R* _{IE} = 591.5149													

Abbildung 35: Q = 10 t, mit Truppenunterkunft (Objekt 23 und Spezialsituation 3a; ohne Bauphase Rechenzentrum)

J Literaturverzeichnis

Nr.	Grundlage
1	Verordnung über den Schutz von Störfällen (Störfallverordnung StFV) vom 27. Februar 1991 (Stand 1. Juni 2015) Schweizerischer Bundesrat 814.012 / 01.06.2015
2	Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen (WSUME) vom 21. Dezember 2012 Schweizer Armee - Chef IOS Weisungen 90.014 d / 01.01.2013 / INTERN
3	Technische Richtlinien für die Lagerung von Munition (TLM) Teil 2 (Rev. 2016): Sicherheitsbeurteilung von Munitionslagern (TLM 2010/Teil 2) GS-VBS, IOS 01.01.2017 / INTERN
4	NATO - Allied Ammunition Storage and Transport Publication (AASTP) Manual on Explosives Safety Risk Analysis Part II: Technical Background AASTP-4, Edition 1, Version 4 NATO HQ, Brussels AASTP-4, Edition 1, Version 4 / 06.09.2016 / NATO PFP unclassified
5	Angaben zur Räumung der Unfallmunition von Blausee-Mitholz STIH 14.04.2005
6	Munitionsbestände im Magazin Blausee am 19.12.47 Detailauflistung der Munition nach Kammern KMV – Sektion M 06.11.1959
7	Explosion "Blausee-Mitholz" Beschrieb der Tätigkeiten nach dem Ereignis "Bericht Eichenberger" Eichenberger, P.; Rytz, H. 27.03.1998
8	Abschliessende Feststellungen von Trümmer und Zerstörungerscheinungen Dr. Voellmy (EMPA Zürich) 25.04.1949
9	Zusammenfassende Darstellung der Explosionskatastrophe vom 19. Und 20. Dezember 1947 in der unterirdischen Munitionsanlage Mitholz Gruppe für Rüstungsdienste, TUA 6, Thun / CH Cruchaud, M. C 37509-00 / 30.05.1969 / KLASSIFIZIERT

Nr.	Grundlage
10	Tagung über Sicherheitsprobleme bei der Lagerung von Explosivstoffen vom 9. und 10. Dezember 1976 in Thun (Schweiz) (Klotz-Group) Explosionsunglück Mitholz Rytz, H. 10.12.1976
11	Vorbericht über den mutmasslichen Ausgangspunkt der Explosion Schilderung des Ablaufs des Ereignisses Prof. Gessner (EMPA Zürich) 31.12.1948
12	Expertenbericht Kommission II Rohn, A. 30.07.1949
13	Beurteilungskriterien I zur Störfallverordnung StFV Richtlinien Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) VU-3818-D / 01.09.1996

K Dokumentenverzeichnis

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
Als 7000 Tonnen Munition explodierten_ Die Apokalypse im Kandertal _ NZZ.pdf	Als 7000 Tonnen Munition explodierten: Die Apokalypse im Kandertal	18.12.2017	NZZ, Tribelhorn, Marc	---	Artikel	Artikel zum Explosionsereignis in Mitholz vor 70 Jahren
Das letzte Versteck des Bundesrats _ NZZ.pdf	Das letzte Versteck des Bundesrats	02.10.2017	NZZ, Tribelhorn, Marc	---	Artikel	Geschichte der "Führungsanlage K20" im Berner Oberland
Explosion Mitholz 1947 Bericht Gemeindepräsident.docx - Explosion Mitholz 1947 Bericht Gemeindepraesident.pdf Explosion Mitholz 1947 Bericht Gemeindepraesident.pdf pmsb_24.01.2018_15-50-34.pdf	Gemeindepräsident Eduard Kleinjenni berichtet über die Explosionskatastrophe in Mitholz vom 19./20. Dezember 1947	---	Gemeindepräsident Kleinjenni, Eduard	---	Artikel	Bericht über den Hergang der Katastrophe aus Sicht der Gemeinde und deren Einwohner, Angaben zur finanziellen Unterstützung
Jungfrau Zeitung - «Zur Versenkung gab es keine Alternative».pdf	"Zur Versenkung gab es keine Alternative"	17.04.2011	Jungfrau Zeitung	---	Artikel	Bericht zu den Munitionsrück-ständen im Thuner- und Brienersee
ror-001_1948_27_553_d.pdf cntmng.pdf	Zu den Explosionen von Dailly und Blausee-Mitholz	09.03.1948	Rote Revue: sozialistische Monatsschrift, Gitermann, Valentin	---	Artikel	Interpellationsbegründung im Nationalrat
01_WSUME_121212_90.014_40017005885_pdfa.pdf	Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen (WSUME), Weisungen 90.014 d	21.12.2012 Gültig ab 01.01.2013 Gültig bis 31.12.2018	VBS, Armeestab A Stab, Chef Informations- und Objektsicherheit	intern	Weisung	Festlegung des allgemeinen Sicherheitskonzepts für den Umgang mit militärischer Munition und Explosivstoffen
01-Monitoring_Bericht.pdf	Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz, Grundwasserüberwachung 2016/2017	02.06.2017	Kellerhals + Haefeli AG, Dr. U. Gruner, J. Jakob	---	Gutachten	Die Schadstoffkonzentrationen im Grundwasserabstrom des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz werden auf Sprengstoffe und Schwermetalle hin untersucht

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Mitholz (Blindgänger)	14.02.1986	Gruppe für Rüstungsdienste, Fachabteilung Munitions- und Materialprüfung, Rytz, Hsj.	nur für dienstlichen Gebrauch	Brief	Angaben zur Gefährdung aufgrund von Blindgängern im ungeräumten Eisenbahnstollen
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Aktennotiz	---	Kallen, U.	---	Aktennotiz	Aktennotiz zu einer Begehung des Eisenbahnstollens
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Blindgängeruntersuchung	27.02.1986	Armeeapotheke, Chef Bauten und Anlagen, Poretti, F.	---	Begleitbrief	Hinweise zum Bericht der GRD, Rz/Kf- 338/389 vom 14.02.1986 in der Beilage
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Stegenbach; Geschiebesammler/ Mun.-Reste	18.12.1989	Armeeapotheke, Sektion Bauten und Anlagen, von Erlach	---	Aktennotiz, Dienstreise	Stand der Räumungsaktion, Mehrkosten, Bezeichnung der Gefahrenzone, Schlussbemerkungen
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Stegenbach; Bergwegverlegung/ Geschiebesammler	02.11.1989	Armeeapotheke, Sektion Bauten und Anlagen, von Erlach	---	Aktennotiz	Bauarbeiten am Geschiebesammler unter Aufsicht der Blindgänger- Meldezentrale
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Mitholz, Verbauung Wildbäche	24.05.1991	Armeeapotheke, Sektion Bauten und Anlagen, von Erlach	---	Aktennotiz, Besprechung	Stand der Arbeiten beim Stegenbach
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Stegenbach, Bergwegverlegung; Munitionsreste, Bericht an Hrn. Dr. H. R. Strasser, Info-Chef EMD	02.11.1989	Armeeapotheke, Sektion Bauten und Anlagen, von Erlach	---	Protokoll	Protokoll zur Begehung und zur Besprechung vom 01.11.1989
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Stegenbach: Geschiebesammler/ Mun.-Reste	07.12.1989	Armeeapotheke, Sektion Bauten und Anlagen, von Erlach	---	Aktennotiz, Dienstreise	Verlauf der Räumungsaktion, Termine, Kosten und nächste Sitzung
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	---	---	---	---	Fotos	Fotos der Blindgänger
01-Ref 50_01990620171013094738. pdf	Mitholz/BE, Geschiebesammler Stegenbach	05.12.1989	---	---	Fotos	---

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	Konzessionsbeschluss	24.03.1980	Direktion für Verkehr, Energie- und Wasserwirtschaft des Kantons Bern, der Direktor, Sommer	---	Konzession	Beschluss bzgl. der Wasserableitung aus dem Stegenbach
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	Blausee-Mitholz: Der Stägebach wird gezähmt	02.10.1989	Der Bund	---	Artikel	Bau einer Geschiebesperre im Stägebach
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	Sprengspezialisten müssen 30jährige Granaten entsorgen	04.11.1989	Der Bund	---	Artikel	Bericht zu den Spätfolgen des Munitionsunglücks in Mitholz
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	... (nicht lesbar) immer noch werden Granaten gefunden	04.11.1989	Thuner Tagblatt	---	Artikel	---
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	42 Jahre nach dem Explosionsunglück in Blausee-Mitholz Artillerie- und Flabgranaten gefunden	04.11.1989	Thuner Tagblatt	---	Artikel	---
01-Ref 50_01990620171013094738.pdf	Vor 40 Jahren erlebte die Bevölkerung von Blausee Mitholz eine Horrornacht	17.12.1987	Berner Oberländer	---	Artikel	---
02-Explosion Mitholz1947.pdf	Explosion im Munitionsdepot Mitholz vom 19. Dezember 1947	31.12.1998	www.festung-oberland.ch, Dokumentation Nr. 5	---	Artikel	Kurze Zusammenfassung der Ereignisse
03-HU_MitholzBerichtkomplett.pdf	Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz, Historische Untersuchung, Pflichtenheft für die Technische Untersuchung	22.12.2010	Kellerhals + Haefeli AG, Dr. U. Gruner, J. Wanner	---	Bericht	Durchführung der historischen Untersuchung für das ehemalige Munitionsdepot und Erarbeitung des Pflichtenhefts für die Technische Untersuchung
04-TUBericht2012.pdf	Ehemaliges Munitionsdepot Mitholz, Technische Untersuchung	23.01.2012	Kellerhals + Haefeli AG, Dr. U. Gruner, J. Wanner	---	Bericht	Die Technische Untersuchung gibt Aufschluss darüber, ob und in welchen Mengen Munitionsrückstände mit dem Grundwasser ausgetragen werden. Anhand der Resultate wird eine Beurteilung des Standortes mit Gefährdungs-abschätzung für das Schutzgut Grundwasser vorgenommen

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
1051.AA - 21.12.2017-mit Erg-21.12.2017.pdf	Munitionsrückstände Anlage 1051/AA, (mit Ergänzungen vom 21.12.2017)	21.12.2017	Generalsekretariat VBS, Informations- und Objektsicherheit IOS, Cajos, Jachen	vertraulich	Präsentation für die Sitzung vom 21.12.2017	Traktanden der Sitzung zur Situation und zum weiteren Vorgehen bzgl. der Munitionsrückstände in der Anlage 1051/AA
Beilage-Skizze_01.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 1	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit den bestehenden Anlageteilen, verschütteten Anlageteilen, Sprengtrichter, Krater und Mulden
Beilage-Skizze_02.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 2	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit eingezeichnetem Weg und Standorte der Luftproben
Beilage-Skizze_03.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 3	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Nummern (diesbezüglich keine Angaben in der Legende)
Beilage-Skizze_04.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 4	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit eingezeichnetem Anmarschweg und Standort der Luftprobe
Beilage-Skizze_05.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 5	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit eingezeichnetem Anmarschweg, Vorstossweg und Abseilstellen
Beilage-Skizze_06.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 6	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Richtungsanzeigen (diesbezüglich keine Angaben in der Legende)
Beilage-Skizze_07.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 7	16.02.1949 / Juni 1992 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage
Beilage-Skizze_08.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 8	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit den Vorstossrouten, Wasservorkommen und Sondierstollen

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
Beilage-Skizze_09.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No. 9	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Räum- und Sondierstollen
Beilage-Skizze_10.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No.10, Situation bei Räumbeginn	16.02.1949 / Juni 1992 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Angaben der vorhandenen Infrastrukturen
Beilage-Skizze_11.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No.11, Situation gegen Räumende	16.02.1949 / Juni 1992 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Angaben der vorhandenen Infrastrukturen
Beilage-Skizze_12.pdf	Explosion Blausee, Beilage - Skizze No.12, Situation der Räumgeleise nach dem 1.7	16.02.1949 / Juni 1992 / Dezember 1997 / 13.11.2006	---	---	Plan	Situationsplan der Anlage mit Räumgeleisen
Beilage-Skizze_13.pdf	Verteilung des Räumgutes auf die einzelnen Kammern, Beilage No.13	08.02.1949 / 13.11.2006	---	---	Schematische Darstellung	Angaben der Schuttmassen in Volumen pro Kammer
Beilage-Skizze_14.pdf	Überblick über die Gesamträumung im Verhältnis zur eingelagert gewesenen Munition, Beilage No.14	08.02.1947 / 13.11.2006	---	---	Schematische Darstellung	Vergleich Lagerbestand und geräumte Munition
Bericht Eichenberger.pdf 03 - Explosion Blausee-Mitholz - Bericht Eichenberger - 1949 - E747_Optimized.pdf	Explosion "Blausee", Beschrieb der Tätigkeiten nach dem Ereignis, "Bericht Eichenberger"	24.02.1949 / Juni 1992 / März 1998	Sektion für Munition der Kriegstechnischen Abteilung des EMD, Eichenberger; GRD – FSFO / GR-SWiT, Rytz, Hansjörg	---	Bericht	Beschreibung der ersten Erkundungen und exakte Dokumentation der Räumungsarbeiten, inkl. zeitlich abgestufte Planunterlagen, Auflistung der Entsorgungsmengen
Bericht Rytz HSJ-FA26-DDESB-Seminar-1996.pdf	Analyses and documentation of the "Mitholz" underground ammunition storage accidental explosion in Switzerland	August 1996	Defence Technology and Procurement Agency, Rytz, Hansjörg; ARSM, Bakhtar Associates, Dr. Bakhtar, Khosrow	---	Bericht	Unterlagen für das Seminar "Twenty-Seventh DOD Explosives Safety Seminar, Department of Defence Explosives Safety Board, Las Vegas, Nevada, August 20 - 22, 1996
Kandergrund Als Tausende Tonnen Munition explodierten - Region Oberland - beme.pdf	Als Tausende Tonnen Munition explodierten	18.12.2017	BZ Berner Zeitung	---	Artikel	Artikel zur Explosion in Mitholz vor 70 Jahren

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
Munitionsunglück_Mitholz_Passive_Sprachregelung_2017_12_06.pdf	Passive Sprachregelung zum Munitionsunglück am Standort Mitholz/BE	06.12.2017	Generalsekretariat VBS, Rüttimann, Markus	---	Regelung	Sprachregelung
Neue-Zürcher-Zeitung-20171218-Seite-10.pdf	Apokalypse im Kandertal	18.12.2017	NZZ, Tribelhorn, Marc	---	Artikel	Artikel zur Explosion in Mitholz vor 70 Jahren
Resultate Raeumung.pdf	Resultate der Räumung bis 1.12.1948	---	---	---	Bericht	Angaben zur Menge der geräumten Munition und deren Entsorgung
Situierung Problematik V3.pdf	Blausee-Mitholz, Problematik Munitionsrückstände	21.12.2017, Version 3	Bundesamt für Rüstung, armasuisse, Wissenschaft + Technologie, Fachbereich Explosivstoffe und Munitionsüberwachung (WTE); Mathieu Jörg, Luginbühl Reto	---	Präsentation	Problematik der Munitionsrückstände
Weiteres Vorgehen Mitholz_L ar Immo_181217.pdf	Weiteres Vorgehen betreffend "Mitholz"	18.12.2017	VBS, armasuisse Immobilien, Stocker, Martin	---	E-Mail	Sprachregelung betreffend der Explosion in Mitholz von 1947 und weiteres Vorgehen
Zur Versenkung gab es keine Alternative.pdf	«Zur Versenkung gab es keine Alternative», Munitionsrückstände im Thuner- und Brienersee	17.04.2011	Jungfrau Zeitung	---	Artikel	Robert Flühmann, Projektleiter und Verantwortlicher Gewässerschutz beim VBS, erklärt, wie die Ablagerungen in die Seen gelangten und warum sie nicht geborgen werden
Explosionsunglück im Munitionslager Blausee-Mitholz 1947 - I 101-65 - 2000 - E1564.pdf	Grundlagen Wirkungsanalyse, Explosionsunglück im Munitionslager Blausee-Mitholz vom 19./20. Dezember 1947, Auswertung der Schadenwirkungen im Anlagenvorgelände	14.12.2000	Bienz, Kummer & Partner, P. Nussbaumer, P. Kummer, A. Bienz	Weitergabe nur mit Einwilligung der GST/ AIOS/ SUR	Bericht	Auswertung der Schadenwirkungen im Anlagenvorgelände
19490425 Voellmy.pdf 04 - Abschliessende Feststellungen von Trümmer und Zerstörungserscheinungen - Voellmy_Optimized.pdf	Explosion Munitionsmagazin Blausee – Mitholz, Abschliessende Feststellungen von Trümmer – und Zerstörungserscheinungen	25.04.1949	Schweizerische Armee, Militär Justiz, Divisionsgericht, 3B, Dr. Voellmy	---	Bericht	Bericht zur möglichen Ursache der Explosion und Hinweise bzgl. des Explosionsverlaufs

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
22710180122.pdf 19690430 GRD Rytz.pdf 05 - Zusammenfassende Darstellung des Ereignisses - Cruchaud_Optimized.pdf	Zusammenfassende Darstellung der Explosionskatastrophe vom 19. und 20. Dezember 1947 in der unterirdischen Munitionsanlage Mitholz	30.05.1969	Gruppe für Rüstungsdienste, Technische Unterabteilung 6, Munitionskontrolle und Materialprüfung, 3602 Thun, Prof. Dr. Aebi, M. Cruchaud	---	Bericht	Angaben über die Munitionsanlage, zeitlicher Ablauf der Ereignisse, Auswirkungen innerhalb der Munitionsanlage, Plandarstellung vor der Explosion
Blausee – Mitholz.pdf 01 - Angaben zur Räumung der Munition - Belegung_Optimized.pdf	Angaben zur Räumung der Unfallmunition von Blausee-Mitholz	14.04.2005	STIH	---	Bericht	Angaben zur Menge und Sorte der geräumten Munition
FotoUnglück.jpg	---	---	---	---	Foto	Foto mit einem Lichtbogen
Hawthorn_Ridge_Redoubt_mine_(1_July_1916)_1.jpg	---	---	---	---	Foto	Foto der Explosion in Hawthorn Ridge Redoubt, 01.07.1916
KASTRO_II_Standortevaluation_Herleitung_2017_11_400_22110725.pdf	DNA-A/2338, Einbau Rechenzentrum KASTRO II in bestehende Anlage S74M, Rückblick Standortevaluation	20.12.2017	VBS, armasuisse Immobilien, SRS	vertraulich	Bericht	Rückblick Standortevaluation
Scan KASTRO II.pdf	Bedürfnisformulierung, Vorhaben-Nr. (SYFIM) 406.009, Vorhaben-Titel KASTRO_II_RZ VBS/BUND 2020	12.05.2011	VBS, Schweizer Armee, Führungsunterstützungsbasis	vertraulich	Bedürfnisformulierung	---
Zwischenbericht_Schutzumfang.pdf	Anlage: B 58 M, Projekt: Bericht über den Schutzzumfang, techn. Zwischenbericht	19.01.1967	Direktion der eidg. Bauten, Unterabteilung Tiefbau	vertraulich	Bericht	Technischer Zwischenbericht über den optimalen Schutzzumfang und über die lufttechnischen Anlagen der Anlage B 58 M
Liste H Rytz.pdf	Zwischenbericht 1 über Durchsicht und Bewertung des Inhaltes der Kiste 1 (von 4) mit Akten Blausee-Mitholz / Göschenen	08.08.1998	Rytz, Hansjörg	---	Verzeichnis	Verzeichnis mit den Berichten und den Beilagen des Untersuchungsrichters, Verzeichnis der Dokumenten der Kiste 1
06-Zerstrungen an Gebäuden.pdf	Explosion Mitholz. Zerstörungen an Gebäuden. 1:1000, EMPA 32903, Anlage 2	Februar 1948	K.M.V. Bern, Katasterplan: Bühlmann, Andres, Dipl. Ingenieur und Grundbuchgeometer, Thun	---	Plan	Plan mit Angaben zum Ausmass der Zerstörung der Gebäude in Mitholz

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
07-Zerstrungen el Leitungen etc.pdf	Explosion Mitholz. Zerstörungen an elektr. Leitungen, Masten und Bäumen. 1:1000, EMPA 32902, Anlage 3	Februar 1948	K.M.V. Bern, Katasterplan: Bühlmann, Andres, Dipl. Ingenieur und Grundbuchgeometer, Thun	---	Plan	Plan mit Angaben zur Zerstörung der Hochspannungs-, Licht- und Telefonleitungen, der Geländer und der Bäumen in Mitholz
04-Trmmerwurf 1.pdf 05-Trmmerwurf 2.pdf	Explosion Mitholz. Trümmerwurf. Lage der grössten Blöcke etc. 1:1000 / 1:2000, ergänzt nach Aufnahmen von Hptm. Eichenberger. Oblt. Roduner, EMPA 32904, Anlage 4,	Februar 1948, April 1948, Juni 1948	K.M.V. Bern, Katasterplan: Bühlmann, Andres, Dipl. Ingenieur und Grundbuchgeometer, Thun Bienz, Kummer & Partner AG, Zollikerberg, 1997	---	Plan	Plan mit der Lage und der Grösse der Blöcke in Mitholz. Zwei Schnitte durch die Schuttmasse
02-Querprofile vor und nach Explosion.pdf	Explosion Mitholz. Felssturz, Querprofile 1:1000, nach Aufnahmen von Leupin & Schwank, Bern, Januar 1948, EMPA 32920, Anlage 6	Februar 1948	K.M.V. Bern	---	Plan	Querprofile vor und nach der Explosion
01-Felsturz Trmmerzone Deponie.pdf	Explosion Mitholz. Situation, Felssturz, Trümmerzone und Deponie. 1:500, EMPA 32842	Februar 1948	K.M.V. Bern	---	Plan	Plan mit der Lage der Felskanten und Böschungen vor und nach der Explosion, Ansicht der Felswand 1:1000, Querprofile 1:200
03-Situation und Schnitte.pdf	Blausee – Mitholz. Situation und Schnitte. 1:500, EMPA 33026	März 1948	K.M.V. Bern	---	Plan	Grundriss und Schnitt der Kavernen
01 - Angaben zur Räumung der Munition - Belegung_Optimized	Angaben zur Räumung der Unfallmunition von Blausee-Mitholz	14.04.2005	STIH	---	Kurzbericht	Angaben zum versenkten Material und zum Materiallager vor dem Unglück
02 - Munitionsbestände am 19.12.47 - im Detail_Optimized.pdf Belegung bearbeitet - 2_Optimized.pdf	Munitionsbestände im Magazin Blausee am 19.12.47	6.11.1959	KMV-Sekt.M/Stu, Bern	---	Daten- zusammen- stellung	Munitionstyp, Anzahl und Explosivstoff in kg. Exemplar mit handschriftlichen Notizen zu Q _{TNT}

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
02 - Munitionsbestände am 19.12.47 - im Detail_Optimized.pdf	Explosion Munitionsmagazin Mitholz	23.04.1948	Schweiz. Armee, Militärjustiz, Bern, Stadtkanzlei, ao. Gerichtsschreiber, Gamper, Hs.B.	---	Brief	Brief an Herrn Dr. Voellmy, Eidg. material-Prüfungs-Anstalt, Zürich mit der Zusammenstellung der gelagerten Munition pro Kammer und Gestell
06 -Bericht für KG_Optimized.pdf	Tagung über Sicherheitsprobleme bei der Lagerung von Explosivstoffen vom 9. und 10. Dezember 1976 in Thun (Schweiz) von Vertretern der am Klotzgrossversuch (Operation Block) beteiligten Länder	---	Rytz, Hsj.	---	Bericht	Kapitel 11 "Explosionsunglück Mitholz" und Kapitel 12 "Besichtigung der Unglücksstätte"
07 - Vorbericht über den mutmasslichen Ausgangspunkt der Exolusion_Optimized.pdf	Explosion Munitionsmagazin Mitholz. Vorbericht über den mutmasslichen Ausgangspunkt der Explosionen.	31.12.1948	EMPA, Prof. Dr. H. Gessner	---	Bericht	Bericht über den mutmasslichen Ausgangspunkt der Explosionen
08 - Expertenbericht Kommission II - Auszug_Optimized.pdf	Explosion Munitionsmagazin Mitholz, (19./ 20. Dezember 1947), Administrative Expertenkommission (Kommission II), Expertenbericht	---	Administrative Expertenkommission (Kommission II)	---	Auszug aus dem Bericht (Seite 8 - 11)	Protokoll der Sitzungen der Experten Dokumentation von Ernst Basler & Partner, Ingenieure und Planer AG
01-Zgn P_Beck Beilage 11.pdf	Explosion Blausee – Mitholz. Geol. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 11, Graphische Darstellung des Ablaufes der Katastrophe im Innern der Anlage nach den Schuttverlagerungen auf Beilage 10. 1:500	---	Dr. P. Beck	---	Plan	---
02-Plan Situation und Einlagerung.pdf	Mun. Mag. 12, Blausee – Mitholz, Situation vor der Explosion vom 19/20.12.1947, 1:500, und schematische Darstellung der Munitionslagerung, EMPA Nr 276/2, Anlage 1, EMPA 35 545	März 1949	EMPA	---	Plan	Grundriss der Kavernen und schematische Darstellung der gelagerten Munition pro Kammer und Gestell vor der Explosion

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
03-20180207 Protokoll Begehung.pdf	Protokoll Munitionsanhäufung Abortanlage und Begehung zusätzliche Hohlräume anlässlich Begehung vom 07.02.2018	07.02.2018	VBS, armasuisse, Wissenschaft und Technologie, Mathieu, Jörg VBS, Schweizer Armee, Kommando KAMIR, Philippe Heusler	intern	Protokoll	Protokoll zur Begehung
05-Ref KTA Bericht Kupferazid 1950.pdf	Bericht über die Untersuchungen zur Feststellung von Kupferazid in Munition	Januar 1950	Kriegstechnische Abteilung, Sektion für Munition	---	Auszug aus dem Bericht (Seite 1)	Nur Titelseite liegt vor
04-P1000425.jpg	---	---	---	---	Foto	Foto mit Fliegerbombe
Bundesarchiv / Schlussbericht_Arbeitsgruppe_Weiterverwendung B 58 M.pdf	Schlussbericht der Arbeitsgruppe für die Weiterverwendung der Anlage B 58 M an das Eidgenössische Militärdepartement	16. Februar 1973	W. Geiser, Vorsitzender der Arbeitsgruppe für die Weiterverwendung der Anlage B58 M	vertraulich	Bericht	Unter B 58 M war ein Militärspitalprojekt bezeichnet, nachdem die ursprünglich vorgesehene reine Materiallagerung, verworfen wurde. Der Bundesrat stoppte die Bau und Projektarbeiten 1971 aus Kostengründen. Die Anlagen wurde dann von der Armeepothek genutzt (neuer Deckname S 74 M). Kein Hinweis auf eine RA. Ein vager Hinweis auf Trümmerräumung von.
Bundesarchiv	Expertenbericht der administrativen Expertenkommission	25.4.1949	Prof. Scherrer, ETHZ et al.	---	Bericht	Massnahmen, dass ein derartiges Unglück nicht mehr passiert. Untersuchung der Gefährdung der Munitionstypen
Bundesarchiv (IMG_5981.jpg)	Expertenbericht der militärgerichtlichen Expertenkommission	5. Mai 1949	Dr. A. Rhon, ETH et. al.	---	Bericht	---
Bundesarchiv (IMG_6004.jpg)	Bericht Nr. 2 des Untersuchungsrichters, Verhältnisse im Munitionsmagazin vor der Explosion	22.02.1948	Hptm Wullschleger	---	Bericht	---

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
Bundesarchiv / IMG_6023.jpg	Beilage Nr. 2 zu den Berichten des Untersuchungsrichters, Protokoll über den Rekognoszierungsanstoss vom 21. Februar 1948 in den Stollen Mitholz	26.02.1948	Hptm Wullschleger	---	Protokoll	---
Plan_0001.tif	Anlage: B 58 M, Situation 1:2'000	27.04.1967	nicht lesbar	vertraulich	Plan	Grundriss Anlage
Plan_0002.tif	Anlage: B 58 M, Gesamtübersicht der unterirdischen Bauteile über der Anlage. 1:500	10.04.1968	Ingenieurbüro M. Lüthy	vertraulich	Plan	Situation und Längsschnitt
Plan_0003.tif	Spitalprojekt: Frisch- u. Abluftstollen, Filterkammer, Wasserreservoir. Nr 6505	15.03.1961	Ingenieurbüro Dr. h. c. H. Fehlmann	vertraulich	Plan	Situation 1:1'000, Längsschnitt durch den Frischluftstollen 1:1'000, Längsschnitt durch den Abluftstollen 1:1'000
Plan_0004.tif	Anlage B1M, Auspuff- und Abgasleitungen im Gebiet des ehemaligen Bahntunnels. 1:200, Nr. 5475	06.12.1956	Direktion der Eidg. Bauten, Bern, Ingenieurbüro Dr. h. c. H. Fehlmann	vertraulich	Plan	Grundriss und Schnitte der Kammern 8, 10, 12 und 12a
Bericht_01.pdf	Explosion Munitionsmagazin Mitholz, Beilage Nr. 33 zu den Berichten des Untersuchungsrichters, Beantwortung der Expertenfragen durch den geologischen Mitarbeiter	15.12.1948	Dr. P. Beck	vertraulich	Bericht	---
Bericht_02.pdf	Explosion Munitionsmagazin Mitholz, Beilage Nr. 29 zu den Berichten des Untersuchungsrichters, Geologisches Gutachten	29.11.1948	Dr. P. Beck	vertraulich	Bericht	---
Beilage_01.jpg	Explosion Blausee-Mitholz. Geol. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 1. Das Kandertal, Baustellen für unterirdische Magazine. 1:50'000	---	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Beilage_02.jpg	Explosion Blausee-Mitholz. Geol. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 2. Geologische und explosionseruptive Ablagerungen der "Fluh" bei Mitholz und ihrer Umgebung. 1:1'000	---	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
Beilage_03.jpg	Explosion Blausee-Mitholz, Geolog. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 3. Zustand der "Fluh" vor dem Bau der Magazine	1948	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Beilage_04.jpg	Explosion Blausee-Mitholz, Geolog. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 4. Mitholz, Querprofile, 1:1'000	Juni 1948	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Beilage_05.jpg	Explosion Blausee-Mitholz, Geolog. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 5. Mitholz, 1:1'000, Geologische Profile längs des Bahntunnels	Juni 1948	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Beilage_06.jpg	Mun. Mag. Blausee-Mitholz, Geolog. Gutachten Dr. P. Beck. Beilage 6. Querprofil durch die "Fluh" bei Mitholz, 1:1'000	---	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Beilage_07.jpg	Beilage 7 zum Geologischen Gutachten Blausee-Mitholz von Dr. P. Beck, Geolog, Thun. "Fluh" bei Mitholz, Stratigraphisches Profil, 1:1'000	---	Dr. P. Beck	vertraulich	Plan	---
Bericht1.pdf	Anlage B 58 M, Geologisches Gutachten	15.07.1966	Prof. Dr. W. Nabholz, Dr. R. Herb	vertraulich	Plan	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
Bericht2.pdf	Anlage B 58 M, Untersuchungen über den optimalen Schutzzumfang	September 1966	Basler & Hofmann	vertraulich	Bericht	Für die Anlage B 58 M optimalen Schutzzumfang bestimmen und entsprechende Schutzmassnahmen festlegen

Dateiname	Titel	Datum	Verfasser	Klassifizierung*)	Medium	Hinweise Inhalt
IMG_5818.jpg, IMG_5819.jpg, IMG_5821.jpg bis IMG_5825.jpg _DSC2121.jpg bis _DSC2226.jpg	---	07.02.2018 / 12.02.2018	---	---	Foto	Fotos der Begehung der Expertengruppe in Mitholz
CH-BAR#E3001B#1978-31#188#1.pdf	Unterirdische Anlage Blausee-Mitholz	03.03.1960	Direktion der Eidgenössischen Bauten, der Direktor Ma	geheim	Brief	Brief an Herrn Bundesrat Dr. H. Tschudi, Vorsteher des eidg. Departements des Innern bzgl. der Zuständigkeit für den Bau des neuen unterirdischen Spitals in der Anlage Blausee-Mitholz
CH-BAR#E3001B#1978-31#188#2.pdf	Brief ohne Titel	13.04.1960.	Eidg. Departement des Innern, Bundesrat Dr. H. Tschudi	geheim	Brief	Antwort an Herrn dipl. Arch. ETH Jakob Ott Eidg. Baudirektion
CH-BAR#E3001B#1978-31#188.pdf	Unterirdische Anlage Blausee-Mitholz, EDI / Allgemein, Unfall von Redaktor W. v. Känel vom 22. März 1960	1960	---	---	Auszug	Nur Titelseiten liegen vor
01_ISIMAnnahme12454.3DN A-A2338_40019589115	Laufzettel und Begleitformular Ampelentscheid Auftrag	17.02.12017 / 14.10.2016	armasuisse Immobilien, BM Baumanagement	vertraulich	Formular	Vorhaben Nr. (SAP PS): DNA-A/7771 (DNA-A12338) Auftrag Nr. (ISIM): 12454.3 (12454.1) Bewirtschaftungseinheit: BWE-02 7070 Wichtigstes Objekt: 1051/AA Vorhabentitel: RZ VBS 2020 - KASTRO II
ProjektpflichtenheftundGrobkosten-schätzungvom12.09.2016mitUnterschriften_40019569284	Projektpflichtenheft und Grobkostenschätzung	12.09.2016	VBS, armasuisse Immobilien, Portfolio und Umweltmanagement	vertraulich	Bericht	Projektpflichtenheft und Grobkostenschätzung für das Vorhaben DNA-N2338, Neubau Rechenzentrum «KASTRO II»

*)Klassifizierung: Stand April 2018

L Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
A	für Störfallwert resp. (Schaden-) Ausmass gemäss StFV
At	tatsächliches (Schaden-) Ausmass für Ausmass gemäss TLM resp. WSUME
GS-VBS	Generalsekretariat VBS
IOS-OSI	Information- und Objektsicherheit / Objektsicherheit
KAMIR	Kampfmittelräumung
λ	Letalität (Todesfallwahrscheinlichkeit)
Q	Explosivstoffmenge
UNS	Umweltmanagement Normen und Standards
R	Risiko
Re	Empfundenes kollektives Risiko gemäss TLM / WSUME
r	Individuelles Risiko
StFV	Störfallverordnung
TLM	Technische Richtlinien für die Lagerung von Munition
TNT	Trinitrotoluol
W	(Eintretens)Wahrscheinlichkeit
WSUME	Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen

M Bericht Nr. 2 der Korreferenten



armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager Mitholz

Korreferat Risikoanalyse
Bericht Nr. 2

armasuisse Immobilien - Fachbereich UNS
Blumenbergstraße 39
CH-3003 Bern

von

Mathias Muckel

Beratender Ingenieur, Hannover

11.09.2018

Berichtsbezeichnung Ehemaliges Munitionslager Mitholz
Korreferat Risikoanalyse
Bericht Nr. 2

Auftraggeber armasuisse Immobilien - Fachbereich UNS
Blumenbergstraße 39
CH-3003 Bern

Auftragnehmer Dipl.-Geologe Mathias Muckel
Beratender Ingenieur
Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

Berichtsverfasser Dipl.-Geol. Mathias Muckel Dr.-Ing. Kay Winkelmann
Beratender Ingenieur Beratender Ingenieur
Schlüsselblumenweg 30 Schwarzwildweg 30
30519 Hannover 14612 Falkensee

Berichtsdatum 11.09.2018



Dipl.-Geol. M. Muckel



Dr.-Ing. K. Winkelmann

Dieser Bericht enthält

Seiten 21 Abbild. 3 Tabellen 0 Anhänge 0 Anlagen 0

Die Titelseite zeigt ein Symbolbild. Es zeigt weder die untersuchte Fläche noch steht es in einer Beziehungen zu dieser. Auch werden damit keine Ergebnisse oder Bewertungen in Bezug auf die untersuchte Fläche impliziert.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

2

Inhaltsverzeichnis

1. SACHVERHALT	4
2. AKTUELLE GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG DER EXPERTENGRUPPE AUFGRUND GEPLANTER BAUMABNAHMEN	5
3. KORREFERAT	6
4. DURCHGEFÜHRTE ARBEITEN	7
5. GRUNDSÄTZLICHE FESTSTELLUNGEN DER KORREFERENTEN	9
6. HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN FÜR DIE ABSCHLIEßENDE GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG / RISIKOBEWERTUNG	12
6.1. ÜBERSICHT	12
6.2. HISTORISCH-GENETISCHE REKONSTRUKTION	12
6.3. TECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN / ERKUNDUNGEN UND GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	16
6.3.1. GEOLOGIE / HYDROGEOLOGIE / FELSMECHANIK	16
6.3.2. VERMESSUNG UND FRÜHWARNSYSTEM	17
6.3.3. NORDABSCHNITT	17
6.3.4. GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN	17
6.3.5. TESTFELDRÄUMUNGEN	19
6.3.6. MUNITIONSTECHNISCHE SPEZIALUNTERSUCHUNGEN	20
6.3.7. GEFÄHRDUNGSABSCHÄTZUNG	21
6.4. GEFAHRENBESEITIGUNG / GEFAHRENVERMINDERUNG	21

1. Sachverhalt

Im Munitionslager Mitholz im Kandertal (Berner Oberland, Schweiz) kam es in der Nacht vom 19./20.12.1947 zu einer Explosion. Zum Zeitpunkt der Explosion waren etwa 7.000 Tonnen Munition (Bruttomasse einschließlich Verpackungen) in sechs Kammern eingelagert, die über einen vorgelagerten Eisenbahntunnel miteinander verbunden waren. Die Explosionen / Brände griffen auf alle sechs Kammern über. Nach schweren Explosionen um Mitternacht am 19./20.12.1947 brannte es äußerlich sichtbar bis zum 28.12.1947, wobei es immer wieder zu Explosionen kam.

Das Munitionslager wurde durch die Explosionen (im Folgenden als das „Ereignis“ bezeichnet) vollständig zerstört. Durch die größte Explosion um 00:10 Uhr am 20.12.1947 kam es zum Einsturz der Felswand vor den Kammern 1 bis 3. Im Gebirge über dem Munitionslager entstanden große Klüfte, große Mengen Fels und Ausbaumaterial stürzten in die Kammern. Der Eisenbahntunnel vor den Kammern 1 bis 3 wurde vollständig verschüttet, vor den Kammern 4 bis 6 ist er heute noch auf den Versturzmassen und den darüber befindlichen Hohlräumen begehbar. Die eigentliche Sohle des Eisenbahntunnels ist heute nicht mehr zugänglich.

Auf Grundlage der nach dem Ereignis durchgeführten Untersuchungen und der Zusammenfassung der Räumarbeiten (Bericht Eichenberger vom 24.02.1949) kommt die Expertengruppe zu dem Schluss, dass sich etwa 50 % der vormals gelagerten 7.000 Tonnen Munition bei dem Ereignis umsetzten. Etwa 3.500 Tonnen Munition wären damit nach Einschätzung der Expertengruppe heute noch im Anlagenbereich vorhanden.

Im Rahmen der Bergung nach dem Unglück wurden die sechs Kammern vollständig von Kampfmitteln und Schutt geräumt. Der dafür notwendige Zugangstollen führte vom Bahnstollen nordseitig direkt an den Anfang der Kammer 1. Zum ehemaligen Eisenbahntunnel hin wurde in den Kammern ein Abschluss durch Mauerwerk hergestellt.

Nach der Räumung wurden die Kammern durch einen neuen Zugangstollen in der Mittelachse der ehemaligen Kammern 1 bis 6 wieder erschlossen und ein Materialdepot angelegt, das bis vor kurzem genutzt wurde.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

2. Aktuelle Gefährdungsabschätzung der Expertengruppe aufgrund geplanter Baumaßnahmen

Eine ursprünglich geplante Erweiterung / Nutzungsänderung für das vorhandene Materialdepot gab den Anstoß für eine Analyse möglicher Gefahren und Risiken, die aus verschütteter Munition im ehemaligen Eisenbahntunnel und im Schüttkegel resultieren können.

Dazu wurde eine Expertengruppe aus Sachverständigen des VBS (Schweizerisches Department für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport aus den Bereichen Generalsekretariat VBS / Informations- und Objektschutz, armasuisse / Fachbereich WTE (wehrtechnische Dienststelle / Explosivstoffe und Munitionsüberwachung), armasuisse / Immobilien und des Kampfmittelbeseitigungsdienstes der Armee (Kompetenzzentrum KAMIR) sowie zivilen Sachverständigen aus dem Bereich Sicherheitsbeurteilung Munition / Explosivstoffe und Risikobewertung eingerichtet.

Aufgaben der Expertengruppe sind:

- Beschreibung des IST-Zustandes im noch zugänglichen Teil des Eisenbahntunnels (Zustand ehemalige Anlage, Hohlräume, Art / Zustand / Lage / Menge vorhandener Kampfmittel, Nutzung Umfeld)
- Historische Recherche (Munitionsinventar und baulicher Zustand vor dem Ereignis, geologische Untersuchungen vor und nach dem Ereignis, Räumarbeiten nach dem Ereignis, Bewertung der Sicherheit nach der Räumung, verbleibendes Kampfmittelinventar)
- Gefährdungsabschätzung (Menge verbleibender Kampfmittel und deren Verteilung, Möglichkeiten der Auslösung, Größe / Ort / Wahrscheinlichkeit möglicher Ereignisse mit Beschreibung der Unsicherheiten)
- Beurteilung der Sicherheit für die vorhandenen militärischen Anlagen, die geplanten Bauarbeiten, die zukünftige Nutzung des Standorts sowie die Umgebung

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

3. Korreferat

Die Arbeiten der Expertengruppe sollten fachtechnisch durch externen Sachverstand (sog. Korreferat) begleitet werden.

Das Korreferat für die „Risikoanalyse 1051 AA (ehemaliges Munitionslager Tunnelholz)“ wurde übertragen an

Dipl.-Geol. Mathias Muckel
Beratender Ingenieur
Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover
(Auftragnehmer)

Dr.-Ing. Kay Winkelmann
Beratender Ingenieur
Schwarzwildweg 30
14612 Falkensee

Die Aufgaben der Korreferenten wurden durch den Auftraggeber wie folgt beschrieben:

- Ortsbegehung zur Begutachtung der örtlichen Verhältnisse
- Prüfung des Vorgehenskonzeptes der Expertengruppe
- Prüfung, ob der Stand der Technik eingehalten wird
- Prüfung des abschließenden Berichtes der Expertengruppe
- Formulierung von Handlungsempfehlungen

Die Tätigkeit der Korreferenten unterliegt der Vertraulichkeit.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

4. Durchgeführte Arbeiten

Für das Korreferat erfolgten folgende Arbeiten:

- Recherche und Studium frei verfügbarer Informationen zu Projektbeginn
- Einsichtnahme und Reproduktion von historischen Quellen im Bundesarchiv Bern am 14.03.2018
- Fachdiskussion mit der Expertengruppe, Studium bislang nicht öffentlich zugänglicher historischer Quellen, Begehung der Anlage Mitholz am 15. / 16. März 2018
- Erstellung des Zwischenberichtes Nr. 1 der Korreferenten vom 04.04.2018
- Studium eines Entwurfs des Abschlussberichtes mit den Kapiteln 4 (Vorgehen), 5 (Ereignisszenarien) und 6 (Risikoanalyse und Risikobewertung), Bearbeitungsstand 16.07.2018
- 17.07.2018 Fachdiskussion mit der Expertengruppe zu den Ergebnissen und Schlussfolgerungen

Während des gesamten Projektzeitraums erfolgten zwischen der Expertengruppe und den Korreferenten fachtechnische Abstimmungen.

Während der vorläufig letzten Fachdiskussion wurden die bis dato vorliegenden Kapitel

- 4 - Vorgehen
- 5 - Ereignisszenarien
- 6 - Risikoanalyse und Risikobewertung

des Berichtes der Expertengruppe eingehend mit der Autoren besprochen. Dabei wurden mit den Korreferenten insbesondere

- die Darstellung zu den historischen Ereignissen
- die Beschreibung der derzeitigen Situationen (hier insbesondere des Munitionsinventars und der Gebirgssituation)
- die Ereignisszenarien und deren Eintrittswahrscheinlichkeiten
- Einzelheiten zu den Risikoanalyse und Risikobewertung

intensiv diskutiert.

Abschließend wurden erste Überlegungen der Expertengruppe zu weiterführenden Untersuchungen um verschiedene Aspekte ergänzt und die aus Sicht der Korreferenten wesentlichen Arbeiten argumentativ unterlegt.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

Die im Folgenden gemachten Darstellungen beziehen sich auf die Ergebnisdarstellung in den vor-
genannten Kapiteln des Expertenberichtes mit Stand 16.07.2018.

Dort gemachte Ausführungen zu den Ergebnisse und Schlussfolgerungen, denen die Korreferen-
ten grundsätzlich und vollumfänglich folgen, werden in diesem Bericht der Korreferenten zur
Vermeidung von Doppelungen nicht wiederholt.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

5. Grundsätzliche Feststellungen der Korreferenten

Der Expertengruppe stand nur ein sehr begrenzter Bearbeitungszeitraum zur Verfügung. In Anbetracht dessen sind die vorgelegten Ergebnisse, Schlussfolgerungen und Bewertungen der Expertengruppe als äußerst umfangreich, detailliert und sachorientiert zu beurteilen. Insbesondere ist festzustellen, dass

- das Vorgehenskonzept zielorientiert ist und dem Stand der Technik entspricht,
- die Arbeitshypothese begründet und
- die bisherigen Schlussfolgerungen nachvollziehbar sind.

Die Korreferenten teilen auf Basis der bis dato vorliegenden Daten und Informationen die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen der Expertengruppe hinsichtlich der Einschätzung des Gefahrenpotenzials (Kampfmittelinventar / Nettoexplosivstoffmasse) und des Risikos (Eintrittswahrscheinlichkeit). Gleichwohl sind diese Grundannahmen mit gewissen Unsicherheiten behaftet (siehe weiter unten).

Der Risikoanalyse und Risikobewertung können die Korreferenten dem Grunde nach folgen. Es soll nicht unerwähnt bleiben, dass eine Quantifizierung des Risikos in der zivilen Kampfmittleräumung in Deutschland nicht üblich ist. Vielmehr wird hier rein qualitativ entschieden, ob eine Gefährdung von Leben und Gesundheit oder anderer hochwertiger Schutzgüter zu besorgen ist oder sogar besteht. Auf Basis dieser Gefährdungsabschätzung wird der Handlungsbedarf abgeleitet und unter Berücksichtigung der sogenannten Kostenwirkungsfaktoren eventuell notwendige Maßnahmen planerisch konkretisiert. In Bereichen mit unmittelbarer oder akuter Gefahr wird ebene in Deutschland auf Grundlage des Polizei- und Ordnungsrechts (Gefahrenabwehrrecht) i.d.R. systematisch abgewehrt (siehe hierzu beispielsweise die Stadt Oranienburg mit einer hohen Funddichte von Bomben mit selbstdetonationsfähigen chemischen Langzeitzündern).

Die auf Basis der vorliegenden Gefährdungsabschätzung (Risikoanalyse und Risikobewertung) von Dritten veranlassten Sofortmaßnahmen werden von den Korreferenten als angemessen und verhältnismäßig betrachtet. Insbesondere im Hinblick auf die zukünftige Nutzung der Anlage Mitholz sind diese Maßnahmen aus Sicht der Korreferenten als vorläufig zu betrachten, denn die Grundannahmen

- zu den Ursachen des historischen Ereignisses und damit auch zu möglichen zukünftigen Ereignissen,

- zur Art und der Menge noch vor Ort befindlichen Munition und deren räumlicher Lage bzw. Verteilung,
- Anteil von Detonation und Deflagration an dem Ereignis und damit Größenordnung der dabei freigesetzten Energie und
- den Eintrittswahrscheinlichkeiten

sind ebenfalls als vorläufig zu betrachten und können noch nicht als hinlänglich gesichert angesehen werden.

So wird nach den Ergebnissen der damaligen Räumung (Bericht Eichenberger vom 24.02.1949) derzeit angenommen, dass noch etwa die Hälfte der ursprünglich 7.000 Tonnen Munition im Bereich der Anlage vorhanden sein kann. Die dieser Annahme zugrunde liegenden Zahlen aus dem Bericht Eichberger können aber auch anders interpretiert werden: Danach kann angenommen werden, dass sich etwa 2.620 Tonnen Munition (840 Tonnen Nettoexplosivstoffmasse, Faktor 3 für Umrechnung auf Bruttomasse mit Verpackungen) umsetzen. Rund 2.666 Tonnen Munition und Splitter wurden nach dem Unglück geborgen. Danach wäre der Verbleib von rund 1.714 Tonnen Munition derzeit als ungeklärt zu betrachten (alle Massenangaben als Bruttomasse einschließlich Verpackungen).

Diese gegenüber den derzeit diskutierten Massen verringerte Tonnage an möglicherweise noch vorhandener Munition kann im Kontext mit den o.g. Aspekten (z.B. Anteil Detonation und Deflagration) zu einer Anpassung der derzeit akzeptierten Gefährdungsbeurteilung und Risikoabschätzung führen. Die grundsätzliche Einschätzung, dass sich im ehemaligen Eisenbahntunnel noch große Mengen an umsetzungsfähiger Munition befinden können, die zu Ereignissen von bis zu 10 t Nettoexplosivstoffmasse resultieren können, ändert sich hierdurch nicht.

Die Ausführungen machen deutlich, dass der derzeit vorliegende Kenntnisstand gemäß den in Deutschland für die Bearbeitung der Kampfmittelproblematik auf Bundesliegenschaften anzuwendenden

„Arbeitshilfen Kampfmittelräumung - Berufliche Richtlinien zur wirtschaftlichen Erkundung, Planung und Räumung von Kampfmitteln auf Liegenschaften des Bundes“,

der dort definierten

„Phase A - historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung“.

entspricht.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

Die Korreferenten betrachten die derzeit vorliegenden Ergebnisse und Schlussfolgerungen damit als eine erste, vorläufige Gefährdungsabschätzung. Eine abschließende, belastbare Gefährdungsabschätzung wird erst nach weiteren Untersuchungen für möglich gehalten.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

6. Handlungsempfehlungen für die abschließende Gefährdungsabschätzung / Risikobewertung

6.1. Übersicht

Für die weitere Bearbeitung sehen die Korreferenten in fachtechnischer Übereinstimmung mit der Expertengruppe verschiedene Maßnahmen und Untersuchungen für geboten und notwendig an. Sie sollten hier in folgende Gruppen differenziert werden:

1. Öffentliche und Organisatorische Maßnahmen
 - a. Sofortmaßnahme Mitholz
 - b. Kommunikation und Öffentlichkeitsinformation („Risikokommunikation“)
 - c. Notfallorganisation
 - d. Aspekte der Politik, des Haushaltes etc.
2. Historische-genetische Rekonstruktion
3. Technische Untersuchungen / Erkundungen und Gefährdungsabschätzung
 - a. Geologie / Hydrogeologie / Felsmechanik
 - b. Vermessung und Frühwarnsystem
 - c. Nordabschnitt
 - d. Geophysikalische Untersuchungen
 - e. Testfeldräumungen
 - f. Munitionstechnische Spezialuntersuchungen
4. Gefahrenbeseitigung / Gefahrenverminderung
 - a. Grundsätzliche Möglichkeiten der Kampfmittelräumung
 - b. Grundsätzliche Möglichkeiten für Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen

Zu den Teilaspekten der Gruppe 1 „Öffentliche und Organisatorische Maßnahmen“ gehen die Korreferenten nicht ein, da diese Maßnahmen außerhalb des fachtechnischen Erfahrungshorizontes der Korreferenten liegen.

6.2. Historisch-genetische Rekonstruktion

Die bislang durchgeführten Auswertungen der vorliegenden historischen Dokumente beschreiben mögliche Vorgänge während des Ereignisses 1947 und den nachfolgenden Kampfmittelräumun-

gen. Für den derzeitigen Bearbeitungsstand sind die hieraus gewonnenen Erkenntnisse zunächst ausreichend.

Für die weitere Bearbeitung des Gesamtprojektes erachten die Korreferenten die Erarbeitung einer

Historisch-genetischen Rekonstruktion

für notwendig und geboten.

Im Gegensatz zu einer beschreibenden Darstellung werden hiermit die Vorgänge, Ursachen, Auswirkungen etc., die zu einem bestimmten Zustand geführt haben, vollumfänglich untersucht. Genetische Abhängigkeiten, gegenseitige Beeinflussungen von Vorgängen etc. werden unter Berücksichtigung von allgemeinen Daten zum Munitionsinventar, den Standortfaktoren (Kosteneinflussfaktoren gemäß Arbeitshilfen Kampfmittelräumung) betrachtet und bewertet.

Eine solche Historisch-genetische Rekonstruktion geht damit deutlich über eine deskriptive historische Recherche hinaus.

Sie stellt für alle weiteren technischen Untersuchungen und Erkundungen und auch für die Überlegungen der Gefahrenbeseitigung / Gefahrenreduzierung die essentielle Basis dar. Dies insbesondere auch deshalb, weil Befunde aus z.B. technischen Erkundungen reflexiv mit den Ergebnissen der historisch-genetischen Rekonstruktion abgeglichen werden müssen.

Für das Ereignis Mitholz liegen umfangreiche historische Quellen vor. Diese Quellenlage ist als außergewöhnlich gut zu bewerten. Neben den bei der Expertengruppe bereits vorliegenden Quellen finden sich weitere Quellen im Bundesarchiv in Bern (mindestens 144 Einheiten recherchiert mit etwa 2-3 Aktenmeter). Weitere, bislang nicht erschlossene Quellen sind in lokalen Archiven und Dienststellen zu erwarten.

Die Korreferenten erachten damit die Durchführung einer Historisch-genetischen Rekonstruktion aus fachtechnischen Überlegungen für notwendig und aufgrund der Quellenlage für sinnvoll und erfolgversprechend und somit insgesamt für geboten.

Für diese Rekonstruktion können die von der Arbeitsgruppe aktuell bereits durchgeführten umfangreichen Betrachtungen der historischen Vorgänge als wesentliche Grundlage dienen. Sie sollten in der Historisch-genetischen Rekonstruktion entsprechend Berücksichtigung finden.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
✉ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

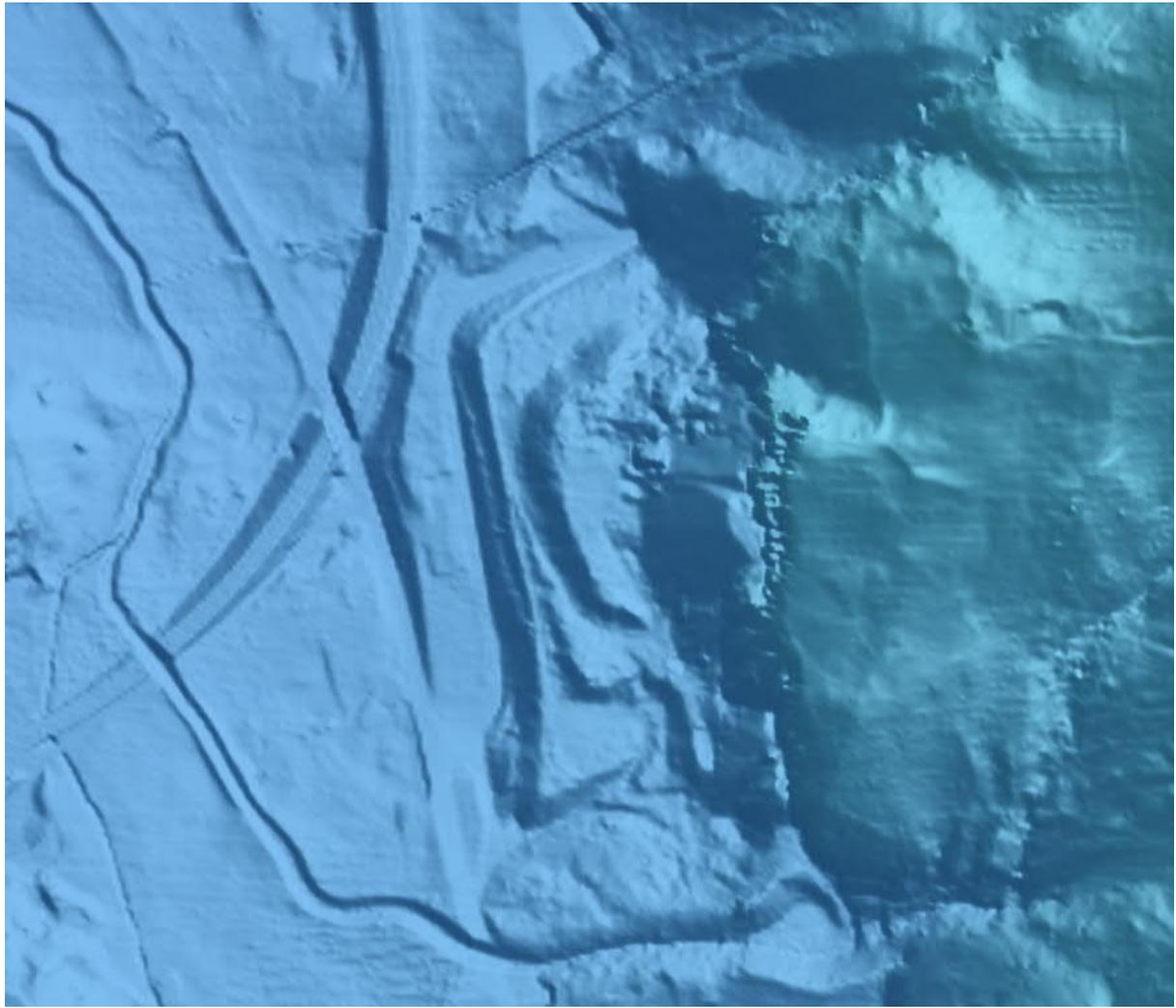
Bericht Nr. 2

11.09.2018

Die Historisch-genetische Rekonstruktion soll insbesondere auch folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Kritische Würdigung der nach dem Ereignis aufgestellten Schlussfolgerung zum Hergang des Ereignisses, da die damaligen Ursachen auch für zukünftige Ereignisse zumindest in Teilen noch gelten können.
- Kritische Würdigung der damals abgeleiteten Menge an detonierter Munition und der damals gewählte diesbezüglichen Ansätze zur Abschätzung. Dies insbesondere unter der Berücksichtigung von aktuellen Beobachtungen, die eine Deflagration größerer Munitionsmengen durchaus möglich erscheinen lässt, was wiederum wesentlichen Einfluss auf das heute noch zu vermutende Munitionsinventar und damit auf das Ausmaß zukünftiger Ereignisse hätte.
- Kritische Würdigung der damaligen Bilanzierung der Munition und Versuch der Bilanzierung bzw. Plausibilitätsprüfung des noch heute möglicherweise vorhandenen Kampfmittelinventars in Art, Menge und Ablagerungsort, dies insbesondere für die aus heutiger Sicht kritisch beurteilten 12-kg-Bomben und 50-kg-Bomben.
- Kritische Würdigung der nach dem Ereignis vorgenommenen Gefährdungsabschätzungen und Risikobewertungen.

Bei der historisch-genetische Rekonstruktion sind auch die Untersuchungen und Maßnahmen zu berücksichtigen, die bei der Neuanlage der heutigen Anlage Mitholz durchgeführt wurden. Dies erscheint auch wichtig für die zielgerichtet Planung der technischen Erkundungen. So deuten historische Luftbilder und Daten des aktuellen Geländemodells an, dass bereits früher möglicherweise eine Sohlsicherung vor der Abbruchkante angelegt wurde (siehe folgenden Abbildungen). Wenn sich diese Vermutung bestätigen sollte, dann wurden damals bereits entsprechende ingenieurtechnische Überlegungen angestellt, deren Ergebnisse für die heutige Beurteilung eine wichtige Grundlage bilden können. Zudem hätte eine derartige Sohlsicherung sowohl eine große Bedeutung für die angedachten felsmechanischen Untersuchungen und Schlussfolgerungen und die geophysikalischen Sondierungen (siehe nachfolgendes Kapitel).



Digitales Geländemodell mit einer möglichen bautechnischen Sohlsicherung und eine möglichen Zerrüttungszone oberhalb der Anlage Mitholz.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018



Der Standort Mitholz im Luftbild von 1960 (links) und 1940 (rechts). Die morphologischen Unterschiede und die Aufräumarbeiten sind deutlich zu erkennen.

6.3. Technische Untersuchungen / Erkundungen und Gefährdungsabschätzung

6.3.1. Geologie / Hydrogeologie / Felsmechanik

Die Korreferenten erachten die sehr starke Zerrüttung des Gebirges im Bereich der Kammern 4 bis 6 für einen wesentlichen Aspekt, der bei allen Gefährdungsabschätzungen und Überlegungen zur Gefahrenbeseitigung bzw. -reduzierung besonders zu berücksichtigen sein wird. Neben der Zerrüttung sollten auch die örtlichen Lagerungsbedingungen und bevorzugten Trennfugen einer besonderen Betrachtung unterzogen werden, da nach den örtlichen Beobachtungen der Korreferenten allein hieraus gebirgstechnische Instabilitäten rühren können.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

6.3.2. Vermessung und Frühwarnsystem

Ereignisse innerhalb des Versturzes sowie in den angrenzenden Bereichen aufgrund von Munitionsumsetzungen sowie evtl. gebirgsmechanische Vorgänge sollten durch ein Frühwarnsystem kontinuierlich überwacht werden. Über eine Detailanalyse sind geeignete Systeme (Erschütterungen, Wärme-, Rauch- und Lichtentwicklungen, Feuchteregime, Geräusche etc.) zu identifizieren.

Zudem wird eine genaue Vermessung der inneren Hohlräume und der äußeren Abbruchkanten sowie des äußeren Umfeldes empfohlen. Dies bildet wieder um die Grundlage für den Abgleich mit den historischen Verhältnissen. Zudem kann eine laufende gebirgsmechanische Überwachung eingerichtet werden.

6.3.3. Nordabschnitt

Am ehemaligen Nordabschnitt der Anlage Mitholz können hinter einer Abmauerung noch Hohlräume vorhanden sein. Die Korreferenten stufen diesen Teilbereich als „terra incognita“ ein.

Eine Untersuchung nach Schaffung eines Zugangs wird empfohlen.

6.3.4. Geophysikalische Untersuchungen

Die heutige Lage der Munition innerhalb und außerhalb der Anlage und damit möglicher Munitionsansammlungen sind im Einzelnen nicht bekannt. Diese Aspekte können insbesondere mit geomagnetischen, ergänzend auch mit elektromagnetischen Verfahren innerhalb und außerhalb der Anlage erkundet werden.

Im Rahmen der Risikoanalyse werden größere Verbünde, insbesondere von Bomben 50 kg, deren Verbleib in wesentlichen Teilen als ungeklärt bewertet werden muss, mit Nettoexplosivstoffmassen von 1 Tonne - bzw. 10 Tonnen - als maßgeblich bewertet. Eine Nettoexplosivstoffmasse von 1 Tonne entspricht etwa 46 Stück 50-kg-Bomben mit einer Nettoexplosivstoffmasse von je 22 kg, eine Nettoexplosivstoffmasse von 10 Tonnen entsprechend etwa 460 Stück 50-kg-Bomben.

Das Volumen einer einzelnen 50-kg-Bombe entspricht etwa 0,02 m³ (circa 20 Liter), daher würde eine Ansammlung von 46 Stück etwa einem Kubikmeter entsprechen. Bei Ansammlungen von ferromagnetischen Objekten ist von einer rein induzierten Magnetisierung des zusammengesetz-

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

ten Volumens auszugehen. Die rein induzierte Magnetisierung ist der ungünstige, für Ansammlungen von magnetischen Objekten aber realistische Fall, da sich die eigenmagnetischen Anteile in einer Ansammlung von vielen Objekten in der Summe aufheben. Auf Grundlage verschiedener magnetischer Modellierungen (siehe unten stehende Abbildung für ein Beispiel) sind für unterschiedliche Geometrien von Ansammlungen von ferromagnetischen 50-kg-Bomben folgende magnetische Anomalien bei der Detektion von der Oberfläche zu erwarten:

- 1 m³ (ca. 1 Tonne Nettoexplosivstoffmasse) in 5 m Tiefe: ca. 110 - 125 nT
- 1 m³ (ca. 1 Tonne Nettoexplosivstoffmasse) in 10 m Tiefe: ca. 15 - 18 nT
- 10 m³ (ca. 10 Tonnen Nettoexplosivstoffmasse) in 5 m Tiefe: ca. 920 - 930 nT
- 10 m³ (ca. 10 Tonnen Nettoexplosivstoffmasse) in 10 m Tiefe: ca. 140 - 150 nT
- 10 m³ (ca. 10 Tonnen Nettoexplosivstoffmasse) in 15 m Tiefe: ca. 45 - 49 nT

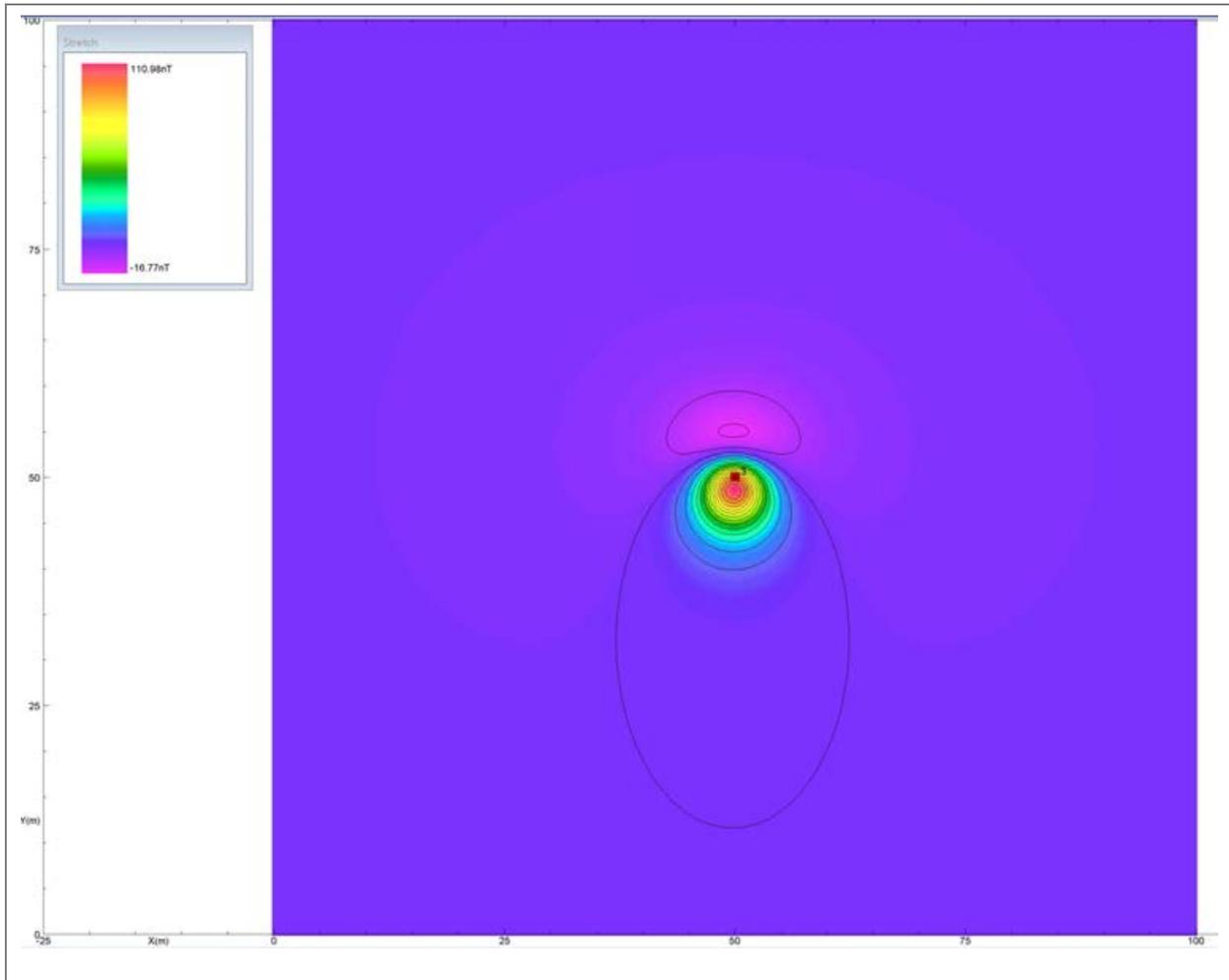
Auf Grundlage dieser Werte ist davon auszugehen, dass Ansammlungen von 50-kg-Bomben, d.h. „Haufwerke“ oder „Stapel“, in denen die Bomben so dicht beieinander liegen, dass eine Detonationsübertragung und damit eine Massendetonation möglich wären, mittels magnetischer Flächensondierung in den Hohlräumen im Eisenbahntunnel und auf dem Schuttkegel vor der Anlage in den vorgenannten Tiefen technisch möglich wäre. Es ist davon auszugehen, dass durch die magnetische Sondierung entsprechende Ansammlungen nachweisbar wären bzw. ausgeschlossen werden könnten.

Im Vorfeld einer Sondierung wäre zu prüfen, ob die Detektionsreichweiten für die zu erwartenden Tiefen im Schuttkegel ausreichend sind.

Geeignete Magnetometer für eine solche Untersuchung wären:

- 3-Achs-Fluxgate-Gradiometer
- Skalarmagnetometer (Cs-Dampf-Magnetometer)
- 3-Achs-Fluxgate-Magnetometer (Einzelmagnetometer) an Drohne

Die empfohlenen geomagnetischen Untersuchungen bilden aus Sicht der Korreferenten eine wesentliche Grundlage für die zukünftigen Überlegungen zur Gefährdungsabschätzung und Risikobeseitigung bzw. -reduzierung.



Magnetisches Modell einer Ansammlung von 1 m³ 50-kg-Bomben entsprechend einer Tonne Nettoexplosivstoffmasse (rein induzierte Magnetisierung) in einer Tiefe von 5 m unter dem Magnetometer. Zu erwarten ist eine Signaturamplitude von etwa 125 nT, die i.d.R. gut detektierbar ist.

6.3.5. Testfeldräumungen

Grundlage jeder abschließenden Gefährdungsabschätzung ist gemäß den in Deutschland für entsprechende Fälle einschlägigen Arbeitshilfen Kampfmittelräumung des Bundes die Räumung einer ausreichenden Anzahl von repräsentativ räumlich angeordneten Testfeldern.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

Die bislang durchgeführten diesbezüglichen Untersuchungen (siehe hierzu auch die entsprechenden Protokolle im Bericht der Arbeitsgruppe) geben einen ersten, punktuellen Einblick in das noch vorhandene Munitionsinventar. Mit weiteren Testfeldern sollen insbesondere das Munitionsinventar (Art und Menge der Munition), der Zustand und die räumlichen Verteilung der Munition möglichst repräsentativ für den gesamten Bereich ermittelt werden. Derzeit ist lediglich bekannt, dass Munition (teilweise mit offen liegenden Explosivstoffen) und teilweise mit empfindlichen Zündern auf dem Schutt im ehemaligen Eisenbahntunnel und im Schuttkegel vor der Anlage liegen. Über die Menge, die Verteilung und den Zustand der Munition in den Verbrauchsmassen des ehemaligen Eisenbahnstollens liegen für die weitergehende Gefährdungsabschätzung und Risikobewertung noch keine ausreichenden Informationen vor.

Durch die Testfeldräumungen können zudem repräsentative Munitionsmuster für nachfolgende munitionstechnische Spezialuntersuchungen gewonnen werden.

6.3.6. Munitionstechnische Spezialuntersuchungen

Die Korreferenten stimmen mit der Expertengruppe überein, dass weitergehende munitionstechnische Untersuchungen erforderlich sind. Hierbei stehen für die Korreferenten insbesondere Versuche und Untersuchungen

- zur Initiierung von Munition unter Berücksichtigung standortspezifische Reaktionsvorgänge von weißem Phosphor, Treibladungspulver, Zündern etc.
- zu Übertragungsmöglichkeiten bei gleichen und gemischten Munitionsansammlungen
- Untersuchungen zum Anteil detonierter und deflagrierter Munition

im Vordergrund.

Ein weiterer zu untersuchender Aspekt ist die von den Korreferenten bei der Begehung beobachtete, sehr unterschiedliche Korrosion der Stahlhüllen von Kampfmitteln, wie sie im Zwischenbericht vom 04.04.2018 dargestellt wurde.

Begleitend sollten zu den genannten Untersuchungen auch mögliche Alterationen von Explosivstoffen durch das Unglück und durch nachträgliche Witterungseinflüsse hinsichtlich einer veränderten Initiierbarkeit und Brisanz betrachtet werden.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018

Bei der Gewinnung von Munition für diese Versuche ist die Repräsentativität hinsichtlich Art, Menge und Zustand zu gewährleisten. Dies kann aus Sicht der Korreferenten nur durch die vor- genannten Testfeldräumungen sichergestellt werden.

6.3.7. Gefährdungsabschätzung

Die Ergebnisse der empfohlenen Historisch-genetischen Rekonstruktion und der technischen Un- tersuchungen und Erkundungen, bilden die Grundlage für die Fortschreibung und Schärfung der vorliegenden Risikoabschätzung und -beurteilung .

6.4. Gefahrenbeseitigung / Gefahrenverminderung

Den Korreferenten ist bewusst, dass die Öffentlichkeit insbesondere an Antworten zur Gefahren- beseitigung oder zumindest Gefahrenverminderung interessiert ist. Ohne weitere Daten und In- formationen, die durch die zuvor beschriebenen weiteren Untersuchungen erst noch zu gewinnen sind, können nachhaltige Räumkonzepte jedoch nicht mit hinreichender Aussagesicherheit aufge- stellt werden.

Gleichwohl befürworten die Korreferenten bereits jetzt grundsätzliche Überlegungen für eine zu- künftige

- Gefahrenbeseitigung durch
 - eine Kampfmittelräumung
- Gefahrenverminderung durch
 - Verringerung auslösender Faktoren
 - Eindämmung und Verminderung von Übertragungswirkungen
 - Schutzmaßnahmen
 - ordnungspolitische Maßnahmen

Die Korreferenten erwarten aus den hierzu zu führenden Diskussionen zusätzliche Hinweise für ergänzende Betrachtungen für die zuvor empfohlenen technischen Untersuchungen.



Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehemaliges Munitionslager
Mitholz

Korreferat Risikoanalyse

Bericht Nr. 2

11.09.2018