

# **Beurteilung der Risikoanalyse VBS 2022**

## Ehemaliges Munitionslager Mitholz

Bericht E 28/22

**Berichtersteller:**

J. Schneider

**Mit Beiträgen von:**

M. von Ramin

**Projektleiter:**

M. von Ramin

Juni 2022  
Efringen-Kirchen

## **Beurteilung der Risikoanalyse VBS 2022**

Ehemaliges Munitionslager Mitholz

Bericht E 28/22

Auftraggeber	Bundesamt für Umwelt, Abteilung Gefahrenprävention, Sektion Störfall- und Erdbebenvorsorge
Projekt-Nr. (EMI)	10-11000
VS-Einstufung	keine

**Diese Studie wurde im Auftrag des BAFU verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.**

### **Berichtersteller:**

---

Dr. J. Schneider  
Gruppenleiter – Gefährdungs- und Risikoanalyse

### **Projektleiter:**

---

Dr. M. von Ramin  
Abteilungsleiter –  
Risikomanagement und baulicher Schutz

---

Prof. Dr.-Ing. habil. S. Hiermaier  
Leiter des Ernst-Mach-Instituts

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Wichtigste offene Punkte aus der Beurteilung zum Zwischenbericht zur RA VBS 2022</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Historische Untersuchungen</b>	<b>9</b>
<b>4</b>	<b>Risikobeurteilung IST-Zustand</b>	<b>11</b>
4.1	Technische Untersuchung zur Detonationsübertragung zwischen Fliegerbomben	11
4.2	Ereignisanalyse: Wahrscheinlichkeit der Detonation einer vorgegebenen Anzahl an 50 kg Fliegerbomben	12
4.3	Geplante tiefergehende Untersuchungen	13
4.4	Wirkungsanalyse	14
4.5	Expositionsanalyse	14
4.6	Risikoberechnung und -bewertung IST-Zustand (2021/22)	15
<b>5</b>	<b>Risikoentwicklung</b>	<b>16</b>
5.1	Temporäre Verfüllung und Kratertrümmerwurf	17
5.2	Dimensionierung und zeitlicher Ablauf der Voraus- und Schutzmaßnahmen	18
5.3	Schutzbauten Bahn und Straße	19
5.4	Sicherheits- und Evakuationsperimeter	19
5.5	Eventualplanung Überdeckung	19
<b>6</b>	<b>Fazit</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Referenzen</b>	<b>24</b>

# 1 Einleitung

Im 2. Weltkrieg wurde in Mitholz (Gemeinde Kandergrund, Kanton Bern) ein unterirdisches militärisches Munitionslager gebaut. Im Jahr 1947 kam es darin zu Explosionen. Explodiert war ein Teil der eingelagerten rund 7000 Bruttotonnen Munition. Die bei dem Ereignis nicht explodierte Munition konnte anschließend teilweise geräumt werden. Aufgrund einer Schätzung befinden sich in den eingestürzten Anlageteilen und im Schuttkegel davor heute dennoch weiterhin rund 3500 Bruttotonnen Munition mit mehreren hundert Tonnen Sprengstoff.

Der Schlussbericht der Risikoanalyse zum ehemaligen Munitionslager Mitholz des VBS vom 27. September 2018 [1], welcher unter Einbezug einer Experten-Gruppe erarbeitet wurde, kam zum Schluss, dass, ausgehend vom ehemaligen Munitionslager Mitholz, ein nicht akzeptables Risiko für die Bevölkerung inkl. der Verkehrsteilnehmer auf der Bahn und der Straße nach den Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung (StFV) [2, 3] besteht.

In der VBS Risikoanalyse 2020 [4] wurde sowohl der IST-Zustand, aufgrund neuer Erkenntnisse aus technischen Untersuchungen, als auch die Risikoentwicklung in Bezug auf die damals aktuelle Räumungs- und Maßnahmenplanung neu beurteilt. Aufgrund der darin niedriger eingeschätzten Übertragungswahrscheinlichkeiten zwischen den 50 kg Fliegerbomben und damit verbundenen tieferen Eintrittswahrscheinlichkeiten für ein Szenario bestimmter Größe wurden in [4] die Risiken des Ist-Zustands neu im »Übergangsbereich« (zwischen akzeptablem und nicht-akzeptablem Bereich) angegeben.

Im »Zwischenbericht Risikoanalyse VBS 2022« [5] wurde in Vorbereitung zur VBS Risikoanalyse 2022 [6] der Stand der Arbeiten zum Zeitpunkt 08/2021 dokumentiert und dem BAFU/KL Bern und EMI zu einer ersten Beurteilung [7] übermittelt.

Die vorliegende Beurteilung bezieht sich auf die Risikoanalyse (RA) VBS 2022 mit Stand 1.4.2022 [6] einschließlich Anlagen (und Addendum vom 3.5.2022 [6], siehe unten), welche auf dem Zwischenbericht zur RA VBS 2022 [5] aufbaut und aufgrund vertiefter Untersuchungen und neuer Erkenntnisse aktualisiert wurde. Explizit werden mit dem vorliegenden Dokument die offenen Punkte aus der Beurteilung des Zwischenberichts zur RA VBS 2022 aufgegriffen, welche als noch nicht abschließend gelöst zu betrachten waren resp. sind. Identische Aspekte und Aussagen zwischen dem Zwischenbericht zur RA VBS 2022 [5] und der zur Beurteilung vorliegenden RA VBS 2022 [6] werden an

dieser Stelle nicht erneut aufgegriffen. Zusätzlich wird aufgrund von nachträglichen Planungsänderungen im Bauprogramm das Addendum zur RA VBS 2022 mit Stand 3.5.2022 bewertet. Ausgehend davon, werden die ausgewiesenen Risiken zum IST-Zustand als auch im Rahmen der weiteren Entwicklung vor dem Hintergrund der Voraus-, Schutz- und Räumungsmaßnahmen durch das Fraunhofer EMI eingeordnet.

## 2 Wichtigste offene Punkte aus der Beurteilung zum Zwischenbericht zur RA VBS 2022

Im vorliegenden Kapitel werden die aus der Sicht des EMI wichtigsten, damals offenen Punkte aus der Beurteilung des Zwischenberichtes zur RA VBS 2022 [7] dargelegt und mit den neuen Inhalten der RA VBS 2022 [6] abgeglichen.

Im Fazit der Beurteilung E 20/22 zum Zwischenbericht RA VBS 2022 wurden die folgenden Punkte a bis g festgehalten bzw. zur vertieften weiteren Abklärung mit dem Ziel einer möglichen weiteren Eingrenzung von Unsicherheits- und Streubereichen empfohlen [7]. Sie werden nachfolgend als Zitate gekennzeichnet. Es sollten:

- a. »Validierungen der numerischen Simulationen und der Extrapolation gem. angenommenem Skalierungsgesetz mit einer signifikanten Anzahl von Versuchsergebnissen bezüglich der Übertragungsdistanz durchgeführt werden.«

Aus Sicht des EMI wurden Validierungen der numerischen Simulationen an den konkreten ortsbezogenen Parametern in Mitholz mit entsprechend notwendiger statistischer Relevanz noch nicht durchgeführt. Konkretisierungen in Bezug dazu vgl. Punkt g.).

- b. »Detaillierte Beschreibungen des kontinuierlichen Modells zur Bestimmung der Häufigkeit von Munitionsnestgrößen unter Berücksichtigung der von BAFU/EMI/KL Bern am 1. Juni 2021 beim VBS eingereichten Bemerkungen [8] und eine nachfolgende Validierung des Modells erfolgen
- c. Parameterstudien zum verwendeten Modell der Munitionsverteilung, die Ableitung eines Streu- oder Unsicherheitsbereiches, sowie die Berücksichtigung dessen in der Risikoberechnung durchgeführt werden (siehe auch Aktennotiz zur Besprechung vom 9. Juni 2021 [8]).
- d. Der Nachweis der Übertragbarkeit der Versuche und Modellansätze auf den Fall Mitholz, z.B. in Bezug auf den Bodensimulans<sup>1</sup>, das Modell zur

<sup>1</sup> Berücksichtigung der Homogenität resp. Heterogenität mit Hohlräumen und der Dichte des Bodensimulans.

Munitionsverteilung sowie die Korrektur der Übertragungsdistanz erbracht werden (»Mean Field Theory«)« (siehe Abschnitt 4.2).

Die Dokumentation (b.) des »kontinuierlichen Modells« zur Bestimmung von Munitionsnestgrößen wird mit der vorliegenden RA VBS 2022 aus Sicht des EMI als ausreichend adressiert bewertet. Das Fraunhofer EMI sieht das mathematische Modell als zielführend an, mangels genauerer Kenntnisse vor Ort, eine bessere Einordnung möglicher Munitionsverteilungen und Munitionsnestgrößen vornehmen zu können. Als durch technische Untersuchungen abgesichert, kann das Modell nicht gelten, dafür basiert es auf zu vielen ungesicherten Hypothesen. Des Weiteren wird die Sensitivität (c.) des Modells gegenüber den gewählten Eingangsparametern im Anhang I der RA VBS 2022 [6] umfangreich dargestellt. In der vorliegenden RA VBS 2022 [6] werden Streubereiche der abgeleiteten Risiken (W/A-Diagramme), basierend auf den o.g. Parameter- und generellen Modellunsicherheiten, zwar nicht explizit ausgewiesen, implizit aber über den oberen Streubereich, definiert über die deutlich konservativeren Annahmen aus den Risikoanalysen 2018 und 2020, berücksichtigt [9]. Insbesondere bewerten wir die Unsicherheiten in Bezug auf die kritische Übertragungsdistanz (d.), relevant für die Massendetonationsfähigkeit und somit die angenommenen Ereignisgrößen, als grundlegenden Eingangsparameter des kontinuierlichen Modells als nicht umfassend genug dargelegt. So wird die Vergleichbarkeit des Bodensimulans mit der Situation in Mitholz weiterhin nicht aufgezeigt und quantifiziert. Die Korrektur der Übertragungsdistanz wird zwar als mathematisch nachvollziehbar bewertet, jedoch kann hier erst ein experimenteller oder physikalisch basierter Nachweis abschließend Klarheit verschaffen und die vorhandene Streubreite an Unsicherheiten gesichert reduzieren. Eine scharfe Abgrenzung (auf Zentimeter-Ebene) der kritischen Übertragungsdistanz halten wir für nicht zielführend. Entsprechende Unsicherheiten müssen in den Streubereichen ausgewiesen werden, wie das jedoch auch hier implizit über die Streubereiche, basierend auf den Summenkurven der vorangegangenen Risikoanalysen 2018 und 2020, der Fall ist.

- e. »Wenn immer möglich, [müssten] technische Untersuchungen zur Eingrenzung von Parameterräumen durchgeführt werden (mit dem Ziel der Reduzierung der Unsicherheits- und Streubereiche).«

Technische Untersuchungen (e.) werden nach wie vor als einzig mögliche Quelle angesehen, Unsicherheitsbereiche (Modell-, Szenarien- und Parameterunsicherheiten), und somit die Streubereiche der berechneten Risiken, deutlich zu reduzieren (vgl. Abschnitt 4.1).

- f. »Generell [müssten] vertiefte technische und teilweise historische Untersuchungen zum Zustand der Munition, den Munitionsmengen und Munitionverteilung im Bahnstollen durchgeführt werden, um die Ereignisgröße

und Wahrscheinlichkeit fundiert einzugrenzen, um Risiken berechnen und Maßnahmen ableiten zu können.«

Die geplanten technischen Untersuchungen (Sondiergrabungen, Analyse des Zustands der Munition) werden als zielführend eingeschätzt, deren Ergebnisse – und somit Relevanz für die berechneten Risiken – liegen zum momentanen Stand jedoch noch nicht zur Beurteilung vor. Um eine fundierte Aussage, ausgehend von diesen Untersuchungen, treffen zu können, wäre eine statistisch relevante Menge an Daten auszuwerten. Die durchgeführten vertieften historischen Untersuchungen werden zum besseren qualitativen Verständnis des Ereignisablaufs begrüßt (vgl. Abschnitt 3).

- g. »Andere Munitionssorten und zündfähige Munitionskörper dicht bei einer 50 kg Fliegerbombe als Übertragungsträger [müssten] berücksichtigt werden, welche zu größeren Übertragungsdistanzen führen können [8].«

Wie zuvor genannt, wird die kritische Übertragungsdistanz als wesentlicher Parameter im »kontinuierlichen Modell« in Bezug auf mögliche massendetonationsfähige Munitionsnestgrößen angesehen. Die bislang durchgeführten Untersuchungen decken die Situation vor Ort in Mitholz jedoch nur teilweise ab bzw. basieren auf nicht genügend validierten Modellannahmen. Unter anderem konnte der Einfluss anderer Munitionssorten und zündfähiger Munitionskörper auf Übertragungsdistanzen und Massendetonationsfähigkeit nicht experimentell nachgewiesen werden.

Dass die neu berechneten Risiken der Risikoanalyse RA VBS 2022 [6] aufgrund neuer Analysen und Erkenntnisse tiefer zu liegen kommen als in den vorangegangenen Risikoanalysen 2018 und 2020 können wir generell anerkennen und ist aus Sicht des EMI plausibel dargelegt. Wo die Risiken der RA VBS 2022 unter Berücksichtigung der Streubereiche der Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4] aber tatsächlich liegen, können wir aufgrund der vorhandenen Unsicherheiten und der Schwierigkeit bei der definitiven Bestimmung der Inputparameter nicht beurteilen. Um die nun über die Ergebnisse aus den Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4] ausgewiesenen oberen Streubereiche in den Risikosummenkurven gesichert weiter nach unten eingrenzen zu können, halten wir technische Untersuchungen weiterhin für erforderlich. Ob ein weiteres Eingrenzen der Streubereiche sinnvoll ist, sollte aus unserer Sicht durch das VBS entschieden werden. Aus Sicht des EMI sollte der Fokus auf die Planung der schadensreduzierenden Maßnahmen gelegt werden – auch mit Blick auf die zur Verfügung stehenden Ressourcen und die fortschreitende Umsetzung des Projekts zur Räumung der Anlage Mitholz.



### 3 Historische Untersuchungen

Im Hinblick auf Differenzen zwischen den historischen Dokumenten, z.B. bzgl. Munitionsinventar, Ereignisverlauf und möglichen verbliebenen Restmengen an umsetzungsfähigen Munitionsartikeln, wurde eine VBS-Arbeitsgruppe »Historische Untersuchung« zur erneuten Sichtung und Analyse, auch von bislang nicht berücksichtigten Dokumenten, gegründet. Mit der vorliegenden RA VBS 2022 [6] wurden die historischen Untersuchungen im Vergleich zum Stand des Zwischenberichts zur RA VBS 2022 [5] deutlich ausgeweitet.

Die Analysen der zusätzlichen Dokumente werden zum besseren Verständnis der Ereignisabläufe 1947 begrüßt; mögliche Ereignisszenarien sind aus Sicht des EMI plausibel in der RA VBS 2022 dargelegt, auch wenn andere denkbare Ereignisszenarien nicht widerlegt werden. Gleichzeitig stehen sich die dargestellten Abläufe innerhalb der Risikoanalyse VBS 2022 teilweise gegenüber. So wird zum einen erwähnt, dass sich Munition »infolge der Explosionen in/vor KI-III tendenziell in die Kammern verschoben hat«, während an anderer Textstelle »Restmunition sich gleichmäßig über den gesamten Stollen im Erdreich verteilt hat«. Dem gegenüber stehen zusätzlich und weiterhin die Annahmen aus den Risikoanalysen 2018 und 2020, in welchen davon ausgegangen wird, dass sich »Munition infolge der Explosion in den Bahnstollen und in den Spalt neben dem Bahnsteig geschoben hat« sowie »es größere Munitionsnester in den Sektoren C und D gibt« [1, 4]. Die in der RA VBS 2022 dargestellten Explosionsabläufe können nicht alle Fragen klären.

Neben diesen jeweils plausibel dargelegten Szenarien ist die bestehende Dokumentation aus der Zeit nach dem Unglück 1947 bekanntlich lückenhaft, die Aussagen (z.B. Bilanz Eichenberger) sind als mit Unsicherheiten behaftet zu verstehen sowie teilweise widersprüchlich (siehe auch [7]). Auch im Schlussbericht und Antrag des Untersuchungsrichters vom 8. Mai 1949 wird erwähnt, dass »Allgemein sei nur festgestellt, dass, als die Katastrophe einmal in vollem Gange war, ein wildes Durcheinander von gewaltigen zerstörenden Kräften geherrscht haben muss. Alles dies nachträglich mit Sicherheit zu analysieren, ist eine Aufgabe, die über unser Können ging, zumal auch Zufälligkeiten, die niemand erfassen konnte, weitgehend mitgespielt haben mögen.« (S. 13, Dokument 01-001 als Anlage zu [1]).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass vertiefte historische Untersuchungen neue, plausible Szenarien zu Verbleib und Verteilung von Munitionsartikeln aufzeigen und somit den Streubereich möglicher Szenarien eingrenzen können, mit dem Ziel, eine qualitative Bewertungsgrundlage zu schaffen. Der tatsäch-

liche Ablauf und dementsprechend die Verteilung und der Verbleib von Munition innerhalb der Anlage, können jedoch nicht als abschließend geklärt betrachtet werden. Ein Ausschluss von Annahmen zur Lage, Menge und Verteilung verbleibender Munition, wie z.B. in vorangegangenen Risikoanalysen angenommen, wird ohne weitergehende technische Untersuchungen vor Ort als schwer begründbar eingeschätzt. Die wesentlichen Unsicherheiten werden aus Sicht des EMI voraussichtlich erst nach Abschluss der Räummaßnahmen ausgeräumt sein, so dass bis zu diesem Zeitpunkt auch weitere als die in [6] nun dargestellten Ablaufszenarien zumindest nicht auszuschließen sind.

## 4 Risikobeurteilung IST-Zustand

Für die aktualisierte Risikobewertung zum derzeitigen Ist-Zustand wurden seit den Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4] im Zwischenbericht zur RA VBS 2022 [5] tiefergehende technische Untersuchungen und Simulationen zu den Übertragungsmöglichkeiten und -distanzen sowie des Weiteren Modelle zu möglichen Munitionsnestgrößenhäufigkeiten und entsprechenden Eintrittswahrscheinlichkeiten abgeleitet.

Dass die Risiken aufgrund der neuen Erkenntnisse und vertieften Analysen zum Stand von 2022 tiefer sein könnten als in den vorangegangenen RA 2018 [1] und RA VBS 2020 [4] angenommen, wird unsererseits grundsätzlich anerkannt. Insbesondere da nachvollziehbar dargelegt wird, dass auch in der RA VBS 2022 an vielen Stellen plausibel von konservativen Annahmen (z.B. Menge an Munition, Ablagerungsvolumen) ausgegangen wird. Gleichzeitig kann aufgrund bekannter Unsicherheiten in den angesetzten Modellen, deren möglicherweise nicht immer gegebene Übertragbarkeit auf die Situation in Mitholz sowie die Unsicherheiten in den Szenarien und Eingangsparametern, der obere Streubereich in den Risikosummenkurven (aufgespannt über die berechneten Risiken aus den Risikoanalysen 2018 und 2022 [9]) nicht vollständig ausgeschlossen werden. Folglich kann damit nicht gesichert ausgeschlossen werden, dass die vorhandenen Risiken weiterhin auch im nicht-akzeptablen Bereich oder im Übergangsbereich nach den Beurteilungskriterien zur StFV [3] liegen können, wo sie 2018 [1] und 2020 [4] noch ausgewiesen wurden. Die noch wesentlichen offenen Punkte aus Sicht des Fraunhofer EMI sind nachfolgend dargelegt.

### 4.1 Technische Untersuchung zur Detonationsübertragung zwischen Fliegerbomben

Das Vorgehen zur möglichen Ableitung einer kritischen Distanz der Detonationsübertragung zwischen 50 kg Fliegerbomben über den Kaliberdurchmesser wird aufgrund der vorliegenden Dokumentation seitens EMI als zielführend eingeschätzt. Dennoch stehen sowohl (i) der finale Vergleich zwischen den Bodenparametern des Bodensimulans und der inhomogenen Bodenbeschaffenheit vor Ort noch aus. Der Einfluss unterschiedlicher Bodenparameter (z.B. Dichte, Korngrößen, Festigkeiten, Heterogenität, Lufteinschlüsse) auf die Übertragungsdistanz konnte mit den vorliegenden technischen Untersuchungen nicht aufgezeigt werden. Hierzu wären, wie bereits im Bericht E20/22 [7] dargelegt, die Bodeneigenschaften vor Ort mit denjenigen in den Versuchen

und denjenigen in den numerischen Simulationen darzustellen und zu vergleichen. Ergänzend könnte über eine Sensitivitätsanalyse der Bodenparameter im numerischen Modell deren Einfluss auf die Übertragungsdistanz gezeigt werden.

Auch eine Validierung des angenommenen Skalierungsgesetzes zur Übertragungsdistanz bzw. die Numerik über den gesamten Datenbereich (bis 20 cm Kaliber) [10] steht weiterhin aus. Die daraus resultierende Unsicherheit muss in der Eintrittswahrscheinlichkeits- sowie Risikoberechnung berücksichtigt werden und ist in den dargestellten Streubereichen oder auch in der Ableitung der neuen Risikosummenkurven 2022 nicht quantifiziert.

#### **4.2 Ereignisanalyse: Wahrscheinlichkeit der Detonation einer vorgegebenen Anzahl an 50 kg Fliegerbomben**

Für Plausibilitätsüberprüfungen oder überschlägige Berechnungen liefert das »kontinuierliche Modell« als Weiterentwicklung des vom EMI zur Plausibilitätskontrolle beschriebenen Modells zur Wahrscheinlichkeitsabschätzung von Munitionsnestern bestimmter Größe [11] wichtige Anhaltspunkte. Die Sensitivität der Eingangsparameter (Volumen, Übertragungsdistanz, Anzahl Munitionskörper) ist im Anhang I der RA VBS 2022 umfassend aufgezeigt. Daraus ist insbesondere erkenntlich, wie sehr sensitiv das rechnerische Modell zur Herleitung von Ereigniswahrscheinlichkeiten auf die Übertragungsdistanz reagieren kann. Für die Störfallvorsorge sind örtliche Bereiche mit hohen Sprengstoffdichten relevant. In diesen Bereichen hat eine Veränderung der Übertragungsdistanz im Wertebereich einzelner Zentimeter signifikante Auswirkungen auf die errechnete Eintrittswahrscheinlichkeit. Für die Ableitung von Eintrittswahrscheinlichkeiten, die einen singulären Wert und nicht einen vollständigen Wertebereich vorgeben, und damit verbunden die Ableitung von Risiken und konkreten Handlungsmaßnahmen und Auslegungsdetails, halten wir einen rein analytischen, modellbasierten Ansatz für nicht geeignet (siehe Protokoll zur Sitzung zur Disposition der VBS RA 2022 [12]). Auch der vollständige Wertebereich der sich aus den Parameterunsicherheiten ergebenden Risiken wird nicht quantifiziert.

Aus Sicht des Fraunhofer EMI ist insbesondere der bislang rein rechnerische Nachweis zu den Masseneffekten sowie zur Berücksichtigung anderer Munitionssorten nicht ausreichend und müsste an wesentlichen Stellen experimentell validiert werden, um stichhaltige Aussagen und Eingrenzungen von Parameterräumen durchführen zu können.

Gleichzeitig sind das vorgestellte Modell sowie dessen gewählte Eingangsparameter (welche wiederum teilweise lediglich auf Modellannahmen basieren und nicht vollständig experimentell validiert wurden) von enormer Bedeutung, da sämtliche berechneten Ergebnisse (Risiken) und daraus abgeleiteten Maß-

nahmen darauf aufbauen. Daher ist es unbedingt erforderlich, Unsicherheiten in den Modellen und Parametern konsequent in der Risikoberechnung nachzuvollziehen und entsprechend in den Streubereichen der Risiken auszuweisen. Explizit werden diese Unsicherheiten innerhalb der Risikoanalyse VBS 2022 [6] nicht nachvollziehbar in den W/A Diagrammen aufgezeigt, implizit jedoch über die plausibel als konservativ dargelegten Risiken der vorangegangenen Risikoanalysen 2018 [1] und RA VBS 2020 [4] berücksichtigt.

Eine Reduktion dieses oberen Streubereichs der Risiken ist nach Einschätzung des EMI nur über tiefere Modell- und Parametervalidierungen und insbesondere durch technische oder experimentelle Untersuchungen, welche bisherige Annahmen eindeutig bestätigen oder widerlegen, möglich. Wenn die damals ausgewiesenen Eintrittswahrscheinlichkeiten der RA VBS 2018 und 2020 als widerlegt zu betrachten sind, müssten aufgrund der bekannten Szenarien-, Modell- und Parameterunsicherheiten konsequent konservativ getroffene Annahmen (insbesondere Übertragungsdistanz) zur Ableitung eines quantitativ begründeten und abgesicherten oberen Streubereichs herangezogen werden.

### 4.3 Geplante tiefergehende Untersuchungen

In der Risikoanalyse RA VBS 2022 werden geplante weitergehende Simulationen zum Ereignisablauf sowie technische Untersuchungen erwähnt. Eine klare Eingrenzung des Streubereiches der ausgewiesenen Risiken oder eine Ableitung von Maßnahmen, die sich aus den mit den drei dort genannten angestrebten Ergebnissen auf die berechneten Risiken ergäben, ist noch nicht möglich. Wir schätzen die geplanten Arbeiten ein, wie folgt:

- Numerische Simulationen zum Ereignisablauf: Diese werden begrüßt, ersetzen aber keine technischen Untersuchungen vor Ort zum besseren Lageverständnis bzw. müssen entsprechend validiert sein. Dafür ist die Kenntnis der Örtlichkeit zum Zeitpunkt des Unglücks 1947 notwendig, was äußerst schwierig sein könnte. Ergebnisse liegen bisher nicht zur Beurteilung vor.
- Simulation zur Bestimmung einer kritische Sprengstoffmasse: Auch die Planung dieser wird begrüßt, die Ergebnisse werden jedoch erst für Herbst 2022 in Aussicht gestellt und können damit nicht in die RA VBS 2022 einfließen.
- Sondiergrabungen: Sondiergrabungen zur Einschätzung der Munitionsverteilung werden seit einiger Zeit seitens BAFU und EMI als zielführend angesehen und immer wieder gefordert, wenn es

darum gehen soll, bisherige Annahmen hierzu zu belegen oder zu widerlegen. Dass nun Sondiergrabungen durchgeführt werden sollen, wird entsprechend ausdrücklich begrüßt. Mögliche Ergebnisse werden jedoch erst nach Einreichung der RA VBS 2022 vorliegen. Die Schlussfolgerungen aus der RA VBS 2022 werden damit nicht durch Sondiergrabungen beeinflusst.

Vor dem Hintergrund der starken Sensitivität des Modells zur Herleitung von Ereigniswahrscheinlichkeiten in Bezug auf die Wahl der Parameter und entsprechend damit der starken Sensitivität der Ergebnisse später berechneter Risiken stellt sich die Frage, ob die Parameter tatsächlich so eng eingegrenzt werden können oder ob der Bereich möglicher Szenarien nicht ausgeweitet und entsprechend konservative Annahmen übernommen werden sollten. Allgemein wird die Durchführung technischer Untersuchungen aus Sicht des EMI positiv eingeschätzt. Diese Untersuchungen sollten ergebnisoffen erfolgen, d.h. nicht durchgeführt werden, um »nur« bisherige Annahmen explizit zu bestätigen, sondern ggf. auch zu widerlegen; in jedem Fall werden die technischen Untersuchungen aber dazu dienen, die bisherigen mit Unsicherheiten behafteten Annahmen besser abzusichern.

#### 4.4 Wirkungsanalyse

Die in der Risikoanalyse VBS 2022 [6] dargestellte Wirkungsanalyse und somit die berechneten Ausmaße sind, wie auch schon im Zwischenbericht zur RA VBS 2022 [5, 7], aus Sicht des EMI unter Berücksichtigung der Gültigkeit der Modellannahmen grundsätzlich plausibel dargestellt. Es gibt jedoch geringfügige Inkonsistenzen bei den gewählten Modellannahmen: Die »kratersichere Felsumlagerung« nach TLM Teil 2 [13] ist für größere Ladungsmengen (3 t, 10 t) nun nicht immer gegeben. Vor allem vor dem Hintergrund, dass nun im Gegensatz zu den vorhergehenden Risikoanalysen die Munitionsnester nicht mehr an den in den Risikoanalysen 2018 und 2020 dargestellten »Hotspots« vermutet werden, müssten nun die geringsten vorhandenen Umlagerungshöhen angenommen werden.

#### 4.5 Expositionsanalyse

Die durchgeführte Expositionsanalyse entspricht aus Sicht des EMI den Vorgaben nach TLM [13] und den bereits durchgeführten Analysen wie der RA VBS 2020 [4]. Neu im Vergleich zur RA VBS 2020 sind die dem angepassten Bauablauf entsprechenden Zahlen der Arbeiter, z.B. während der Vorbereitungsarbeiten.

#### 4.6 Risikoberechnung und -bewertung IST-Zustand (2021/22)

In der Risikoberechnung werden die Angaben aus der Ereignisanalyse (Eintrittswahrscheinlichkeit), dem Schadensausmaß (Wirkung) und der Exposition zusammengefasst, dargestellt und nach StfV [2] und WSUME [14] eingeordnet. Im Rahmen des vorliegenden Berichts wird – wie in den vorangehenden Beurteilungen – die Berechnung des kollektiven Risikos nach Störfallverordnung (W/A Diagramm) beurteilt.

Entsprechend der deutlich reduzierten Eintrittswahrscheinlichkeiten im Vergleich zu den VBS Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4], sind die berechneten Risiken nun entsprechend ebenso deutlich reduziert. Neu kommen aufgrund der niedrigen Eintrittswahrscheinlichkeiten die berechneten Risiken nun im akzeptablen Bereich nach den Beurteilungskriterien zur StfV [3] zu liegen.

Die Annahmen aus der Wirkungs- und Expositionsanalyse, und somit die Ergebnisse für die Schadensausmaße (Störfallwert A), sind aus Sicht des EMI als plausibel und konservativ zu bewerten.

Die extreme Sensitivität der Parameter zur Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit sowie der fehlende Nachweis der Übertragbarkeit der Modellansätze auf die Situation in Mitholz lassen aus Sicht des EMI noch keine Reduktion des oberen Streubereichs, definiert momentan über die Risikosummenkurven der Risikoanalysen 2018 und 2020, zu. Der noch im Management Summary der RA VBS 2022 dargestellte obere Streubereich aus dem W/A-Diagramm der RA 2018 (S. 5 in [6]) wird im Übrigen in den Darstellungen des entsprechenden Kapitels 3.3 [6] (und Kapitel 5 für den Verlauf der Risikoentwicklung) nicht mehr gezeigt. Wir gehen davon aus, dass das aus Gründen der Übersichtlichkeit geschieht und die zusammenfassende Darstellung aus dem Management Summary Gültigkeit besitzt.

## 5 Risikoentwicklung

Die Risikoentwicklung im Zuge der Vorausmaßnahmen und Vorbereitungsarbeiten, der Umsetzung der Schutzmaßnahmen und Schutzbauten, des Rückbaus der Fluh und während der Räumung ist in der RA VBS 2022 sehr umfassend adressiert über die Beschreibung der zugrundeliegenden Eintrittswahrscheinlichkeiten, Wirkungen (Schadensausmaße) und Exposition von Arbeitern und unbeteiligten Dritten.

Zum momentanen Kenntnisstand ist der beschriebene Risikoverlauf jedoch als vorläufig zu betrachten, da viele Detailfragen aufgrund der laufenden Planungen verständlicherweise noch nicht geklärt sind bzw. sich die Auslegung von szenarioverändernden und risikosenkenden Maßnahmen noch in der Planungsphase befinden. Unabhängig von diesem vorläufigen Charakter sind in Bezug auf die Wirkung (Schadensausmaß) und die Exposition die Annahmen als grundsätzlich plausibel einzuordnen, auch wenn sie in Teilen, wie nachfolgend beschrieben, im Rahmen der Detailplanung und Verfahren (militärische Plan-genehmigungsverfahren mit Umweltverträglichkeitsprüfung) jedoch noch der Nachschärfung resp. Vertiefung bedürfen.

Die Ereignisanalyse betrachtet darüber hinaus im Detail die Auswirkung der Vorausmaßnahmen, Vorbereitungsarbeiten, Schutzmaßnahmen, Schutzbauten, Räumung etc. bzw. der damit verbundenen Aktivitäten in den relevanten Bereichen auf die Eintrittswahrscheinlichkeiten. Das kann jedoch allenfalls qualitativ erfolgen, die gegebene Bezifferung ist daher aus Sicht des EMI mit Unsicherheiten behaftet zu verstehen, die jedoch keinen Eingang in die Darstellung der Risikokurven innerhalb der RA VBS 2022 [6] finden. Generell gilt hier, dass die Unsicherheiten in den Modellen und Parametern, wie sie für den IST-Zustand gelten, auch bei der Risikoentwicklung berücksichtigt werden müssten.

In der EMI Beurteilung E 20/22 des Zwischenberichts zur RA VBS 2022 [7] wurden Teilaspekte zu den Vorausmaßnahmen, Vorbereitungsarbeiten, Schutzmaßnahmen und Schutzbauten sowie Räumungsmaßnahmen mit deren Einfluss auf die Risikoentwicklung aufgegriffen. In dieser vorliegenden Beurteilung der RA VBS 2022 mit Stand 1.4.2022 [6] greifen wir lediglich neu hinzugekommene Aspekte oder Aktualisierungen gegenüber dem Zwischenbericht sowie die zwischenzeitlich beurteilten Aspekte der Dimensionierung der Vorausmaßnahmen und der Auslegung des Sicherheits- und Evakuationsparameters auf. Neue Aspekte ergeben sich bezüglich der Punkte »temporäre Verfüllung«, dem zeitlichen Ablauf der geplanten Maßnahmen sowie dem



Kriterium zum möglichen Wechsel zur Option einer Überdeckung, sollte die Räumung aus bestimmten Gründen abgebrochen werden müssen.

## 5.1 Temporäre Verfüllung und Kratertrümmerwurf

Die temporäre Verfüllung zur Herabsenkung der Wahrscheinlichkeit eines auslösenden Ereignisses durch Steinschlag während der Arbeiten an der Fluh kann zielführend sein. Des Weiteren wird die Verfüllung zur Wirkungsänderung während eines Ereignisses und Ausmaßreduktion (Krater- statt Stollentrümmerwurf) als ebenfalls möglicherweise zielführend angesehen. Es wird jedoch festgestellt, dass der Verfüllvorgang zum Erreichen der Risikominderung noch nicht abschließend aufgezeigt ist. Relevant hierbei sind u.a. (vgl. EMI Bericht E20/22 [7]):

- Materialität, Festigkeiten, Dichte
- Einbringvorgang
- Berücksichtigung der Möglichkeit von Setzungen auch langfristig nach dem Einbringen, sowohl durch das Verfüllmaterial als auch im Fels ausgelöst durch den Verfüllvorgang

Ob das für die Verfüllung gewählte Material Eigenschaften hat, welche die Anforderungen an Festigkeit, Dichte und Dämpfung während eines möglichen Steinschlags erfüllen, bleibt in der RA VBS 2022 offen. Ebenso ist weiterhin ungeklärt, wie das Material kraftschlüssig in Hohlräume eingebracht wird, wie nicht-zugängliche Hohlräume erreicht werden und wie der Abschluss der Verfüllungsarbeiten überprüft werden kann. Versuche zu geeigneten Materialien sind angekündigt worden [6, 9], die Darstellung in der RA VBS 2022 setzt jedoch voraus, dass eine entsprechende Verfüllung erreicht werden kann. Aus Sicht des EMI ist insbesondere wichtig, dass die Eignung nicht nur unter Laborbedingungen in kleinem Maßstab gezeigt wird, sondern auch in einer Umgebung, die den Örtlichkeiten in Mitholz ähnlich ist (Zerklüftung, Unebenheiten). Weiter muss dargestellt werden, dass das Einbringen der Verfüllung die derzeitige Gefährdung nicht erhöht. In diesem Zusammenhang ist die zeitliche Verschiebung der Vorausmaßnahmen auf die Zeit während oder nach der Verfüllung als kritisch zu sehen (vgl. Folgeabschnitt 5.2).

Um die Annahmen hinsichtlich der nun dargestellten Wirkungsanalyse Kratertrümmerwurf halten zu können, muss neben der möglichen baulichen Machbarkeit und der Wirksamkeit gegenüber Steinschlag auch gezeigt werden, dass die in [6] angenommene Ladungsdichte von  $50 \text{ kg/m}^3$  nach Verfüllung zutrifft oder unterschritten wird.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die dargestellte Risikominderung (Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit sowie des Schadensausmaßes) über eine temporäre Verfüllung als grundsätzlich zielführend angesehen wird, eine abschließende Beurteilung kann jedoch erst mit Vorliegen der geplanten Vorversuche (zur Verfüllung) und generell einem ausgeplanten Verfüllvorgang erfolgen.

## 5.2 Dimensionierung und zeitlicher Ablauf der Voraus- und Schutzmaßnahmen

Den Bemessungsdrücken für die Vorausmaßnahmen Hochdrucktor (15 bar), Stahlbetonpfropfen Süd und Notausgang (je 25 bar) sowie dem Verzicht auf einen Stahlbetonpfropfen im alten Bahnstollen kann das EMI, gestützt auf die Berechnungsgrundlagen des VBS vom 26. Januar 2022 [15] und 16. März 2022 [16], zustimmen.

Nach aktueller Planung gem. Addendum vom 3. Mai 2022 zur RA VBS 2022 werden die Vorausmaßnahmen Pfropfen und Hochdrucktor nun erst im Anschluss an die lokalen Sicherungsmaßnahmen Steinschlag im Bahnstollen (LSSB) und teils auch erst während oder nach der temporären Verfüllung umgesetzt. Das bedeutet, die Vorausmaßnahmen wurden im Vergleich zur früheren Planung im Zeitplan nach hinten verschoben. Aus Sicht des EMI wird damit der Zweck der Vorausmaßnahmen, die Begrenzung möglicher Schadensausmaße während der Arbeiten an der Anlage, nicht mehr erfüllt. Aus Sicht des EMI sollte der Zeitplan wieder dahingehend angepasst werden, dass die Vorausmaßnahmen vor Manipulationen an der Anlage bei den vermuteten Munitions-Hot-Spots abgeschlossen sind, um die allfällige Erhöhung der Gefährdung für die Bevölkerung und die Verkehrsteilnehmer zu mindern. Andernfalls wären die Risiken vor diesen Arbeiten, wie in der Risikoanalyse VBS 2022 auch beschrieben, mit zusätzlichen, organisatorischen Maßnahmen (Arbeiten während der Nacht, Sperren von Straße und Bahnlinie für gewisse Zeiten, Evakuierung der nächstgelegenen Häuser) vorgängig in den akzeptablen Bereich zu senken.

Die zeitliche Verschiebung des Abbaus der Fluh wird hingegen aus Sicht des EMI begrüßt. Aus unserer Sicht ist die Verschiebung auf eine Zeit nach Abschluss der Vorausmaßnahmen wie auch nach Fertigstellung der Schutzbauten für Bahnlinie und Straße im Sinn des Schutzes der Bevölkerung und uneteiligter Dritter erforderlich und entspricht vergangenen Forderungen des BAFU/EMI/KL Bern.

### 5.3 Schutzbauten Bahn und Straße

Die Dimensionierung der Schutzbaute für die Bahn in den zugrunde gelegten Gefahrenperimetern haben wir bereits bei der Beurteilung des Zwischenberichtes [7] als plausibel beurteilt.

Die Linienführung der Straße hat sich, verglichen mit derjenigen aus dem Zwischenbericht [5], geändert. Bei der Straße sind die Schadensausmaße nach wie vor deutlich kleiner als bei der Bahn und in der Regel im Bereich der nicht schweren Schädigung. Die Länge und Dimensionierung dieser Schutzbauten wird also nicht durch die Vorgaben aus der Störfallverordnung bestimmt, sondern aufgrund anderer Grundlagen wie z.B. den WSUME [14] oder politischen Anforderungen zur Offenhaltung des Verkehrsweges nach allfälligen Ereignissen.

### 5.4 Sicherheits- und Evakuationsperimeter

Aus Sicht Störfallvorsorge erachtet das EMI den Sicherheits- und Evakuationsperimeter als zweckmäßig. Eine schwere Schädigung nach den Beurteilungskriterien zur StFV kann nach der Umsiedelung der Personen im Sicherheitsperimeter während der Räumung ausgeschlossen werden. Zudem erachten wir die Festlegung des Sicherheitsperimeters, gestützt auf die individuellen Risiken gemäß den einschlägigen Weisungen [14] des VBS, im Licht einer Gesamtbetrachtung aller verwendeten Parameter als konservativ, also auf der sicheren Seite.

Ebenso wird der Evakuationsperimeter, gestützt auf die in der Risikoanalyse VBS 2022 zugrunde gelegten Wirkungsanalysen, als zweckmäßig, konservativ und somit auf der sicheren Seite erachtet.

### 5.5 Eventualplanung Überdeckung

Die Überdeckung als mögliche Rückfalloption, sollte die geplante Räumung aus »politischen, technischen Gründen oder aus Sicherheitsgründen nicht umgesetzt bzw. weiterverfolgt werden« [6] können, wird ebenfalls in der RA VBS 2022 diskutiert. Die seitens BAFU/EMI/KL Bern bereits in der Vergangenheit häufiger geforderte Formulierung von festen Kriterien, ab wann ein Umschwenken auf diese Eventualplanung erfolgt, geschieht nicht in der RA VBS 2022.

Aus Sicht des EMI ist für diese Eventualplanung eine Formulierung transparenter Kriterien weiterhin erforderlich. Damit einhergehend, wäre es notwendig, die Eventualplanung in vergleichbarer Tiefe wie die Planung für die Räumung zu betreiben, um im Fall eines Umschwenkens eine echte Handlungsalternative zu haben, bei der klar ist, wie die Überdeckung zum jeweiligen Zeitpunkt überhaupt umsetzbar ist und welche Auswirkungen sie zum jeweiligen Zeitpunkt in Bezug auf die Risikoentwicklung und die zu erwartenden Umweltbelastungen hat. Voraussetzung dafür ist, dass bei einem möglichen Abbruch der Räumung der Zustand der Anlage zu dem Zeitpunkt dokumentiert und beschrieben ist, so dass die möglichen Konsequenzen eines Umschwenkens klar sind.

Begrüßt wird die im Rahmen der Besprechung der Beurteilung der RA VBS 2022 [9] diskutierte Formulierung von »Nicht-Kriterien«, d.h. dem Aufstellen von möglicherweise eintretenden kritischen Zuständen, bei denen dennoch die Räumung weiterverfolgt wird und nicht auf die Eventualplanung der Überdeckung umgeschwenkt wird. Das ist bislang nicht erfolgt und damit nicht Teil der RA VBS 2022.

## 6 Fazit

Die Risikobetrachtung für den Ist-Zustand als auch die Phasen Vorausmaßnahmen, Vorbereitungsarbeiten, Schutzmaßnahmen, Schutzbauten und Räumung wurde in der Risikoanalyse RA VBS 2022 [6] detailliert dargestellt, viele Aspekte von vorangegangenen Empfehlungen wurden aufgenommen und umfassend adressiert.

Die Explosionsauswirkungen sind aus Sicht des EMI unter Berücksichtigung der Gültigkeit der Modellannahmen grundsätzlich plausibel dargestellt.

Die Risiken selbst sind im Vergleich zu den in den vorangegangenen Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4] berechneten Risiken aufgrund neuer Erkenntnisse und vertiefter Untersuchungen deutlich reduziert und werden unter Annahme der Richtigkeit der neuen Kenntnislage im akzeptablen Bereich nach den Beurteilungskriterien zur StFV [3] ausgewiesen. Gleichwohl können die Annahmen, die den Risikoanalysen 2018 und 2020 zu Grunde lagen, nicht vollumfänglich gesichert ausgeschlossen werden, so dass im Sinn des Vorsorgeprinzips weiterhin auch von möglichen Risiken im Übergangsbereich und im nicht-akzeptablen Bereich nach StFV ausgegangen werden muss.

Dass die neu berechneten Risiken der Risikoanalyse RA VBS 2022 [6] aufgrund neuer Analysen und Erkenntnisse tiefer zu liegen kommen als in den vorangegangenen Risikoanalysen 2018 und 2020, können wir generell anerkennen und ist aus Sicht des EMI plausibel dargelegt. Wo die Risiken unter Berücksichtigung der Streubereiche der Risikoanalysen 2018 [1] und 2020 [4] aber tatsächlich liegen, können wir aufgrund der vorhandenen Unsicherheiten und der Schwierigkeit bei der definitiven Bestimmung der Inputparameter nicht beurteilen. Um den oberen Streubereich der Risiken so einzugrenzen, dass man neu auf Grund mathematischer Berechnungen gesichert von einem akzeptablen Risiko ausgehen kann, fehlen zum momentanen Zeitpunkt weitergehende experimentelle Nachweise bzw. tiefergehende technische Untersuchungen. Höhere Risiken können somit zum aktuellen Stand nicht bedenkenlos ausgeschlossen werden, so dass die ursprünglichen konservativeren Annahmen der vorangegangenen Risikoanalysen 2018 und 2020 als oberer Streubereich zu verstehen sind, welche die Planung der Voraus-, Schutz-, und Räummaßnahmen erforderlich machen. Dass die Risikosummenkurven der RA VBS 2018 und 2020 gemäß Aussagen des VBS nach wie vor ihre Gültigkeit haben und sie die Basis für den aufgespannten Streubereich bilden (vgl. [9]) und nicht als durch die Risikosummenkurven der RA VBS 2022 widerlegt zu betrachten sind, wird in der RA VBS 2022 zum Stand 1.4.2022, insbesondere im Management

Summary, nicht deutlich herausgestellt. Aus Sicht des EMI beziehen sich die neuen Berechnungen und Aussagen in der RA VBS 2022 allein auf die neuen Erkenntnisse und widerlegen nicht vorhergehende Annahmen.

Des Weiteren basiert die RA VBS 2022 aus Sicht des EMI auf zum Teil vorläufigen Annahmen und Zwischenergebnissen, die durch noch ausstehende Untersuchungen seitens des VBS belegt werden sollen. Der »vorläufige« Charakter der Risikoanalyse erlaubt somit keine abschließende Bewertung der für 2022 neu dargestellten Risiken sowohl im Ist-Zustand als auch über die Maßnahmenphasen. Risiken, als Grundlage für weitere Maßnahmen, werden jedoch in der RA VBS 2022 sowohl für den Ist-Zustand als auch die Phasen der Umsetzung der Vorausmaßnahmen, Vorbereitungsarbeiten, Schutzmaßnahmen und der Räumung mit den vorläufigen Annahmen und Zwischenergebnissen berechnet und quantitativ ausgewiesen. Die dargestellten Ergebnisse und Risiken sind zum momentanen Stand deshalb als vorläufig und als mit entsprechend großen Unsicherheiten behaftet zu bewerten, welche aber über die Gültigkeit der früher berechneten Risiken (RA VBS 2018 und 2020) implizit abgebildet sind. So hat das VBS z.B. den Sicherheits- und Evakuationsperimeter wie auch die Dimensionierung der Schutzbauten für die Bahnlinie und die Straße im Licht der Unsicherheiten auf die konservativen Ergebnisse der Risikoanalyse VBS 2018 abgestützt, was das EMI im Sinn des Vorsorgeprinzips, der Planungssicherheit und der vorgängig gemachten Aussagen begrüßt.

Für eine fundierte und abschließende Risikoanalyse und -Risikobewertung müssten die Streubereiche sowohl die Unsicherheiten in den historischen Dokumenten als auch die Modell- und Parameterunsicherheiten umfassen und entsprechend konservative Annahmen zur Maßnahmenableitung herangezogen werden. Wie bereits in der Besprechung mit den VBS-Experten vom 9. Juni 2021 diskutiert [8], stellen die Größe des möglichen Parameterraums und die vielen Unsicherheiten bei der Modellierung der Eintrittswahrscheinlichkeiten und der angenommenen Munitionsmenge und Munitionsverteilung eine auf einer Modellberechnung von Eintrittswahrscheinlichkeiten basierende Risikoberechnung – und damit Entscheidungsgrundlage für Schutzmaßnahmen – in Frage. Sobald genügend abgesicherte Erkenntnisse vorliegen – sofern sie erreichbar sind – ist keine Modellierung von Wahrscheinlichkeiten mehr notwendig, da zu dem Zeitpunkt das Wissen dann größtenteils vorliegt. Die geplanten Analysen und Untersuchungen werden dennoch weiterhin als zielführend und begrüßenswert angesehen, um die Situation während der Arbeiten bis 2040 direkt beurteilen zu können. Die geplanten zukünftigen Untersuchungen sollten aus Sicht des EMI ergebnisoffen erfolgen, d.h. das Ziel dieser technischen Untersuchungen darf nicht die Bestätigung der getroffenen Annahmen sein, sondern die Vertiefung von Wissen, auch wenn die getroffenen Annahmen im Anschluss noch einmal angepasst werden müssen.

Vor dem Hintergrund der großen Unsicherheiten bei den Ereigniseintrittswahrscheinlichkeiten, den laufenden Planungen und Arbeiten sowie der Ungewissheit, ob technische Untersuchungen mit vertretbarem Aufwand überhaupt abschließend Klarheit zur Verteilung und Verbleib von Munition und deren Zustand (und somit zur Wahrscheinlichkeit von bestimmten Ereignisgrößen) verschaffen können, wird der derzeitige Fokus des VBS auf die Betrachtungen zur Reduktion möglicher Auswirkungen und Schadenausmaße als zielführend betrachtet.

Ziel sollte sein, die Schadenausmaße so weit zu reduzieren, dass sie im Bereich der nicht schweren Schädigung nach den Beurteilungskriterien zur StFV zu liegen kommen. Dadurch würde die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung im Bereich der schweren Schädigung nach Störfallverordnung entfallen. Im Bereich der nicht schweren Schädigung kommen die Kriterien der WSUME im Zuständigkeitsbereich des VBS zur Anwendung. Da ist hingegen die Wahrscheinlichkeitsbetrachtung nach wie vor relevant.

Als wichtig während der Fortführung der weiteren Planung und Vertiefung sehen wir folgende, nun in der RA VBS 2022 aus unserer Sicht noch nicht ausreichend beschriebenen, oder gegenüber vorhergehenden Planungen geänderte, Aspekte an:

- Die ausführliche Beschreibung der Verfüllungsarbeiten einschließlich des Nachweises, dass die Verfüllung durch ihre Materialität und Ausführung die nun angenommenen Eigenschaften hinsichtlich der Minderung der möglichen Explosionswirkungen erfüllt (vgl. Abschnitt 5.1)
- Die zeitliche Verschiebung der Vorausmaßnahmen Pfropfen und Hochdrucktor sollte wieder dahingehend verändert werden, dass die Vorausmaßnahmen vor Arbeiten in der Anlage bei den vermuteten Munitions-Hot-Spots ihre sichernde Funktion erfüllen können (vgl. Abschnitt 5.2)
- Die Eventualplanung »Überdeckung« hat bislang nicht die Tiefe, dass zu jeder Zeit, bzw. zu den in der RA VBS 2022, Abschnitt 6.1 [6] genannten Zeitpunkten, auf diese Eventualplanung umgeschwenkt werden kann. Gleichzeitig steht die Formulierung von Kriterien für ein Umschwenken oder »Nicht-Kriterien« für ein Festhalten an der Räumung noch aus (vgl. Abschnitt 5.5).

## 7 Referenzen

1. Kummer, P., Nussbaumer, P.: 1051/AA Risikoanalyse. Schlussbericht. VERSION 1.1. Bienz, Kummer & Partner AG; Risk&Safety AG (2018)
2. Schweizerischer Bundesrat: Verordnung über den Schutz von Störfällen (Störfallverordnung StFV) vom 27. Februar 1991 (Stand 1. August 2019). 814.012
3. BAFU: Beurteilungskriterien zur Störfallverordnung (StFV). Ein Modul des Handbuchs zur Störfallverordnung (StFV)., Umwelt-Vollzug Nr. 1807, Bern (2018)
4. Generalsekretariat VBS, Raum und Umwelt VBS: Ehemaliges Munitionslager Mitholz, Risikoanalyse VBS 2020, Bern (2020)
5. Generalsekretariat VBS, Raum und Umwelt VBS: Ehemaliges Munitionslager Mitholz. Risikoanalyse VBS 2022 – Zwischenbericht (2021)
6. Generalsekretariat VBS, Raum und Umwelt VBS: Ehemaliges Munitionslager Mitholz, Risikoanalyse VBS 2022 - Entwurf Stand 01.04.2022 mit Addendum vom 03.05.2022, Bern (2022)
7. Schneider, J.: Beurteilung der Risikoanalyse VBS 2022 Ehemaliges Munitionslager Mitholz. Stand 2.12.2021 mit Beurteilung Zwischenbericht Risikoanalyse VBS vom 31.8.2021, E 20/22. Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik - Ernst-Mach-Institut (EMI), Efringen-Kirchen
8. Hösli, M.: Aktennotiz Besprechung Modelldokumentation «Wahrscheinlichkeit der Detonation eines Munitionsnests einer bestimmten Grösse»(R472-1290) (2021)
9. Hösli, M.: Aktennotiz Zwischenbesprechung Beurteilung Risikoanalyse VBS 2022 vom 10. Mai 2022. Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Gefahrenprävention, Bern (2022)
10. Ramin, M. von: Rückmeldung Disposition VBS RA 2022 und Untersuchungskonzept. Abgestimmt mit BAFU und KL Bern. Präsentation zur Disposition VBS RA 2020 vom 5.5.2021. Fraunhofer EMI (2021)
11. Ramin, M. von, Schneider, J., Stolz, A.: Unterstützung Maßnahmenentwicklung und Maßnahmenbeurteilung ehem. Munitionslager Mitholz. Vorausmassnahmen, Variantenvergleich und VBS-Risikoanalyse 2020, E 41/20. Fraunhofer Ernst-Mach-Institut, EMI, Efringen-Kirchen (2020)
12. Hösli, M.: Aktennotiz Besprechung Rückmeldung Disposition VBS RA 2022 und Untersuchungskonzept. Referenz/Aktenzeichen: R472-1290 (2021)
13. Technische Richtlinien für die Lagerung von Munition (TLM). Teil 2 (Rev 2016) Sicherheitsbeurteilung von Munitionslagern (2017)
14. Schweizer Armee: Weisungen über das Sicherheitskonzept für den Umgang mit Munition und Explosivstoffen (WSUME) vom 1.1.2021 (2021)
15. Koch, A., Ubertini F.: Druckbelastung in der Anlage Mitholz: Modellversuche und Simulationen. Stand 26.01.2022, Cugy (2022)
16. Dynamic Phenomena GmbH: Druckbelastung in der Anlage Mitholz: Ergänzende Simulationen. Präsentation vom 16. März 2022, Cugy (2022)



## Verteiler

**Bericht Nr. E 28/22    Auflage: 3 + 1**

**Autor:** Schneider, J.  
**Beiträge:** von Ramin, M.  
**Titel:** Beurteilung der Risikoanalyse VBS 2022: ehemaliges Munitionslager Mitholz

**Interne Verteilung:**

Autor: Schneider, J.  
von Ramin, M.

**Bundesamt für Umwelt**

Abteilung Gefahrenprävention  
Sektion Störfall- und Erdbebenvorsorge  
z. Hdn. von Herrn Dr. Martin Merkofer  
3003 Bern  
Schweiz

3 Ex. + PDF