

A Vorgehenskonzept der Expertengruppe Risikobeurteilung WE 1051/AA

P. Kummer / 06.03.2018 – V2

Ausgangslage

Am 19. und 20. Dezember 1947 ereigneten sich in der unterirdischen Munitionslageranlage (bei WE 1051) mehrere grosse Explosionen. Dadurch wurde diese weitgehend zerstört und eine grosse Menge von Fels- und Munitionstrümmern wurden in die Umgebung ausgeworfen. Bei dieser Katastrophe kamen 9 Personen hauptsächlich durch Trümmerwurf ums Leben, viele Häuser wurden beschädigt oder ganz zerstört.

Zur Zeit des Ereignisses war die Anlage mit rund 7000 t Munition (Bruttogewicht) belegt. Durch die Brände und Explosionen wurde jedoch nur ein Teil der Munition vernichtet. Bedeutende Munitionsmengen sind heute immer noch in nicht geräumten Stollenteilen vorhanden und unter Felschutt begraben. Diese stellen nach wie vor eine potentielle Gefahr für Mensch und Umwelt dar.

Ziel der Arbeiten

Im Zusammenhang mit einem geplanten Neubau im hinteren Teil der nach dem Explosionsunfall von 1947 wiederhergestellten (aber nicht mehr für die Munitionslagerung genützten) Lagerkammern, wurde die Frage nach den Risiken aufgeworfen, die durch die noch in den Stollen lagernde resp. vorhandene Munition verursacht werden könnten.

Es wurde deshalb eine Expertengruppe ins Leben gerufen, die die folgenden Hauptfragen beantworten soll:

- a) Mit welchen Ereignissen muss in Zukunft allenfalls gerechnet werden (Grösse, Eintretenswahrscheinlichkeit, Unsicherheiten, etc.)

und welche Einwirkungen wären:

- b) auf den geplanten Neubau (Bauphase und Betrieb),
- c) die in einer Lagerkammer vorhandene Truppenunterkunft, und
- d) die Umgebung der Anlage (Bahn, Wohnhäuser, etc.)

zu erwarten und welche Risiken würden dadurch für beteiligte und unbeteiligte Personen erzeugt.

Randbedingungen

- 1) Die Arbeiten der Expertengruppe stehen unter hohem Zeitdruck, bis Mitte April 2018 sollen/müssen erste Aussagen zu den verschiedenen Themenbereichen vorliegen.
- 2) Daher muss sich die Expertengruppe hauptsächlich auf bereits vorhandene Grundlagen und Abklärungen sowie Augenscheine vor Ort stützen.
- 3) Der vorgegebene Zeitrahmen lässt weitere, vertieftere Abklärungen wie z.B. eine Durchführung von Versuchen (z.B. zur Abklärung einer Detonationsübertragung zwischen Munitionseinzelstücken) nicht zu.

- 4) Die Zusammensetzung der Expertengruppe wurde so gewählt, dass die Mitglieder bezüglich des geplanten Neubauprojektes soweit wie möglich unabhängig sind. Zudem sollen für das Korreferat auch ausländische Experten beigezogen werden.

Vorgesehene Arbeiten

1) Bildung einer Expertengruppe

Diese soll aus Vertretern von folgenden Organisationen und Firmen bestehen:

- VBS - IOS/OSI - Sicherheit beim Umgang mit Munition und Explosivstoffen (SUME) und Integrale Sicherheitskonzepte (ISK)
Herren J. Cajos / P. Imhof / M. Schwab
- armasuisse Immobilien - UNS, Bau- und Schutzbautechnik
Herr M. Jaun
- armasuisse WTE - Fachbereich Explosivstoffe und Munitionsüberwachung
Herren J. Mathieu / R. Luginbühl
- Kdo KAMIR - Kampfmittelbeseitigungsdienst der Armee
Herr F. Bär
- Bienz, Kummer & Partner AG (BK&P) - Experten Sicherheitsbeurteilung beim Umgang mit Munition und Explosivstoffen (SUME)
Herren P. Kummer / P. Nussbaumer
- Risk&Safety AG (R&S) - Experten Risikobeurteilung Infrastruktur – unabhängige Leitung und Koordination
Herren M. Bürge / A. Scheiwiller

2) Durchführung einer Begehung vor Ort (erfolgte am 7. Februar 2018)

Ziele:

- Feststellung des heutigen Zustandes der Anlage im Bereich des verschütteten Bahnstollens
- Beurteilung der vorhandenen Munition (Zustand, Lage, Menge (soweit sichtbar resp. erreichbar), etc.)
- Vermessung der Hohlräume im Bereich des Bahnstollens als Grundlage für die Abschätzung der Auswirkungen möglicher Ereignisse
- Aufnahme der Nutzung der Anlageumgebung

3) Dokumentenbeschaffung

Ziel:

Es sollen alle heute noch vorhandenen Dokumente der Anlage bezüglich:

- baulicher Gegebenheiten (vor und nach dem Ereignis),
- Belegung der Anlage vor dem Ereignis,
- geologischer Untersuchungen (vor und nach dem Ereignis),

- Beurteilung der Sicherheit (insbesondere für die in den vergangenen Jahrzehnten erstellten Neubauten innerhalb der Anlage, und insbesondere hinsichtlich möglicher Einwirkungen von Ereignissen von Munitionsrückständen im Bahnstollen)
- Räumarbeiten nach dem Ereignis (gefundene und entsorgte Munition),
- Fotodokumentationen
- etc.

beschafft, gesichtet und ausgewertet werden. Diese Dokumente stellen, v.a. aus zeitlichen Gründen, die zentrale Informationsquelle für die Expertengruppe dar.

4) Festlegung einer Arbeitshypothese

Basierend auf den Erkenntnissen der Schritte 2) und 3) soll durch eine Kerngruppe von Experten (armasuisse WTE, Kdo KAMIR, BK&P) eine Arbeitshypothese betreffend die möglicherweise zu erwartenden Ereignisse (gemäss Ziel der Arbeiten a)) festgelegt werden.

Es sollen dabei Aussagen zu folgenden Punkten gemacht werden:

- Grösse möglicher Ereignisse
- Ort möglicher Ereignisse
- Wahrscheinlichkeit möglicher Ereignisse (basierend auf dem Zustand der angetroffenen Munition sowie der vorliegenden Dokumente)
- Unsicherheiten / Unschärfen

5) Beurteilung der Sicherheit (Auswirkungen, Risiken)

Basierend auf der Arbeitshypothese gemäss 4) sollen, v.a. durch BK&P:

- a) die Auswirkungen (physikalische Wirkungen), auf den geplanten Neubau, die Truppenunterkunft und die Umgebung (gemäss Ziel der Arbeiten b), c), d)), abgeschätzt werden,
- b) sowie die Risiken für Personen in der Truppenunterkunft, das Personal von Firmen während Bauarbeiten und unbeteiligte Personen in der Anlageumgebung grob berechnet, und
- c) mit den vorhandenen Kriterien gemäss
 - WSUME (Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen)
 - StFV (Störfallverordnung der Schweizerischen Eidgenossenschaft)verglichen und hinsichtlich ihrer Zulässigkeit beurteilt werden.

Die Beurteilung der physikalischen Wirkungen sowie die Methodik für die Ermittlung der Risiken erfolgen dabei anhand anerkannter, dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechenden Grundlagen, wie z. B.:

- TLM 2010 (Technische Richtlinien für die Lagerung von Munition, Teil 2: Sicherheitsbeurteilung von Munitionslagern) der Schweizer Armee vom 01.01.2017

- WSUME (Weisungen für die Sicherheit beim Umgang mit Munition und Explosivstoffen im VBS)
- AASTP-4 (Allied Ammunition Storage and Transport Publication - Explosives Safety Risk Analysis), Edition 1 Version 4, NATO 2016
- sowie weiterer anerkannter Fachliteratur aus diesem Bereich.

Dabei ist anzumerken, dass für die vorliegende Situation bezüglich der zu erwartenden physikalischen Auswirkungen keine pfannenfertigen Grundlagen vorliegen. Vielmehr müssen vorhandene Grundlagen für die vorliegende sehr spezielle Situation adaptiert und mit vorhandenem Expertenwissen möglichst sinnvoll kombiniert werden.

Ferner sollen - insbesondere für die Risikoermittlung - "Forward- und Back-Calculation" durchgeführt werden.

(Anmerkung der Redaktion, 16.09.2018: Die Back Calculation hat sich als nicht notwendig erwiesen).

6) Berichterstattung

Als Resultat der Arbeiten der Expertengruppe soll zuhanden des GS-VBS ein zusammenfassender Expertenbericht erstellt werden, der die Hauptfragen gemäss 2. a) bis d) beantwortet.

7) Korreferat

Parallel zu den Schritten 4), 5) und 6) sollen die Arbeiten und Schlussfolgerungen der Expertengruppe durch ein Team von ausländischen Fachleuten (aus dem Bereich Kampfmittelbeseitigung in Deutschland) begleitet und beurteilt werden.

Diese sollen insbesondere:

- das gewählte Vorgehen beurteilen,
- prüfen ob die verwendeten Grundlagen dem Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen, sowie
- die Plausibilität der Resultate und deren Darstellung im Expertenbericht korreferieren.

B Zwischenbericht der Expertengruppe Stand 27. April 2018

Hinweis: Die Klassifizierung des Zwischenberichts wurde mit dem Entscheid des VBS vom 25. Juni 2018 nachträglich aufgehoben.

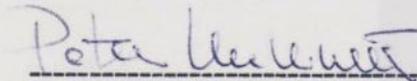
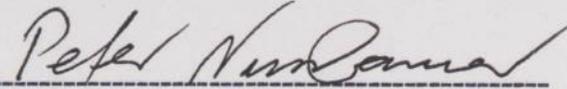
Risikobeurteilung 1051 AA

Zwischenbericht der Expertengruppe

Stand 27. April 2018

Zwischenbericht erstellt durch

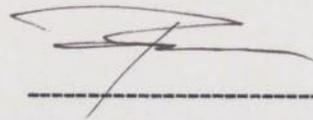
Peter Kummer, Peter Nussbaumer, Bienz Kummer und Partner

Bienz, Kummer & Partner AG
Beratende Ingenieure · Sicherheitsplanung · Risikomanagement

Unterstützt und verifiziert durch

Marcel Bürge, Risk&Safety AG



 **Risk&Safety AG**
Ingenieure in Gemeinschaft

Expertengruppe Risikobeurteilung 1051 AA

Expertengruppe

Zusammensetzung

- Bär Franz, Kdo KAMIR der Armee
- Bürge Marcel, Risk&Safety AG (R&S)
- Cajos Jachen, GS-VBS, C IOS-OSI
- Imhof Pascal, GS-VBS, IOS-OSI, Sicherheit beim Umgang mit Munition und Explosivstoffen
- Jaun Markus, armasuisse Immobilien, UNS, Bau- und Schutzbautechnik
- Kummer Peter, Bienz Kummer & Partner AG (BKP)
- Luginbühl Reto, armasuisse, WTE, FB Explosivstoffe und Munitionsüberwachung
- Mathieu Jörg, armasuisse, WTE, FB Explosivstoffe und Munitionsüberwachung
- Nussbaumer Peter, BKP
- Scheiwiler Alex, R&S
- Schwab Max, GS-VBS, IOS-OSI

Expertengruppe

Besprechungen und Begehungen der Expertengruppe

22. Januar 2018	Besprechung
07. Februar 2018	Begehung
28. Februar 2018	Besprechung
15. März 2018	Besprechung und Austausch mit Korreferenten
16. März 2018	Besprechung und Austausch / Begehung mit Korreferenten
22. März 2018	Besprechung
27. April 2018	Besprechung

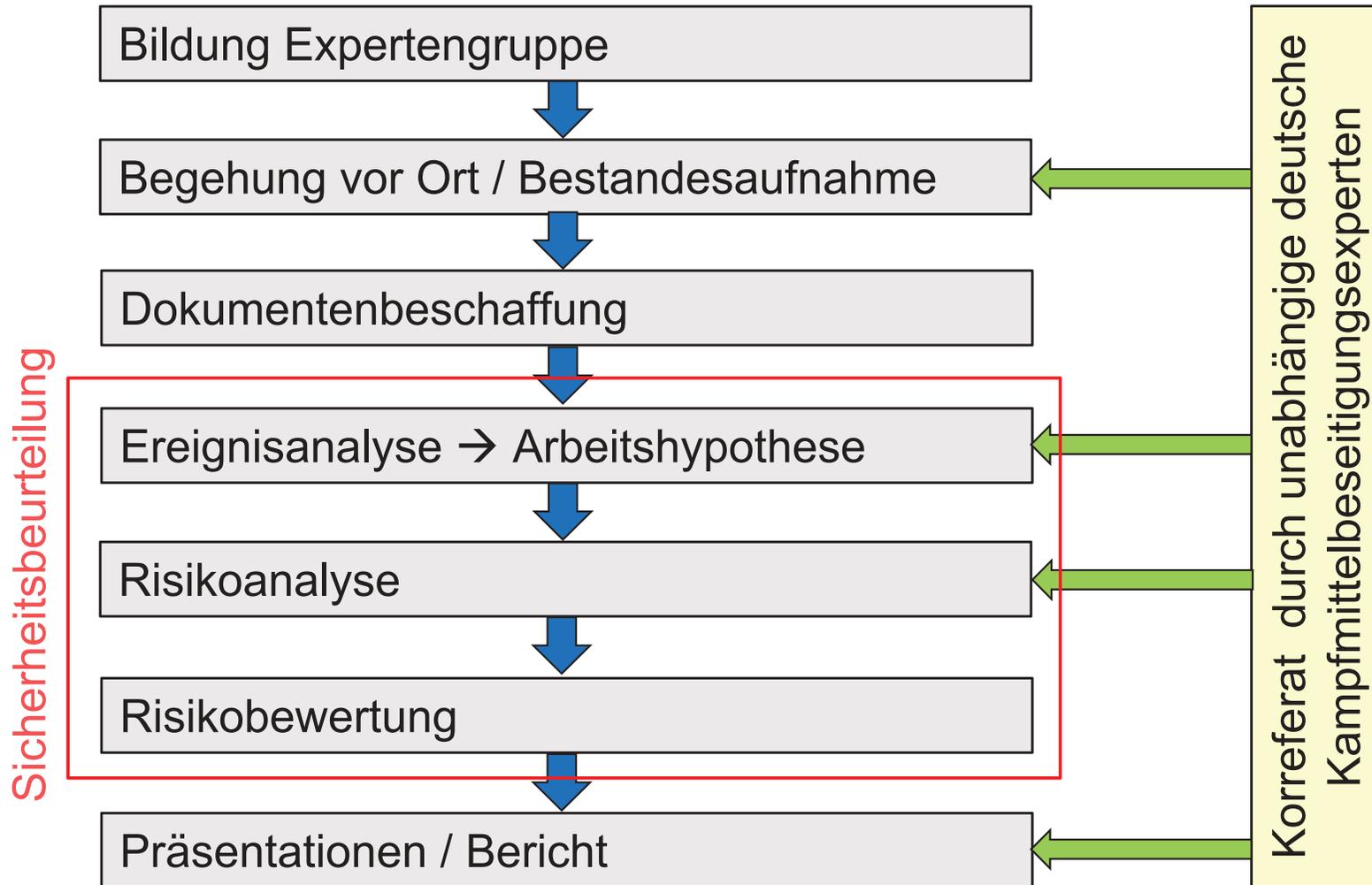
Expertengruppe

Auftrag

Am 29. November 2017 erteilte der PA RZ VBS Bund der IOS-OSI den Auftrag zur Erarbeitung einer Risikobeurteilung für das Objekt 1051 AA.

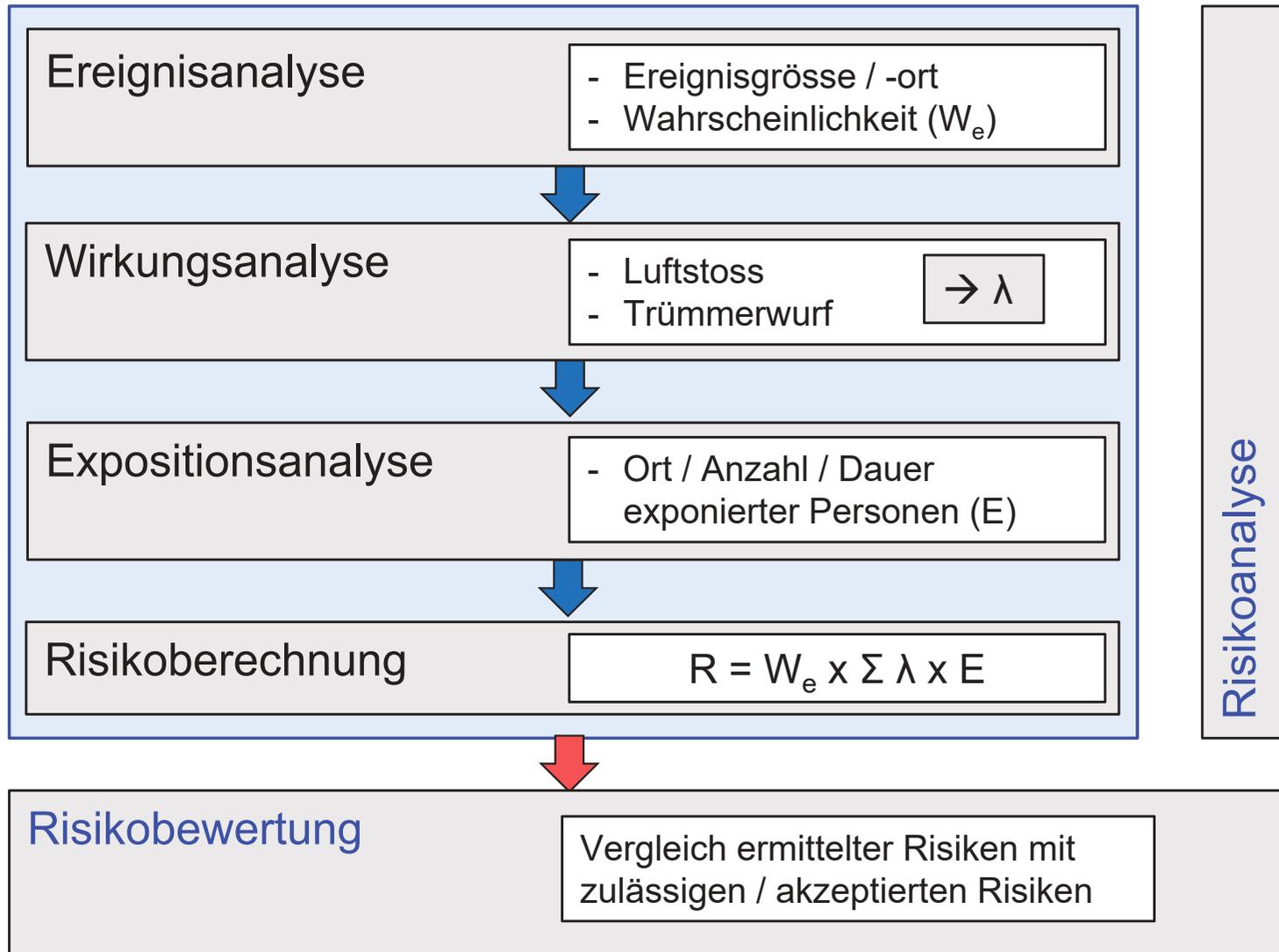
Vorgehenskonzept

Generelles Vorgehen



Vorgehenskonzept

Sicherheitsbeurteilung

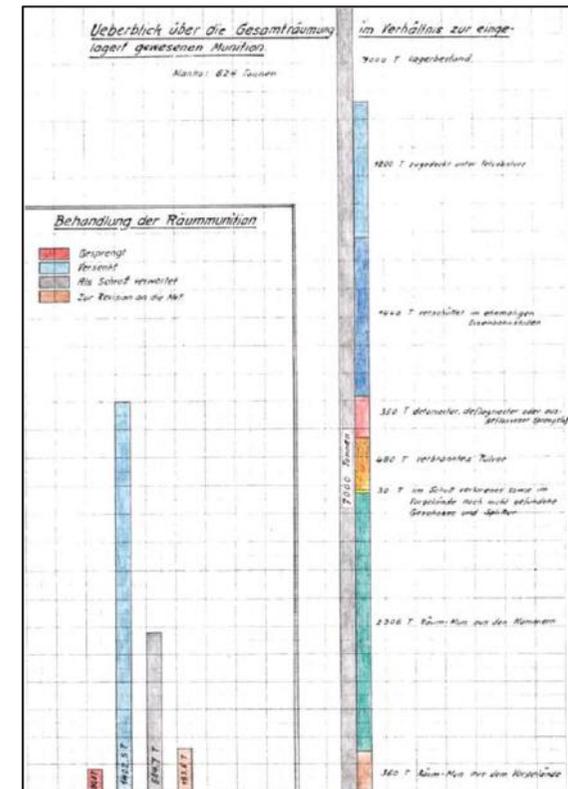


Ereignisanalyse (→ Arbeitshypothese)

Ereignisgrösse

Grundlagen:

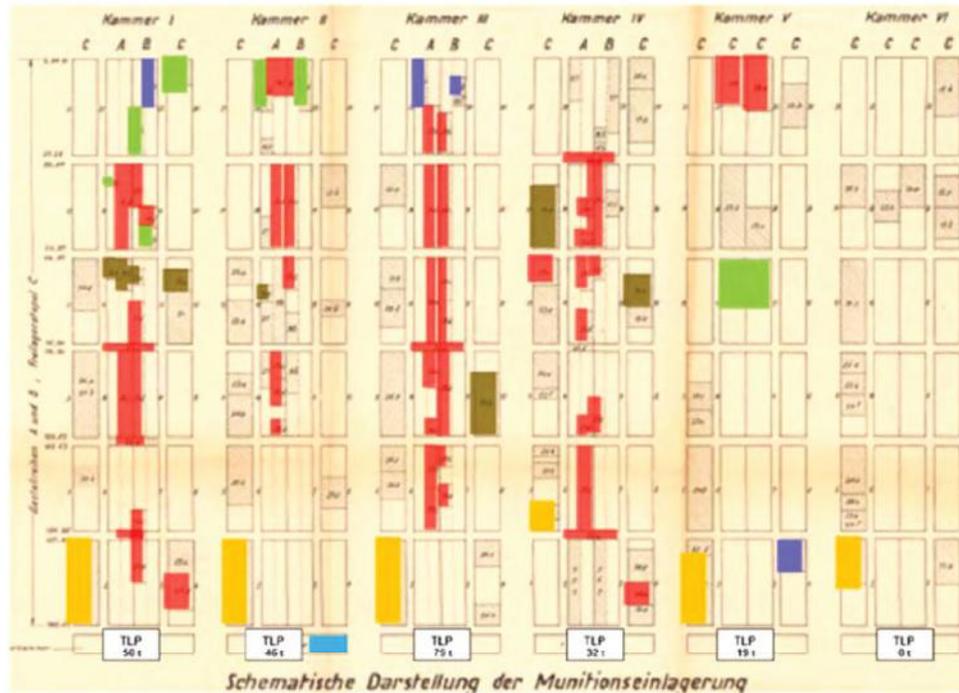
- Untersuchungsberichte 1947/48 zum rekonstruierten Ereignisablauf u.a. Berichte Voellmy / Beck
- Munitionsinventar vom 19.12.1947
- Detaillierte Protokolle über die Räumung u.a. Bericht Eichenberger
- Begehung des Expertenteams vor Ort
- Plausibilitätsüberlegungen
- Korreferat durch deutsches Expertenteam



Ereignisanalyse

Ereignisgrösse

Detaillierte Analyse Munitionsinventar



Ursprünglich eingelagert:

50 kg Bomben	6'950 Stk.
12 kg Bomben	14'557 Stk.
3 kg Bomben	4'000 Stk.

"Vermisst" durch Explosion, nicht erfasste, Verschüttung oder ausserhalb der Kammern/Bahntunnel

50 kg Bomben	6'503 Stk.
12 kg Bomben	7'302 Stk.
3 kg Bomben	3'858 Stk.

Eingelagerte 50 kg Bomben aufgrund gefundener Inventarkarte

- 243 Stk. 50 kg Bomben in Kammer 1
- 76 Stk. 50 kg Bomben in Kammer 6
- Dr. Voellmy schreibt von: "... es wurden weniger als die Hälfte deflagrierter Bomben ... gefunden (!?)."

Bahntunnel:
1 Stk. 50 kg Bomben
(bei Kammer 4)
1 Stk. 12 kg Bomben

Anzahl geräumter Bomben pro Kammer gemäss den Wochenrapporten

<p>Kammer 1: 26 Stk. 50 kg Bomben 3130 Stk. 12 kg Bomben 0 Stk. 3 kg Bomben</p>	<p>Kammer 2: 18 Stk. 50 kg Bomben 1325 Stk. 12 kg Bomben 132 Stk. 3 kg Bomben</p>	<p>Kammer 3: 6 Stk. 50 kg Bomben 617 Stk. 12 kg Bomben 4 Stk. 3 kg Bomben</p>	<p>Kammer 4: 17 Stk. 50 kg Bomben 337 Stk. 12 kg Bomben 4 Stk. 3 kg Bomben</p>	<p>Kammer 5: 333 Stk. 50 kg Bomben 1532 Stk. 12 kg Bomben 0 Stk. 3 kg Bomben</p>	<p>Kammer 6: 39 Stk. 50 kg Bomben 294 Stk. 12 kg Bomben 2 Stk. 3 kg Bomben</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------

Ereignisanalyse

Ereignisgrösse

Begehung des Expertenteams vor Ort



Ereignisanalyse

Ereignisgrösse

Zusammenfassung der «Fakten»

- Von ursprünglich 7000 t Munition (Brutto) «fehlen» nach Abzug der Räummunition, des mutmasslich verbrannten Pulvers und der detonierten Granaten immer noch ca. 3500 t
- Dies entspricht mehreren 100 t Sprengstoff
- Insbesondere ist der Verbleib von mehreren 1000 Stk. 50 kg - Fliegerbomben unklar. Dies allein entspricht einer Sprengstoffmenge von 50 - 100 t
- Begehungen zeigten, dass grössere Ansammlungen von grosskalibriger Munition, inkl. einzelner 50 kg Bomben, vorhanden sind

Ereignisanalyse

Ereignisgrösse

Schlussfolgerung der Expertengruppe

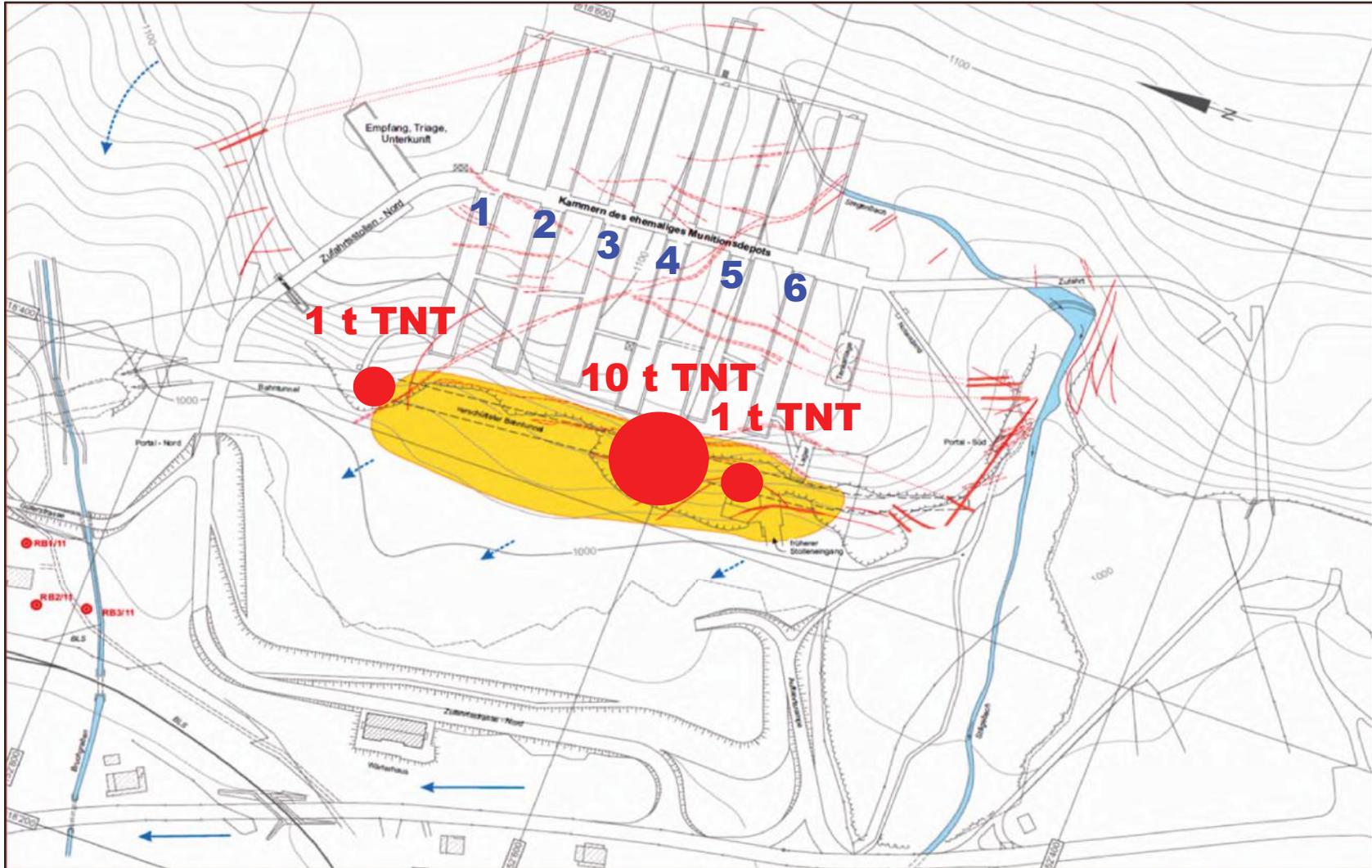
→ Aufgrund der Sichtung aller vorhandenen Akten sowie des Augenscheines vor Ort ist für die Risikoermittlung von folgenden Ereignisgrössen auszugehen:

- **Kleinereignis (1 t TNT-Ersatzmenge)** mit eher grösserer Wahrscheinlichkeit
- **Grossereignis (10 t TNT-Ersatzmenge)** mit kleinerer Wahrscheinlichkeit

→ Diese Annahme betreffend Ereignisgrössen erachten auch die unabhängigen deutschen Experten nach einer ersten Stellungnahme als plausibel

Ereignisanalyse

Ereignisorte



Ereignisanalyse

Eintretenswahrscheinlichkeit

Was beobachten wir?

- Es gibt keine verlässliche Statistik für **solche** Munition
- Gemäss deutschen Kampfmittelbeseitigungsexperten kommt es in Deutschland ca. 1x pro Jahr zu einer **beobachteten** Explosion von im Boden «gelagerter» Munition aus dem 2. Weltkrieg
- Es wird aber eine beträchtliche Dunkelziffer vermutet, da solche Explosionen oft in Wäldern und unbewohnten Gebieten vorkommen
- Ereignisse von im Boden «gelagerter» Restmunition / Blindgängern sind aber auch aus anderen Nationen bekannt

Ereignisanalyse

Eintretenswahrscheinlichkeit

Mit welchen Eintretenswahrscheinlichkeiten rechnen wir heute bei «normaler» Munitionslagerung?

→ was ist «normale» Munitionslagerung?

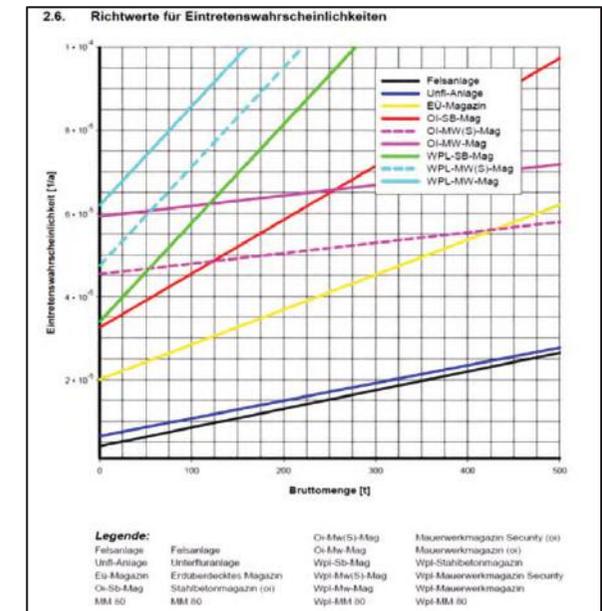
- «Neue» Munition (dem Stand der Technik entsprechend), insbesondere Zünder mit «Sicherheiten»
- Professionelle Munitionsüberwachung
- Dem Stand der Technik entsprechende Munitionslagerbauten
- Kontrollierte Lagerungsbedingungen (Temperatur, Feuchtigkeit)
- Mit Blitzschutzanlage
- Security ok

Ereignisanalyse

Eintretenswahrscheinlichkeit

Bei «normaler» unterirdischer Munitionslagerung in CH:
und durchschnittlicher Munitionsmischung

- 1 t TNT-Äquivalentmenge
10 t Bruttomunition
→ $W_e = \text{ca. } 5 \times 10^{-6} / \text{J}$
- 10 t TNT-Äquivalentmenge
100 t Bruttomunition
→ $W_e = \text{ca. } 1 \times 10^{-5} / \text{J}$



- andere vergleichbare Länder rechnen mit vergleichbaren
Wahrscheinlichkeiten (2.5×10^{-5} bis $3 \times 10^{-6} / \text{J}$)
→ NATO AASTP-4 Manual

Ereignisanalyse

Eintretenswahrscheinlichkeit

Auslösende Momente (Mitholz)

Äussere Einwirkungen

- Felsstürze aus vorhandenen Klüften infolge Verwitterung
- Felsstürze aus Klüften infolge Erdbeben / Sprengungen
- Direkte Erschütterungen der Restmunition generell
- Blitzschlag
- Sabotage
- Waffenwirkungen im Verteidigungsfall (v.a. bei Neubau)

Munition

- Zersetzung Treibladungspulver
- Kupferazidbildung in Zündern
- «Verwitterung» von TNT → empfindlichere Substanzen
- Brandgranaten (weisser Phosphor → Selbstentzündung)

Ereignisanalyse

Eintretenswahrscheinlichkeit

Was heisst dies für Mitholz? → **keine** «normale» Lagerung

→ sehr schwierig einzuschätzen

→ während den letzten 70 Jahren kein relevantes Ereignis

→ aber: Wahrscheinlichkeiten müssen aufgrund der Umstände 1 - 3 Grössenordnungen höher sein als bei heutiger «normaler» Lagerung

Wahrscheinlichkeiten auslösender Momente (Auswahl):

- Felssturz aus Klüften → 3×10^{-2}
- Selbstentzündung → 1×10^{-2}
- Erdbeben MSK 6.6 -6.8 → 1×10^{-2}
- Erdbeben MSK 8 → 1×10^{-3}
- Blitzschlag: 1 - 2 Einschläge / km² und Jahr

Ereignisanalyse (→ Arbeitshypothese)

Eintretenswahrscheinlichkeit

Was heisst dies für Mitholz?

→ Eintretenswahrscheinlichkeit $W_e =$

Wahrscheinlichkeit der auslösenden Momente \times

Wahrscheinlichkeit, dass dadurch ein massgebendes Ereignis ausgelöst wird (z.B. jedes 10te oder 100ste mal wenn ein auslösendes Moment eintritt)

Arbeitshypothese der Expertengruppe:

→ wahrscheinlichster Wert und Streubereich (+/- Sigma bei Normalverteilung)

- kleines Ereignis (1 t) → 3×10^{-3} (1×10^{-2} bis 1×10^{-3}) / J
- grosses Ereignis (10 t) → 3×10^{-4} (1×10^{-3} bis 1×10^{-4}) / J

Wirkungsanalyse

Massgebende Wirkungen

Welche Explosionswirkungen sind generell zu erwarten?

- Trümmerwurf, insbesondere Felsmaterial
- Luftstoss
- Kammerdruck im Felshohlraum
- Erdstoss → Erschütterung
- Feuerball
- Explosionsgase allgemein
- Sekundäre Wirkungen wie:
 - Felssturz
 - Einsturz von Kammerverkleidungen
 - Umweltschäden
 - etc.

Wirkungsanalyse

Grundlagen

2 Hauptquellen:

1) Theoretische Modelle, hauptsächlich

- TLM 2010 / Teil 2
- Nato Manual AASTP-4, Explosives Safety Risk Analysis
 - beide Manuals entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik, insbesondere für klar definierte Geometrien von solchen Anlagen
 - aber: Anlage Mitholz ist **kein Standardfall** !

2) Daten von Versuchen und Unfällen, wie z.B.

- Versuche Acla (Schweiz, 1948)
- China Lake Test (USA, 1988)
- Unfall Mitholz 1947
 - «**Real World**» Daten und Vergleiche

Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

Versuche Acla 1948

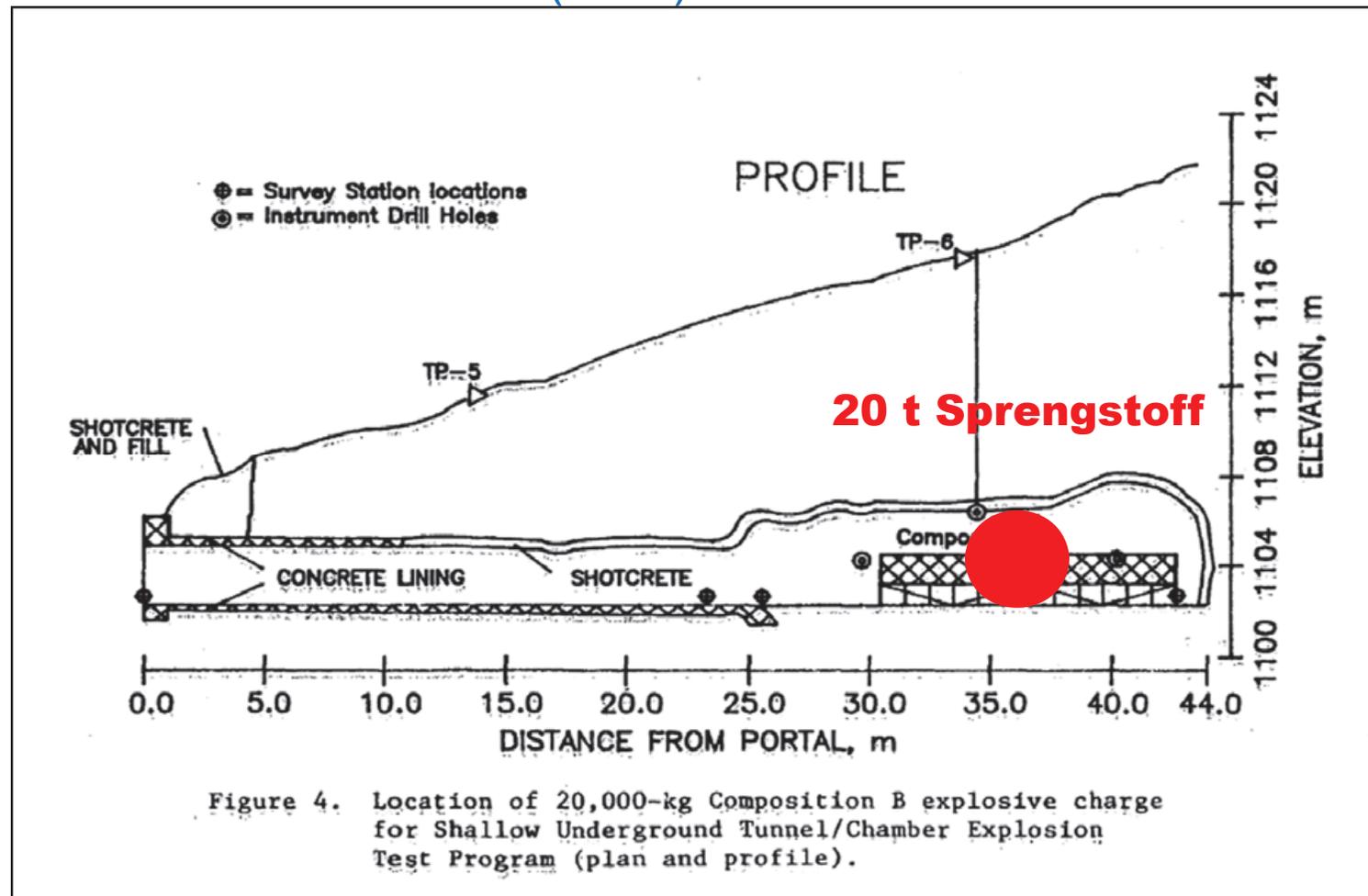


Ueber den Rhein geschleuderter
Felsblock von ca. $3,5 \text{ m}^3$,
ca. 75 cm im Boden eingedrungen.

Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

Versuche China Lake (USA) 1988



Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

Versuche China Lake (USA) 1988



Expertengruppe Risikobeurteilung 1051 AA

Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

Versuche China Lake (USA)

→ Resultat

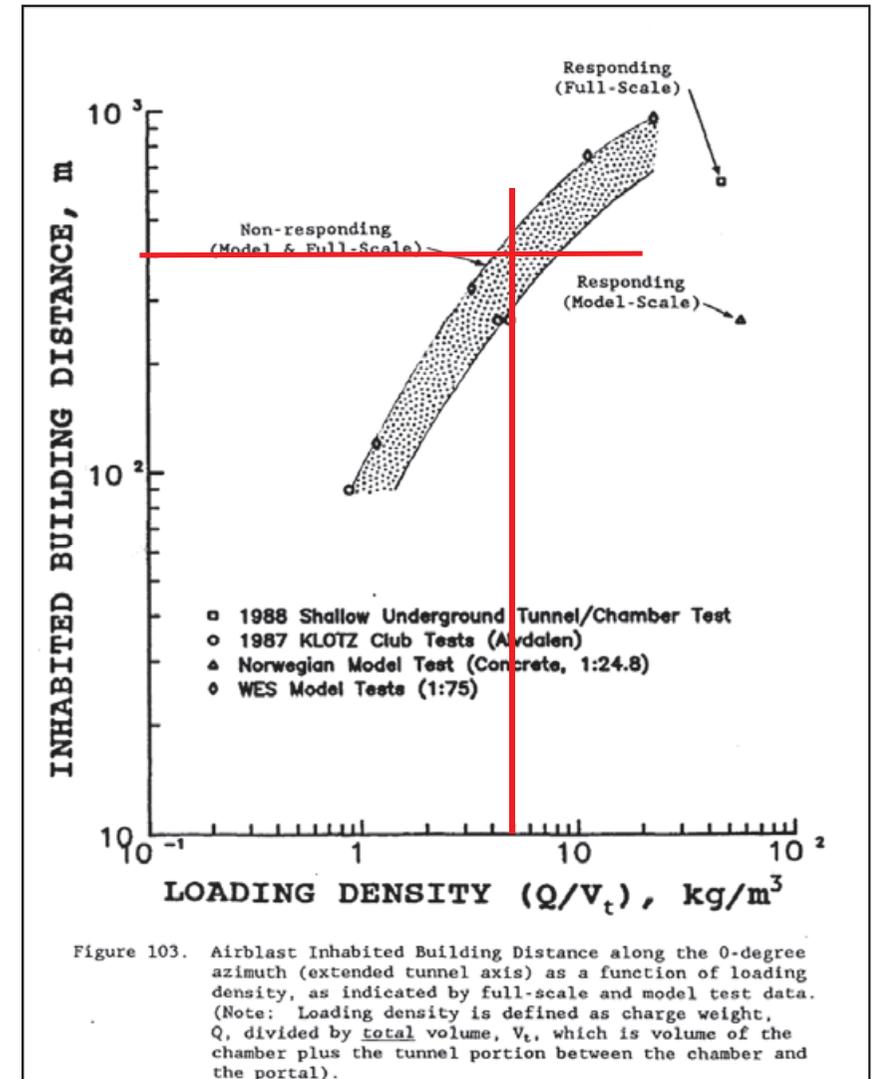
IBD = Inhabited Building Distance (Sicherheitsdistanz = Letalität ca. 1 %)

IBD = 650 m

Trümmer bis 2000 m

→ angewendet auf Mitholz

IBD = ca. 400 m (10 t)



Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

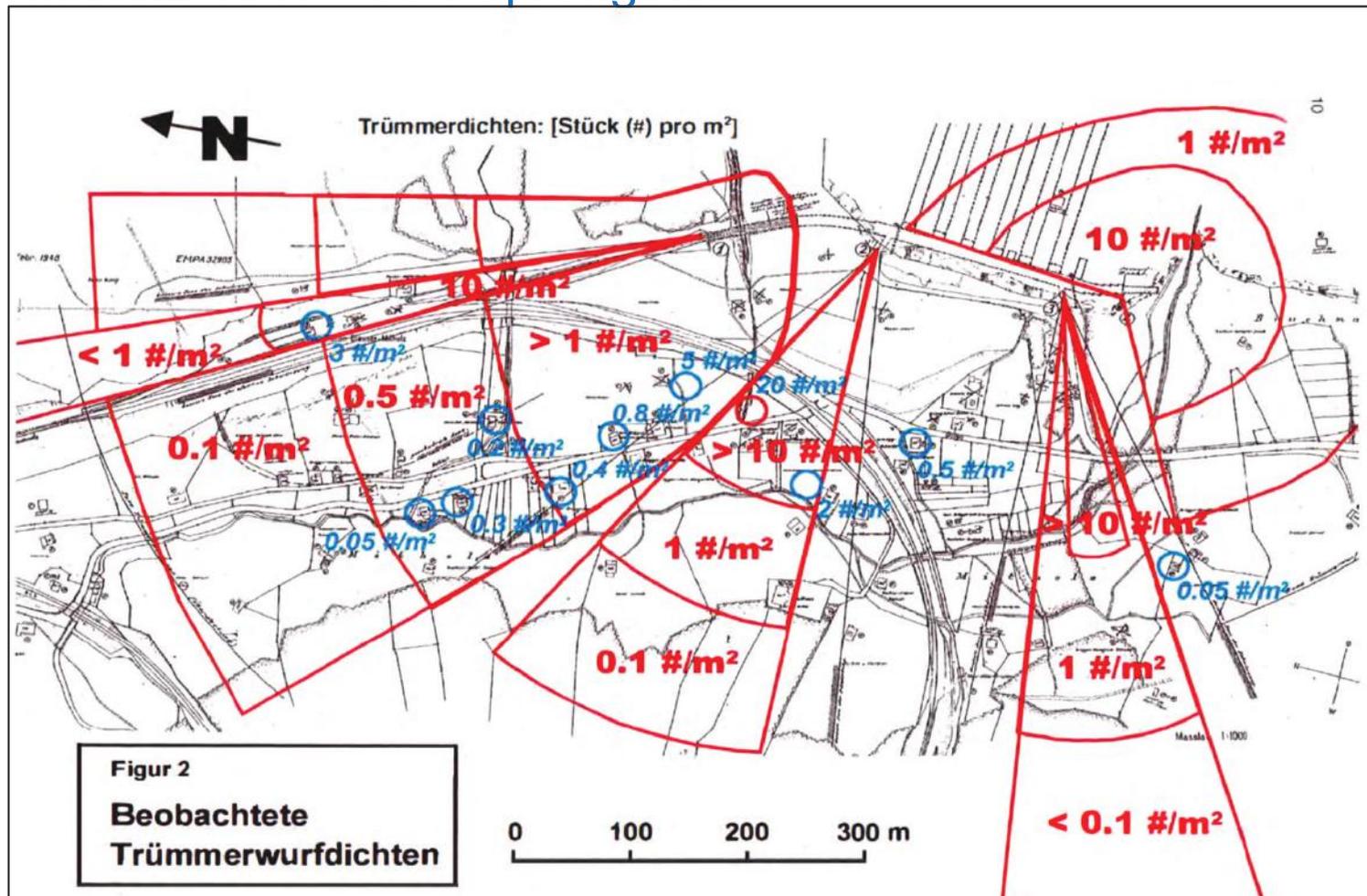
Mitholz 1947 - 30 t Sprengstoff



Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

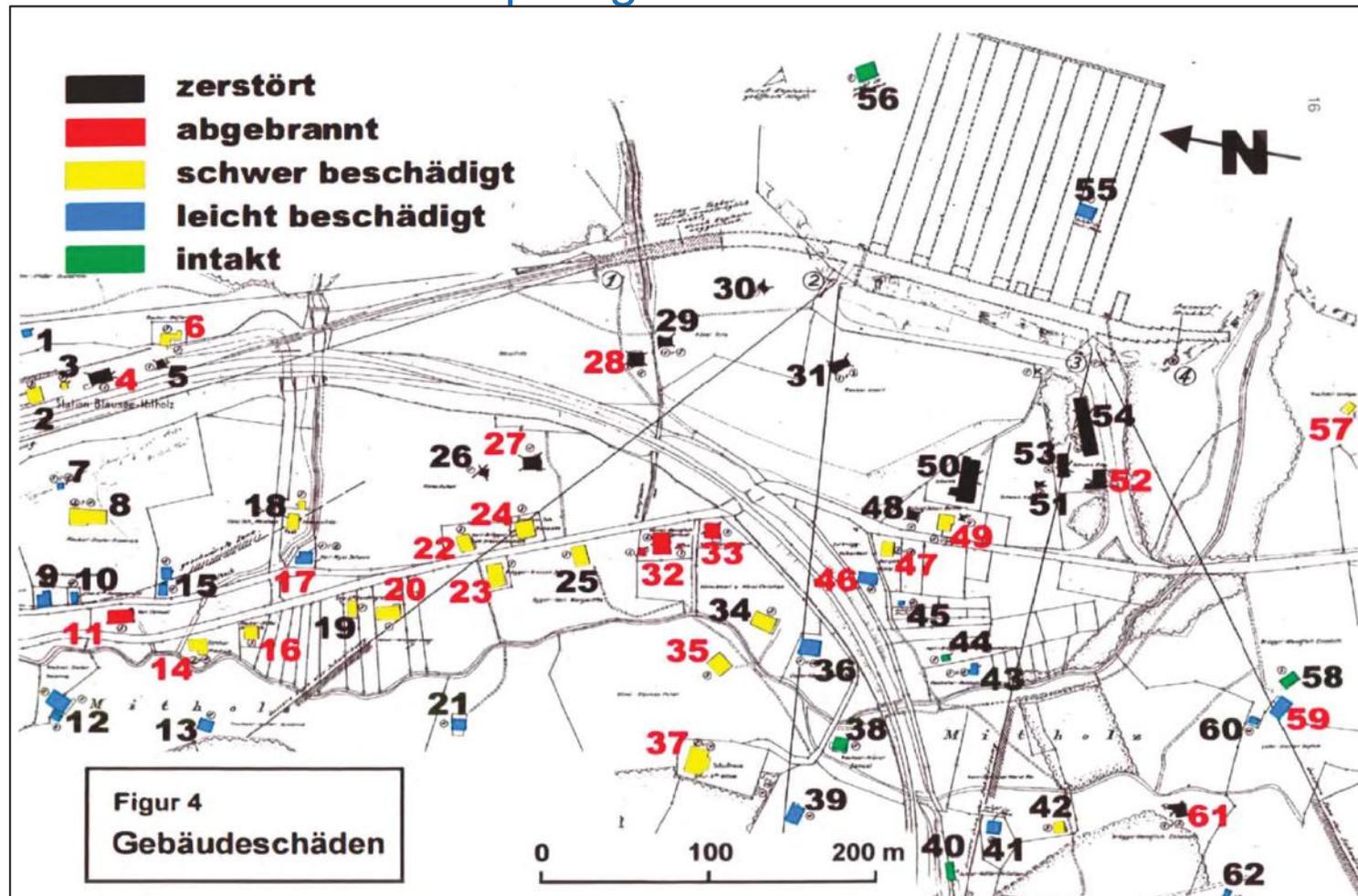
Mitholz 1947 - 30 t Sprengstoff



Wirkungsanalyse

«Real World» Daten

Mitholz 1947 - 30 t Sprengstoff



Wirkungsanalyse

Erkenntnisse von «Real World» Daten

- Bereits mittelgrosse Explosionen in unterirdischen Anlagen führen zu weitreichendem, relevanten, d.h. tödlichem Trümmerwurf von mehreren 100 m
- Felsmaterial aus dem Portalbereich trägt in der Regel relevant zum Trümmerwurf bei
- Es entstehen immense Feuerbälle / Gaswolken
- Der Luftstoss spielt in der Regel keine entscheidende Rolle
- Explosionswirkungen skalieren sich in der Regel nicht linear: d.h. z.B. bei einem 10 t Ereignis wären gleiche Trümmerdichten in einer nur ca. 30% kleineren Distanz zu erwarten verglichen mit einem 30 t Ereignis

Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Trümmerwurf

- Ist «die» zentrale Wirkung, v.a. für Umgebung
- Anwendung der Formeln erfordert diverse Annahmen und Abschätzungen (werden hier nicht im Detail erläutert)
- Die folgenden Figuren zeigen:
 - Erwartete Trümmerdichte bei Explosion von 10 t
→ decken sich gut mit «Real World» Daten
 - Letalitätszonen für Freifeld und Gebäude «gemäss» TLM 2010 für $Q = 1 \text{ t}$ und 10 t

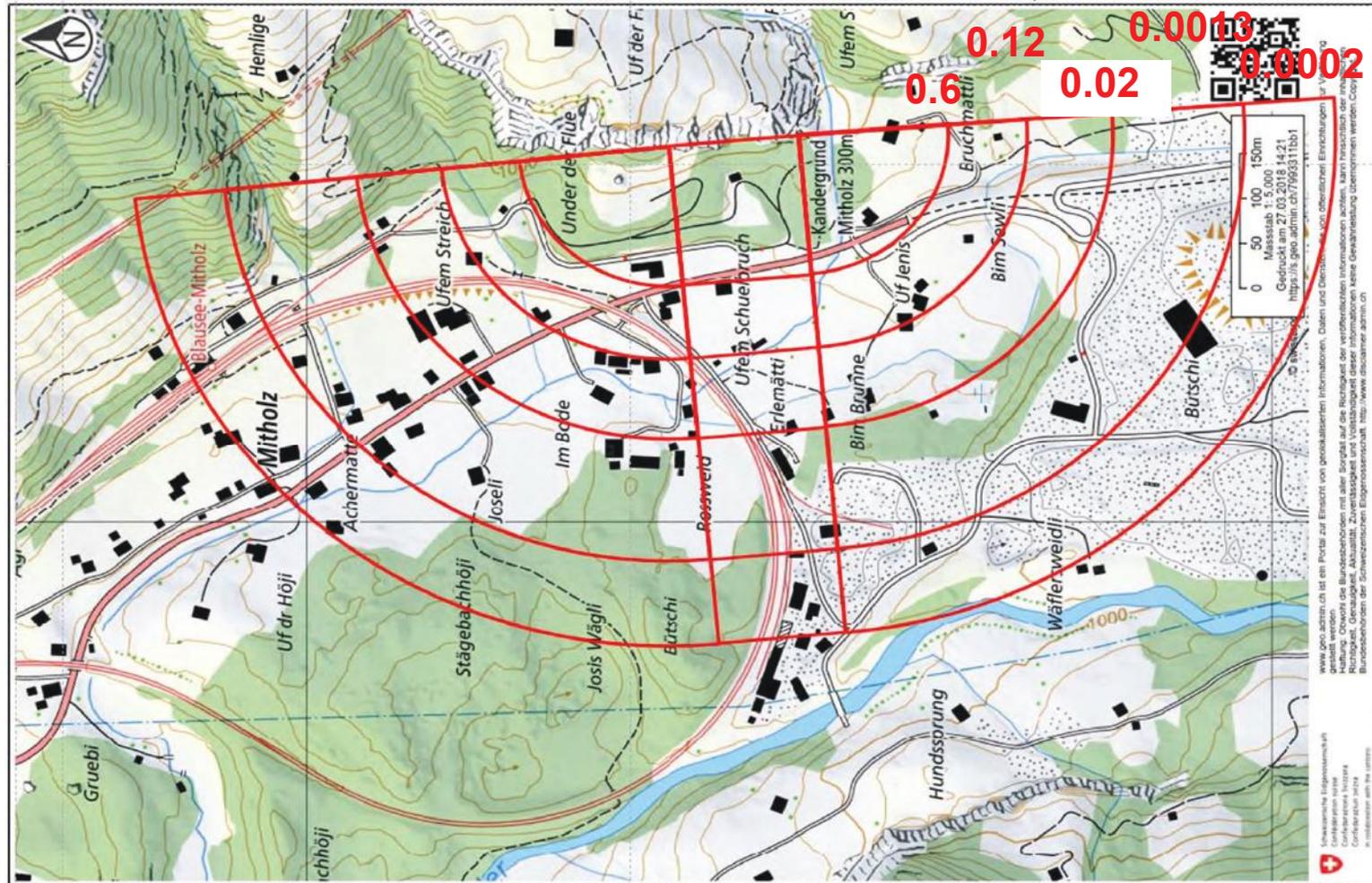
Luftstoss

- Ist hier nicht von zentraler Bedeutung

Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

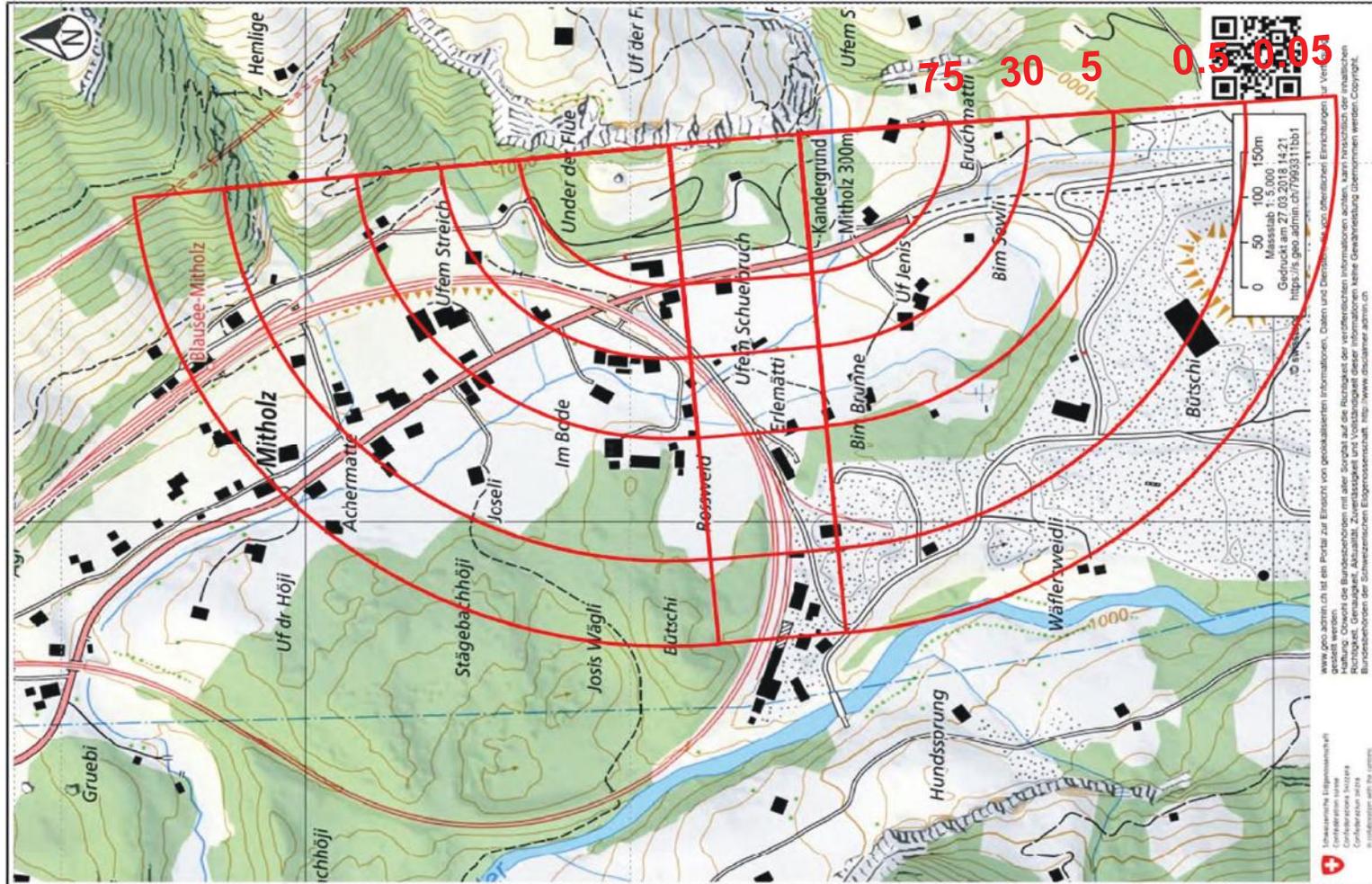
Trümmerwurf - Trümmerdichten bei $Q = 10$ t, in Stück/m²



Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

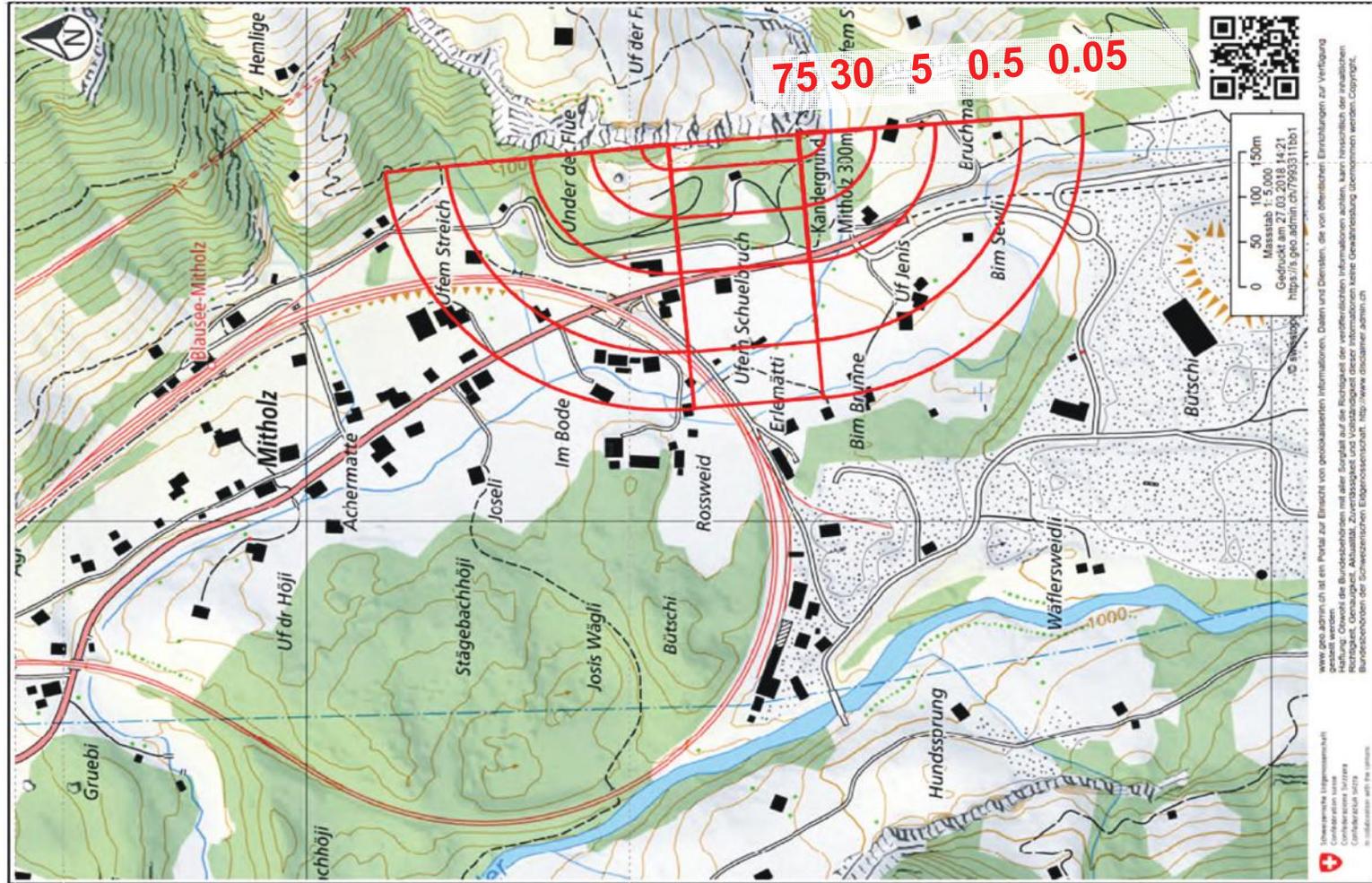
Trümmerwurf - Letalität Personen Freifeld bei Q = 10 t, in %



Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

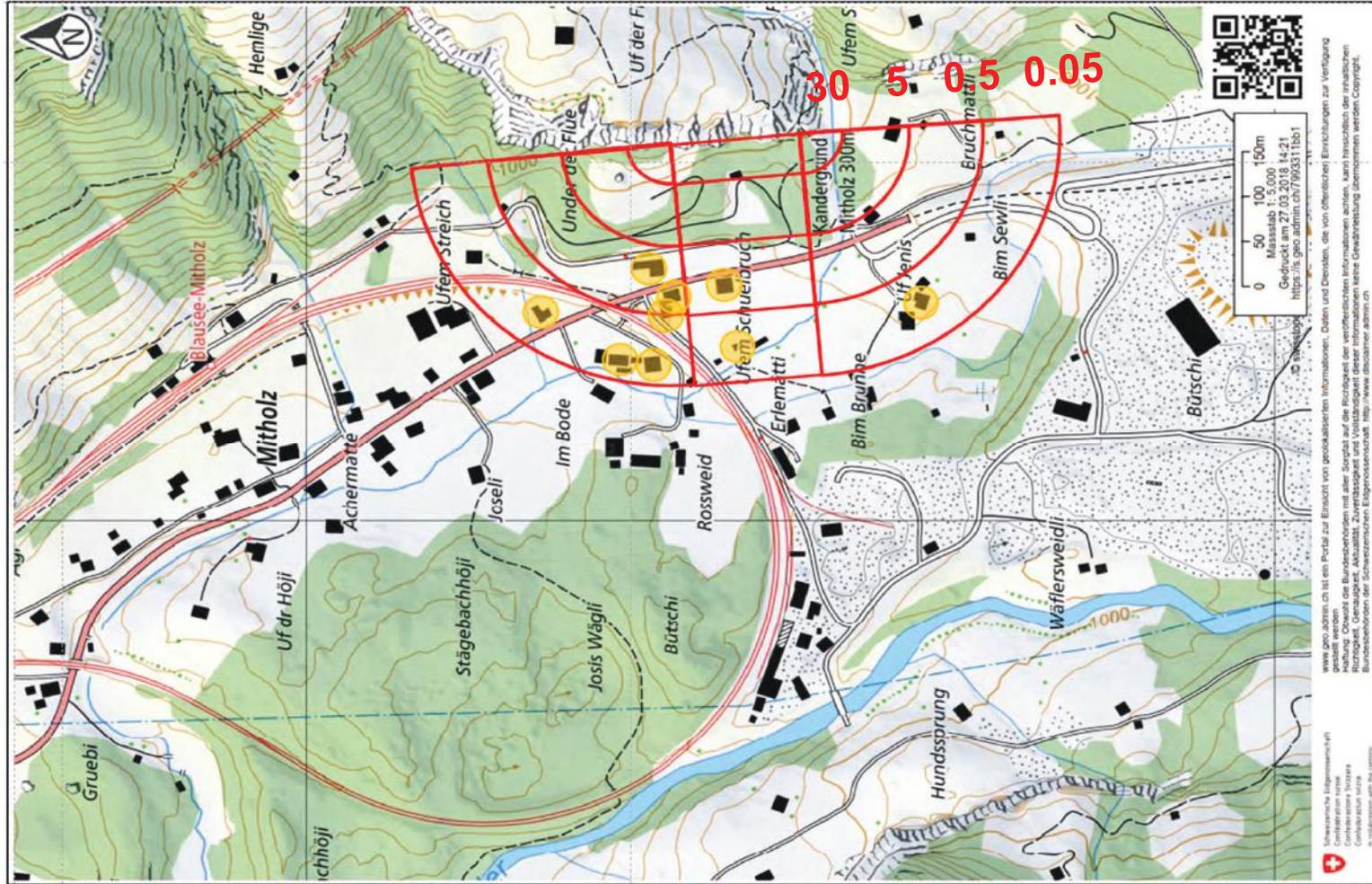
Trümmerwurf - Letalität Personen Freifeld bei $Q = 1$ t, in %



Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Trümmerwurf - Letalität Personen Gebäude bei $Q = 1\text{ t}$, in %



Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Kammerdruck

- Die Hohlraumvolumina im Bereich des Bahnstollens bei den Kammern 4 - 6 betragen für die beiden «Teilkammern» 2000 resp. 3000 m³, total rund 5000 m³
- Dies ergibt bei Sprengstoffmengen von 1 resp. 10 t max. Ladedichten von 0.5 resp. 5 kg/m³
- Daraus resultieren folgende Kammerdrücke:
 - 1 t: $p_k = 10 - 15 \text{ bar}$
 - 10 t: $p_k = 50 - 60 \text{ bar}$
 - Dies sind Drücke welchen die bestehenden Abschlusswände der Kammern zum Bahnstollen nicht standhalten können

Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Erdstoss

- Erdstoss resp. Erschütterungen sind v.a. für die geplante Anlage WE 1051/AA relevant
- Für die Bauten in der Umgebung und die Truppenunterkunft sind sie von untergeordneter Bedeutung
- Die zu erwartenden Erdstossgeschwindigkeiten im Bereich der geplanten Anlage betragen:
 - 1 t: $v = 1 - 2$ cm/s, Distanz 90 m
 $v = 0.3 - 0.5$ cm/s, Distanz 180 m
 - 10 t: $v = 7 - 10$ cm/s, Distanz 90 m
 $v = 2 - 3$ cm/s, Distanz 180 m
 - Erdstossgeschwindigkeiten sind vergleichsweise klein / mindestens bautechnisch beherrschbar

Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Thermische Wirkungen / Gase

- Bei der Explosion/Detonation von Sprengstoffen entstehen unmittelbar grosse Mengen von über 2000° C heissen Detonationsprodukten → Feuerball
- Die verbleibenden Gase sind hochtoxisch / Sauerstoffgehalt sinkt
- Es ist davon auszugehen, dass 1 kg Sprengstoff rund 10 m³ heisse Explosionsgase erzeugt
 - 1 t = ca. 10'000 m³ heisse Gase
 - 10 t = ca. 100'000 m³ heisse Gase
 - **Der Feuerball resp. die heissen Explosionsgase füllen die angrenzenden Kammern 4 - 6 unmittelbar nach der Explosion, was zu hohen Letalitäten (bis 100%) in den betroffenen Bereichen führt.**

Wirkungsanalyse

Wirkungen gemäss Manuals

Sekundäre Wirkungen

- Ohne neue, detaillierte geologische Beurteilung schwierig zu beurteilen
 - Mindestens bei einer grösseren Explosion können weitere Felsstürze nicht ausgeschlossen werden
 - Es ist allerdings wenig wahrscheinlich, dass diese zu einer relevant anderen Beurteilung der Risikosituation führen würden
- Allgemeine Umweltrisiken (z.B. Gewässer- / Bodenverschmutzung) wurden im Rahmen dieser Risikobeurteilung nicht untersucht

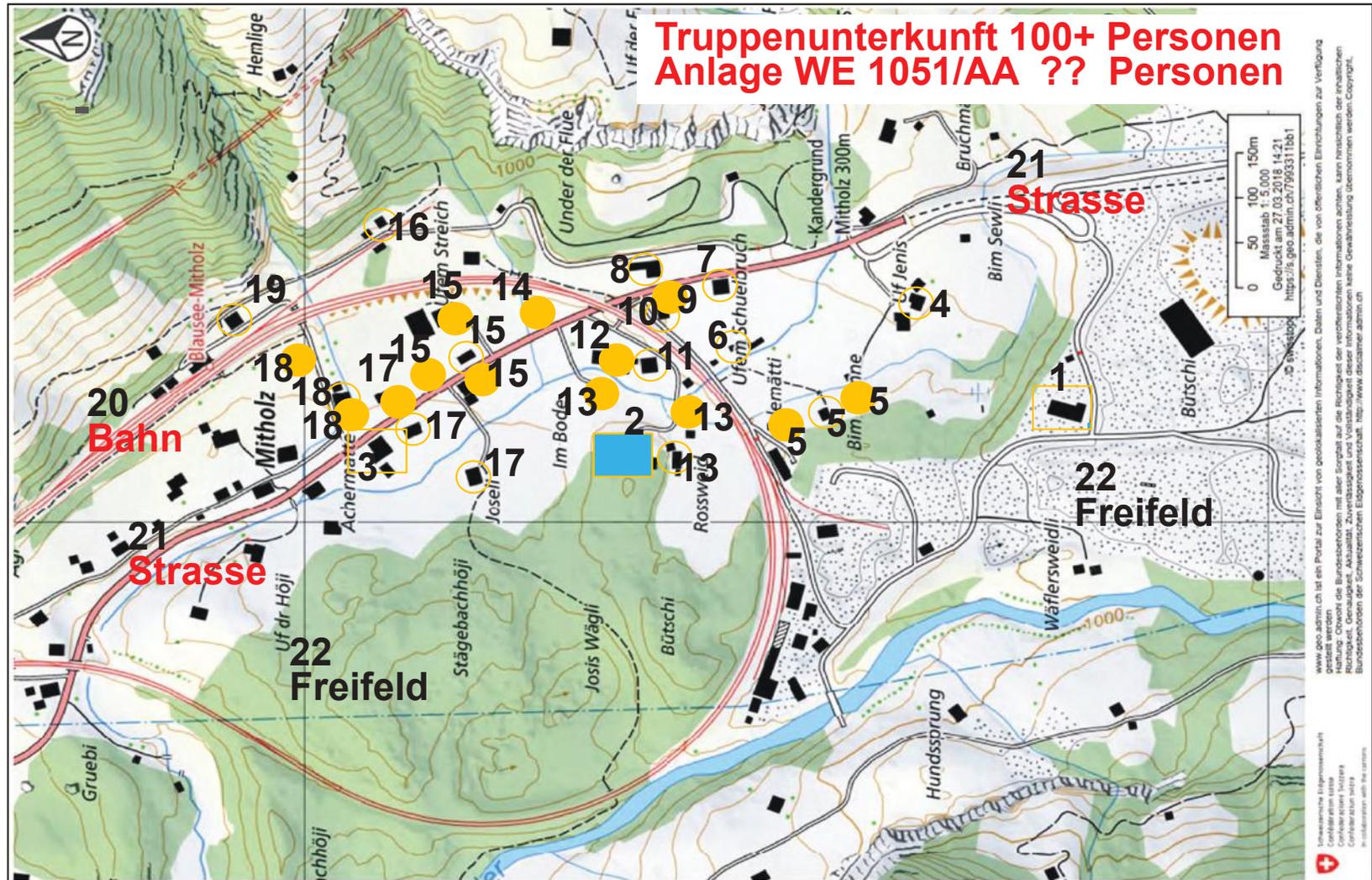
Expositionsanalyse

Luftbild



Expositionsanalyse

Gefährdete Objekte



Risikoberechnung

Anlage WE 1051/AA - Betrieb

Massgebende Einwirkungen infolge Explosion

- Erdstoss / Erschütterung gemäss Wirkungsanalyse
 - bautechnisch machbar
 - sensitive Installationen ??
- Falls **keine neuen Abschlusswände** gegenüber dem Bahnstollen erstellt werden:
 - Ausbreitung heisser, toxischer Gase und Luftstoss in weiten Bereichen der unterirdischen Anlage, würde zu entsprechenden Todesfällen führen
 - Risikoberechnung für kollektive Risiken gemäss TLM 2010 ohne genaues Nutzungsszenario nicht möglich
 - Individuelle Risiken (zu) hoch
- Andere Wirkungen nicht relevant

Risikoberechnung

Anlage WE 1051/AA - Betrieb

Generelle Einwirkungen infolge Explosion

- Falls **neue Abschlusswände** gebaut würden:
 - Erschütterungswirkungen bleiben bestehen
 - Personenrisiken liessen sich unter Inkaufnahme sehr hoher finanzieller Mittel für bauliche Massnahmen (Wände , Lüftung, Schockabsorber, etc.) minimieren
 - Abschlusswände müssten hohen Drücken, im Bereich von einigen 10 bar widerstehen

aber:

- **Der Bau solcher Abschlusswände könnte nur unter Inkaufnahme von (mindestens temporär) - sowohl gemäss WSUME wie auch StFV (nur bei 10 t) - unzulässig hohen Risiken realisiert werden**

Risikoberechnung

Anlage WE 1051/AA - Bau

Risiken während Bauphase

- Sollten Abschlusswände zum Bahnstollen erstellt werden müssen, ist von folgenden Annahmen auszugehen:
 - Anzahl exponierter Arbeiter 10 Personen
 - Bauzeit 1 Jahr
 - Arbeitsdauer 2000 Std./J
 - Letalität (1t / 10 t) 30 / 100 %
- individuelles Risiko (WSUME, massgebend)

$r_{i(1t)}$	=	$0.3 \times 0.25 \times 3 \times 10^{-3}$	=	$2.25 \times 10^{-4} / J$
$r_{i(10t)}$	=	$1.0 \times 0.25 \times 3 \times 10^{-4}$	=	$7.50 \times 10^{-5} / J$
- **Risiken (10 t) gemäss StFV im nicht akzeptablen Bereich (Störfallwert > 0.3, Wahrscheinlichkeit > 10^{-5})**

Risikoberechnung

Truppenunterkunft

Risiken gemäss WSUME

- Annahmen zur Nutzung/Gefährdung
 - Belegung 1 x pro Jahr / 3 Wochen / Nacht
 - Anzahl ADA 100
 - Letalität (1t / 10 t) 50 / 100 %
- Kollektives Risiko (WSUME)
 - max. Ausmass → 50+ / 100+ Todesopfer
 - $R_{e(1t)} = 2 \times 10^{-1}/J \rightarrow$ Sanierungskosten 6 Mio CHF/J
 - $R_{e(10t)} = 4 \times 10^{-1}/J \rightarrow$ Sanierungskosten 12 Mio CHF/J
- Individuelle Risiken (WSUME)
 - $r_{i(1t)} = 4 \times 10^{-5}/J$
 - $r_{i(10t)} = 7.5 \times 10^{-6}/J$

Störfallverordnung StFV ??

Risikoberechnung

Anlageumgebung

Risiken gemäss WSUME

- Kollektive Risiken (WSUME)

max. Ausmass → 1+ / 40 Todesopfer

$R_{e(1t)} = 2 \times 10^{-3}/J$ → Sanierungskosten 0.06 Mio CHF/J

$R_{e(10t)} = 4 \times 10^{-2}/J$ → Sanierungskosten 1.2 Mio CHF/J

- Individuelle Risiken (WSUME)

$r_{i(1t)} = 1.0 \times 10^{-4}/J$

$r_{i(10t)} = 1.5 \times 10^{-4}/J$

Störfallverordnung StFV

$Q = 1t$ → Risiken liegen im Bereich der nicht schweren Schädigungen

$Q = 10t$ → Risiken liegen im nicht akzeptablen Bereich

Risikobewertung

Zusammenfassung

Ereignisgrösse 1 t

	Risiko R_{koll} pro J	Grenzkosten Mio Fr./J	Todesopfer max.	Risiko $r_{i \text{ eff}}$ pro Jahr	Risiko $r_{i \text{ zul}}$ pro Jahr	Überschreitung $r_{i \text{ eff}} / r_{i \text{ zul}}$	Störfallverordnung
WE 1051 Bau	-	-	5	2.3×10^{-4}	3×10^{-6}	80	keine schwere Schädigung
Truppenunterkunft	2×10^{-1}	6	50	4×10^{-5}	3×10^{-6}	10	?
Umgebung	2×10^{-3}	0.06	1+	1×10^{-4}	3×10^{-6}	30	keine schwere Schädigung

→ Hauptproblem: Truppenunterkunft und individuelle Risiken

Risikobewertung

Zusammenfassung

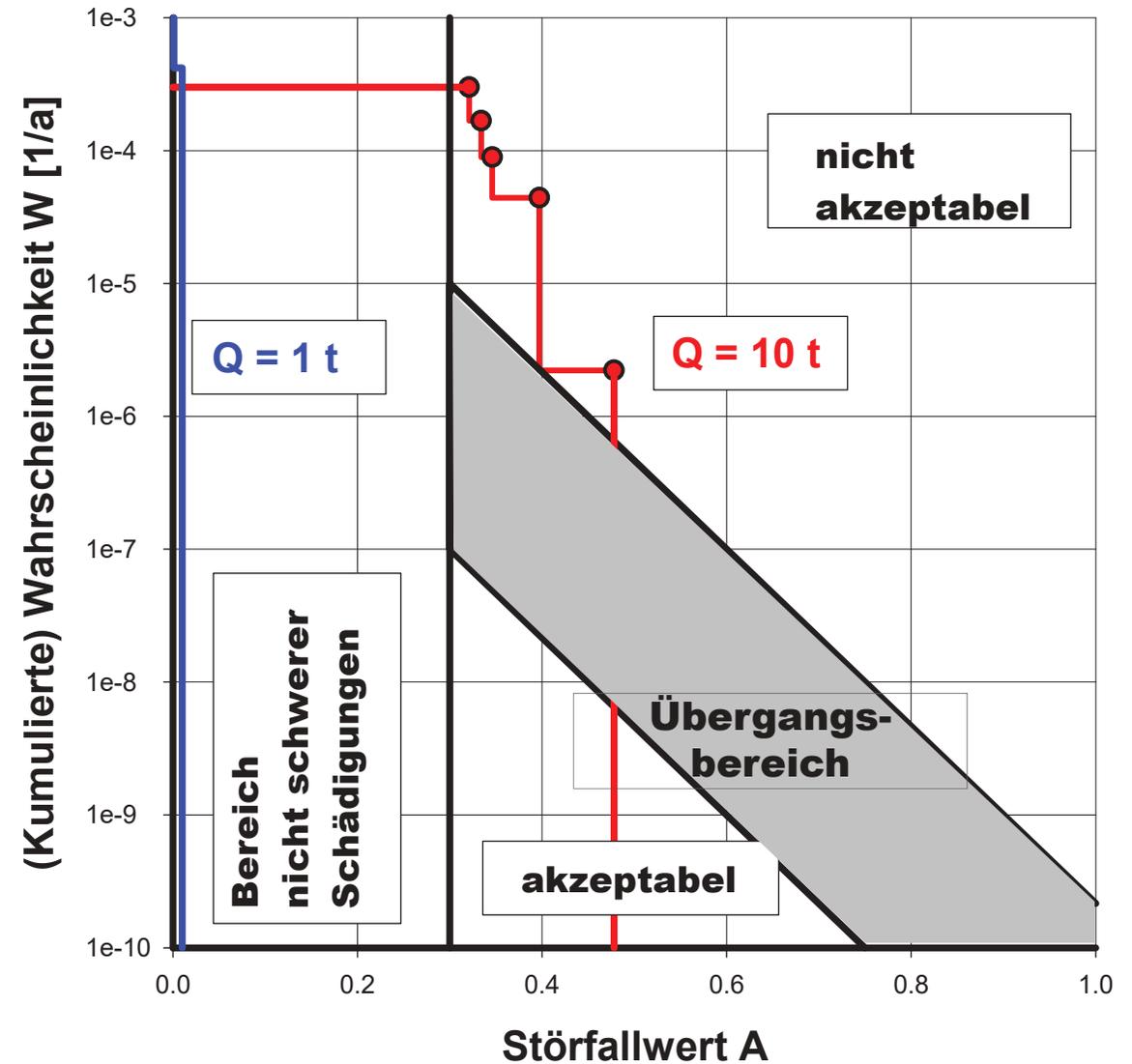
Ereignisgrösse 10 t

	Risiko R_{koll} pro J	Grenz- kosten Mio Fr./J	Todes- opfer max.	Risiko $r_{i \text{ eff}}$ pro Jahr	Risiko $r_{i \text{ zul}}$ pro Jahr	Übersch- reitung $r_{i \text{ eff}} / r_{i \text{ zul}}$	Störfall- verord- nung
WE 1051 Bau	-	-	30+	7.5×10^{-5}	3×10^{-6}	25	nicht akzep- tabler Bereich
Truppen- unterkunft	4×10^{-1}	12	100+	7.5×10^{-6}	3×10^{-6}	3	(nicht akzep- tabler Bereich)
Umgebung	4×10^{-2}	1.2	20+	1.5×10^{-4}	3×10^{-6}	50	nicht akzep- tabler Bereich

Risikobewertung

W / A – Diagramm gemäss StFV

W-A-Diagramm



Risikobewertung

Zusammenfassung

Sowohl bei einer Ereignisgrösse von 10 t, wie auch bei 1 t, werden die zulässigen Grenzwerte sowohl für das kollektive wie auch das individuelle Risiko gemäss WSUME zum Teil massiv überschritten

Bei einer Ereignisgrösse von 10 t fallen die Risiken in den nicht akzeptablen Bereich gemäss StFV

Der Bau der neuen Anlage wäre nur unter Inkaufnahme von unzulässig hohen Risiken während der Bauphase realisierbar

Last but not least

Diese Risikobeurteilung beruht auf einer sog. «Historischen Untersuchung»

Sie basiert auf:

- dem detaillierten Studium aller zurzeit verfügbaren «historischen Dokumente»
- mehreren Begehungen vor Ort zur Feststellung des Anlagezustandes und der vorhandenen Munitionsreste, soweit visuell möglich
- der Erfahrung und dem Expertenwissen aller in der Schweiz auf diesem Gebiet sachkundigen Personen und Organisationen
- dem Input von unabhängigen Experten aus dem Bereich Kampfmittelbeseitigung aus Deutschland

Last but not least

Diese Risikobeurteilung beruht auf einer sog. «Historischen Untersuchung»

Dies bedeutet:

- Basierend auf diesen Grundlagen liefert diese Sicherheitsbeurteilung der Expertengruppe - im Rahmen der vorhandenen zeitlichen, personellen und finanziellen Grenzen - die bestmögliche Aussage bezüglich der vorhandenen Risiken sowie deren Konsequenzen
- Für eine Vertiefung der Genauigkeit der Aussagen wäre eine umfangreiche, zeitaufwändige «Technische Untersuchung» notwendig

Last but not least

Sensitivität der Resultate

Wie stabil sind diese Resultate und Schlussfolgerungen?

- Das Resultat basiert auf den wahrscheinlichsten Werten für die einzelnen Parameter
- Wie bei jeder Risikoanalyse weisen diese eine gewisse Bandbreite (Streuung) auf
- Besonders zentral sind bei dieser Beurteilung die Werte für die:
 - Eintretenswahrscheinlichkeit und die
 - Ereignisgrösse
- Der Einfluss der Streuung dieser Grössen wurde deshalb ebenfalls abgeschätzt, mit folgenden Resultat:

Last but not least

Sensitivität der Resultate

Wie stabil sind diese Resultate und Schlussfolgerungen?

- Einfluss Eintretenswahrscheinlichkeit
 - Sowohl eine 3 x kleinere wie auch eine 3 x grössere Eintretenswahrscheinlichkeit führt nicht zu anderen generellen Schlussfolgerungen als oben diskutiert
- Einfluss Ereignisgrösse
 - Sollte ein Ereignis mit einer Grösse von 10 t TNT-Äquivalentmenge ausgeschlossen werden können:
 - wäre mit kleineren Auswirkungen zu rechnen, aber
 - trotzdem würden v.a. die individuellen Risiken der Exponierten wie auch die kollektiven Risiken der Truppenunterkunft nach wie vor über den zulässigen Grenzwerten gemäss WSUME liegen

Einschätzung der Korreferenten

Bisherige Arbeiten der Korreferenten

- Sichtung von Unterlagen aus dem Bundesarchiv (14. März 2018)
- Einsicht in weitere Unterlagen und Austausch mit der Expertengruppe (15./16. März 2018)
- Ortsbegehung zur Begutachtung der örtlichen Verhältnisse (16. März 2018)
- Prüfung des Vorgehenskonzeptes der Expertengruppe und ob der Stand der Technik eingehalten wird
- Verfassen eines ersten Zwischenberichts

Auszug aus dem Zwischenbericht Nr. 1 der Korreferenten vom 04. April 2018

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

Prüfung des abschließenden Berichtes der Expertengruppe

- erfolgt Ende Juni 2018

Empfehlungen der Expertengruppe

- Trp Ukft** Die Risiken lassen sich durch bauliche Massnahmen kaum auf ein akzeptierbares Niveau reduzieren. Wir empfehlen die umgehende Schliessung.
- AApot** Die Risiken lassen sich durch bauliche Massnahmen kaum auf ein akzeptierbares Niveau reduzieren. Wir empfehlen die baldmöglichste Schliessung.
- RZ VBS** Die Risiken für den Betrieb lassen sich mit sehr aufwändigen baulichen Massnahmen auf ein akzeptierbares Niveau reduzieren.
- Für die Bauphase des RZ lassen sich die Risiken nicht ausreichend reduzieren.
- Wir empfehlen kein Bauvorhaben an diesem Standort.
- Umwelt** Die Risiken sind aktuell zu hoch für die Umgebung (v.a Strasse, Häuser, Bahn). Wir empfehlen dem GS VBS mit geeigneten Fachleuten umgehend die Frage zu beantworten, wie die unzulässigen Risiken für die Umgebung auf ein zulässiges Mass reduziert werden können.

Sofortmassnahmen

- Umgehende Schliessung der Trp Ukft
- Baldmöglichste Schliessung der AApot
- Kein Bauvorhaben an diesem Standort
- Initiierung einer Arbeitsgruppe des GS VBS, um die Umgebungsrisiken auf ein akzeptierbares Mass zu reduzieren
- Massnahmen zur Verhinderung von unberechtigtem Zutritt

C Bericht Nr. 1 der Korreferenten

Hinweis: Die Klassifizierung des Berichts Nr. 1 der Korreferenten wurde mit dem Entscheid des VBS vom 25. Juni 2018 nachträglich aufgehoben.

Projekt: Ehemaliges Munitionslager Mitholz
Korreferat Risikoanalyse 1051 AA
Ortstermin am 15. und 16. März 2018

Zwischenbericht Nr. 1

Entklassifiziert
VBS, 25. Juni 2018

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 wurde vollständig verschüttet, vor den Kammern ist er heute noch auf dem Versturzmassen und sich den darüber geöffneten Hohlräumen begehbar. Die eigentliche Sohle des Eisenbahntunnels ist damit heute nicht mehr zugänglich.

Die nach dem Ereignis durchgeführten Untersuchungen kommen zu dem Schluss, dass sich etwa 3.000 Tonnen Munition umsetzten. Rund 1.500 Tonnen Munition und Splitter wurden nach dem Unglück geborgen. Der Verbleib von rund 2.500 Tonnen Munition ist derzeit als ungeklärt zu betrachten (alle Massenangaben als Bruttomasse einschließlich Verpackungen).

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

1

Im Rahmen der Bergung nach dem Unglück wurden die sechs Kammern vollständig von Kampfmitteln und Schutt geräumt. Zum ehemaligen Eisenbahntunnel hin wurde in den Kammern ein Abschluss durch Mauerwerk hergestellt.

In den 1970/80er Jahren wurden die Kammern durch einen neuen Zugangstollen in der Mittelachse der ehemaligen Kammern 1 bis 6 wieder erschlossen und ein Materialdepot angelegt, das bis heute genutzt wird.

2. Aktuelle Gefährdungsabschätzung einer Expertengruppe aufgrund geplanter Baumaßnahmen

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

Dazu wurde eine Expertengruppe aus Sachverständigen des VBS (Schweizer. Verteidigungsministerium), der armasuisse WTE (wehrtechnische Dienststelle / Sicherheit Explosivstoffe und Munitionsüberwachung), 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 Standorte 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

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

2

3. Korreferat

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

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

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

Dr. 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

Die Tätigkeit der Korreferenten unterliegt der Vertraulichkeit.

4. Programm / durchgeführte Arbeiten während des Ortstermins

Am 15. und 16. März 2018 fand ein Ortstermin in Thun und Mitholz (Berner Oberland, Schweiz) statt.

Der Ablauf war wie folgt:

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
✉ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien
Ehem. Munitionslager Mitholz
Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

3

Datum / Uhrzeit	Aktivitäten
22.02. – 13.03.2018	Literatur- und Archivrecherchen durch die Korreferenten, Einlesen in öffentlich verfügbare Unterlagen
14.03.2018	Einsichtnahme Archivunterlagen Bundesarchiv Bern / Kopieren von relevanten Unterlagen
15.03.2018 8.30 – 12:00	Präsentation des Sachverhaltes durch die Expertengruppe, Klärung von Fragen der Korreferenten zum Sachverhalt, Diskussion des Sachverhaltes
15.03.2018 13:30 – 16:00	Unterlagenstudium durch die Korreferenten
15.03.2018 16:00 – 17:15	Diskussion des Sachverhaltes mit der Expertengruppe
16.03.2018 08:15 – 11:30	Ortsbesichtigung ehemaliger Eisenbahntunnel Mitholz
16.03.2018 13:45 – 14:30	Unterlagenstudium, interne Abstimmung der Korreferenten zu Erkenntnissen und Schlussfolgerungen
16.03.2018 14:30 – 17:30	Vorstellung der Erkenntnisse & Schlussfolgerungen der Korreferenten Vorstellung der Arbeitshypothese der Expertengruppe Diskussion und Vergleich der Erkenntnisse und Schlussfolgerungen

5. Feststellungen und Schlussfolgerungen der Korreferenten

Die Korreferenten kommen auf Grundlage der eigenen Recherchen, der Prüfung der durch die Expertengruppe vorgelegten Unterlagen sowie der Erkenntnisse aus der gemeinsamen Ortsbegehung zu folgenden Feststellungen:

- 1) Im Bundesarchiv in Bern wurden durch die Korreferenten unter dem Suchbegriff „Mitholz“ 144 Einheiten recherchiert (mindestens 2-3 Aktenmeter, einige Archivalien sind mehrfach vorhanden), die einen Bezug zum Explosionsunglück von Mitholz, der Untersuchung der Ursachen sowie der späteren Nutzung der Anlage einschließlich damaliger Ge-

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

- fährdungsabschätzungen haben. Von diesen 144 Einheiten sind 139 Einheiten bestellbar, d.h. öffentlich zugänglich. Weitere Einheiten wurden aus dem Aktenplan recherchiert.
- 2) Die im Bundesarchiv Bern vorhandenen Unterlagen umfassen die durch die Expertengruppe vorgelegten Unterlagen vollständig und gehen inhaltlich offensichtlich über die bis dato ausgewerteten Unterlagen hinaus. Bei einem ersten Archivbesuch am 14.03.2018 wurden rund 600 Seiten relevanter Archivunterlagen kopieren.
 - 3) Die derzeit bearbeitete Risikoanalyse entspricht der Phase A des Phasenschemas Kampfmittelräumung der Arbeitshilfen Kampfmittelräumung, die in Deutschland für die Bearbeitung der Kampfmittelproblematik auf Bundesliegenschaften anzuwenden ist („historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung“.
 - 4) Die vorliegenden und für die Risikoanalyse verwendeten Zahlen bezüglich der Menge der möglicherweise noch vorhandenen Munition im ehemaligen Eisenbahntunnel und im Schuttkegel des Munitionslagers Mitholz beruhen auf überschlägigen Bilanzierungen, die im Zeitraum 1948 - 1951 erstellt wurden und seither in diversen Unterlagen tradiert wurden. Es stellt sich z.B. die Frage, auf welchen Daten die Annahme der Umsetzung von 3.000 Tonnen eingelagerter Munition (Bruttomasse einschließlich Verpackungen) beruht. Die seismisch messbaren Explosionen wurden verwendet, um auf Nettoexplosivstoffmassen und detonative Umsetzung zu schließen. Gleichzeitig ist anhand der aufgefundenen Kampfmittel aber eindeutig, dass es sich fast ausschließlich um deflagrative Umsetzungen gehandelt hat.
 - 5) Bei der Ortsbegehung wurden Bruchstücke von großen Stalaktiten auf dem Schuttkegel im ehemaligen Eisenbahntunnel festgestellt. Diese weisen auf größere, natürlich Karsthohlräume / Höhlen in den Kalken oberhalb der Anlage hin. Einzelne, größere Blöcke wurden bei der Ortsbegehung erkannt, auf denen wenig bis kein Staub sedimentiert. Diese Blöcke scheinen sich erst nach dem Ereignis und den anschließenden (staubproduzierenden) Kampfmittelräumungen und Bauarbeiten zur Wiedernutzbarmachung der Anlage aus der Firste gelöst zu haben.
 - 6) Bei der Ortsbegehung wurden sehr große, vertikale und den Hang streichende Klüfte im Bereich des Eisenbahntunnels und ein Einfallen der Schichten in Richtung Tal festgestellt. Diese Erkenntnisse begründen möglicherweise Zweifel an der Stabilität des Gebirges im Hinblick auf mögliche Räumarbeiten oder zukünftige Ereignisse.
 - 7) Bei der Ortsbegehung wurde eine sehr unterschiedliche Korrosion der Stahlhüllen von Kampfmitteln festgestellt. Bei einigen Kampfmitteln sind die Stahlhüllen sehr stark korrodiert (verschiefert), bei anderen ist nur wenig Rost festzustellen. Die beobachtete starke Korrosion ist in der Vergangenheit bei Kampfmitteln festgestellt worden, die auf Brandplätzen o.ä. geborgen wurde. Es steht zu vermuten, dass Hochtemperatur-Korrosion in Verbin-

derung mit Brandgasen (CO, CO₂, SO₃) und ggfs. Gefügeveränderungen eine Rolle spielt. Bemerkenswert dabei ist, dass beide Korrosionszustände wiederholt unmittelbar nebeneinander gefunden wurden.

- 8) Es stellt sich die Frage nach der Veränderung von Explosivstoffen durch das Unglück und Alterung seither und damit verbundene Veränderungen der Initiierbarkeit und der Brisanz. Die Expertengruppe hat hierzu erklärt, dass Alterungsprozesse und die Veränderung durch das Unglück in Bezug auf die Hauptladung der Bomben und Granaten, die in der Schweiz im Gegensatz zu Deutschland, Großbritannien, den USA etc. immer ausschließlich aus TNT und nicht aus Mischungen (mit Aluminium, Ammoniumnitrat, etc.) bestanden haben, nach den vorliegenden Erkenntnissen vernachlässigbar sind.
- 9) Aufgrund der zum jetzigen Zeitpunkt vorliegenden Informationen besteht der begründete Verdacht, dass sich insbesondere größere Mengen an 12-kg-Bomben und 50-kg-Bomben noch in den Massen im verstürzten Eisenbahntunnel vor den Kammern 4 bis 6 sowie in der nördlichen Nische vor der Kammer 1 befinden können. Ansammlungen mit dichter Lagerung von mehreren Dutzend bis mehreren hundert 50-kg-Bomben (mit Nettoexplosivstoffmassen von 1.000 kg bis mehreren Tausend kg) an der Sohle des Eisenbahntunnels vor den sechs Kammern können zum jetzigen Zeitpunkt nicht ausgeschlossen werden.
- 10) Die Analyse der zum Zeitpunkt des Ereignisses eingelagerten Munition und Zünder führt zu dem Schluss, dass eine Initiierung einzelner Kampfmittel spontan oder durch äußere Einwirkung nicht ausgeschlossen werden kann. In Frage kommen hier:
 - Zünder mit nachgewiesener Kupferazidbildung und Möglichkeit der spontanen Selbstauslösung auf Granaten 7,5 cm und 10,5 cm
 - Autokatalyse von Treibladungspulver
 - Selbstentzündung von pyrotechnischen Leuchtspursätzen auf Basis von Metallpulvern (Al / Mg) und Nitraten im basischen Milieu (Kalkstein!) nach Freisetzung durch Korrosion
 - Selbstentzündung von weißem Phosphor aus Rauch-/Brandmunition durch Freisetzung und Sauerstoffkontakt (Korrosion)
 - Einwirkung von mechanischen Kräften auf freiliegende, entsicherte Zündsysteme (z.B. BZ 37) bei Steinschlag oder durch Erdbeben
 - Einwirkung von mechanischen Kräften auf freiliegende (durch Steinschlag) oder im Haufwerk liegenden, empfindliche Explosivstoffe (z.B. Metallazide) durch Erdbeben
- 11) Wegen der verschiedenen möglichen Initiierungsmechanismen und des begründeten Verdachts auf signifikante Ansammlungen von Kampfmitteln mit Nettoexplosivstoffmassen von mehreren hundert Kilogramm und mehr sehen die Korreferenten sowohl eine signifikante Gefährdung als auch eine signifikante Eintretenswahrscheinlichkeit als gegeben an. Unter

Verweis auf die Liste der Unfälle mit und Selbstdetonationen von Kampfmitteln, die der Expertengruppe übergeben wurde, sehen die Korreferenten ein Eintreten eines signifikanten Ereignisses innerhalb von einer bis mehreren Generationen als möglich, d.h. relativ wahrscheinlich an. Eine Quantifizierung des Risikos ist in Deutschland nicht üblich, in Bereichen, in denen Selbstdetonationen geschehen, wird die Gefahr in Deutschland i.d.R. systematisch abgewehrt. Als Beispiel führen die Korreferenten die Stadt Oranienburg an, in der nach mehreren spontanen Selbstdetonationen von Bombenblindgänger 500 lbs und 1.000 lbs mit chemischen Langzeitzündern (Baureihe M123 / M124) seit 1945 das gesamte Stadtgebiet systematisch mittels Bohrlochsondierungen abgesucht wird.

- 12) Nach den deutschen Arbeitshilfen Kampfmittelräumung wäre der ehemalige Eisenbahntunnel der Anlage Mitholz nach derzeitigem Stand in die Kategorie 2 „Auf der Fläche wurden Kampfmittelbelastungen festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.“ zuzuordnen.
- 13) Insgesamt sind die Erkenntnisse und Schlussfolgerungen der Expertengruppe und der Korreferenten hinsichtlich der Einschätzung des Gefahrenpotenzials (Kampfmittelinventar / Nettoexplosivstoffmasse) und des Risikos (Eintretenswahrscheinlichkeit) sehr ähnlich.

6. Expertengruppe

Insgesamt kommen die Korreferenten in Bezug auf die Arbeit der Expertengruppe zu der Schlussfolgerung, dass

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

Unter Würdigung der nur sehr begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit für die Expertengruppe können dieses Arbeiten und die bisherigen Ergebnisse als Grundlagenermittlung und erste, vorläufige Gefährdungsabschätzung betrachtet werden. Eine abschließende, belastbare Gefährdungsabschätzung wird damit noch nicht vorgelegt werden können.

Hierzu bedarf es aus Sicht der Korreferenten weitere, vertiefende Arbeiten, die in den folgenden Handlungsempfehlungen empfohlen werden.

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
✉ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

7

7. Handlungsempfehlungen

Basierend auf den o.g. Erkenntnissen und Schlussfolgerungen geben die Korreferenten folgende Handlungsempfehlungen.

7.1. Handlungsempfehlungen für vorläufige Gefährdungsabschätzung

- Die im Kapitel Feststellungen und Schlussfolgerungen aufgeführten Aspekte sollten bei der vorzulegenden vorläufigen Gefährdungsabschätzung Berücksichtigung finden
- Da nicht auszuschließen ist, dass über die Zünder mit bekannter Kupferazid-Bildung und die Autokatalyse von Treibladungspulver weitere Möglichkeiten der Initiierung durch spontane Selbstentzündung und/oder Stoß bestehen (Stichworte pyrotechnische Leuchtspursätze, weißer Phosphor, vorgespannte und empfindliche Zünder), sollte das Munitionsinventar systematisch auf problematische Inhaltsstoffe und Zünder geprüft werden.
- Die Veränderung von Explosivstoffen durch das Unglück und Alterung und damit verbundene Veränderungen der Initiierbarkeit und der Brisanz sollte im zu erstellenden Bericht beleuchtet werden.

7.2. Handlungsempfehlungen für die abschließende Gefährdungsabschätzung

- Es wird die umfassende Auswertung aller Archivunterlagen, insbesondere unter Berücksichtigung aller im Bundesarchiv in Bern vorhandenen Archivalien, mit folgenden Schwerpunkten (vertiefte historische Recherche) empfohlen:
 - Kritische Würdigung der damals aufgestellten Schlussfolgerung zum Hergang des Ereignisses
 - Kritische Würdigung der damals abgeleiteten Menge an detonierter Munition (damals gewählte Ansätze zur Abschätzung, insbesondere auch der Ansatz „Erdbebenwarte vs. Detonation / Deflagration“)
 - Versuch der Bilanzierung bzw. Plausibilitätsprüfung des noch heute möglicherweise vorhandenen Kampfmittelinventars in Art, Menge und Ablagerungsort
 - Kritische Würdigung früherer Gefährdungsabschätzungen und Risikobewertungen

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

Im Ergebnis sollen eine umfassende Rekonstruktion des Ereignisses und die kritische Würdigung der Schlussfolgerungen aus heutiger Sicht vorgelegt werden.

- Kampfmitteltechnische Erkundung zur Validierung sowie quantitativen und qualitativen Beschreibung der Kampfmittelbelastung insbesondere
 - Prüfung der Möglichkeiten einer geophysikalischen Detektion von Ansammlungen ferromagnetischer / metallischer Kampfmittel im ehemaligen noch zugänglichen Teil des Eisenbahnstollens und in den Auswurfmassen vor den Kammern 1 bis 3.
 - Testfelduntersuchung (z.B. vor Kammer 4) zur Prüfung des Kampfmittelinventars in den Ablagerungen im ehemaligen Eisenbahntunnel einschließlich Zustandsbeschreibung der Kampfmittel; die Untersuchungen sollen so durchgeführt werden, dass eine genaue Lage- und Zustandsbeschreibung aller (!) gefundenen Kampfmittel gewährleistet werden kann und dabei möglichst die Sohle des ehemaligen Eisenbahntunnels erreicht wird.
- Als ergänzende technische Untersuchungen werden zudem empfohlen
 - Wegen der festgestellten geologischen / gebirgstektonischen Verhältnisse (gegen das Tal einfallende Schichten, Hinweise auf Karsthohlräume im Gebirge oberhalb des ehemaligen Eisenbahntunnels (aufgefundene, große Bruchstücke von Stalaktiten), große, offenstehende Zerrüttungszonen) sollte die Stabilität des Gebirges im Hinblick auf die für möglich gehaltenen Ereignisse und mögliche Sekundärschäden in einem geologisch/geotechnischen Gutachten untersucht und überprüft werden.
 - Bestimmung der Auswurfmassen vor den Kammern 1 bis 3 mit Hilfe einer Lidarvermessung
- Die Ergebnisse der vertiefenden Historisch-genetischen Rekonstruktion, der Technischen Erkundung und der ergänzenden technischen Erkundungen bilden die Grundlage für die abschließende Gefährdungsabschätzung. Diese sollte u.a. noch berücksichtigen
 - Versuch einer Modellierung der notwendigen Energien, um den Zusammenbruch des Gebirges vor den Kammern 1 bis 3 und den zugehörigen Auswurfmassen zu erzielen; Zurückrechnung auf Explosivstoffmassen bei Detonationen / Deflagrationen
 - Modellierung der Auswirkung möglicher zukünftiger Ereignisse liegenschaftsintern und liegenschaftsextern (Wohnbebauung, Verkehrsinfrastruktur etc.)



Dr.-Ing. Kay Winkelmann
Beratender Ingenieur



Dipl.-Geol. Mathias Muckel
Beratender Ingenieur

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

9

Anlagen:

- Tabelle relevante Archivunterlagen Bundesarchiv Bern mit Zugänglichkeit
- Liste Selbstdetonationen und Unfälle mit Kampfmitteln (bereits während des Ortstermins übergeben)

~~VERTRAULICH~~

Mathias Muckel
Diplom-Geologe
Beratender Ingenieur
Unabhängiger Sachverständiger

Schlüsselblumenweg 30
30519 Hannover

☎ +49 (163) 544 34 34
@ mm.haj@web.de

armasuisse Immobilien

Ehem. Munitionslager Mitholz

Gefährdungsabschätzung

Zwischenbericht Nr. 1

04.04.2018

10