



tV (technische Vorgabe)

Stilllegung und Rückbau von Immobilien des VBS

Dokument-ID:	70147
Version:	02
Freigabedatum:	01.12.2006
Dokumenttyp:	tV
Ausgabedatum:	25.09.2015
Dokumenteigner:	Jauslin Markus

Hardcopies unterliegen nicht dem Änderungsdienst!

© Copyright by armasuisse, 3003 Bern

Inhaltsverzeichnis

1	Information zur technischen Vorgabe	6
1.1	Ziel der technischen Vorgabe	6
1.2	Geltungsbereich	6
1.3	Prozessmessgrößen	6
1.4	Kritische Erfolgsfaktoren	7
2	Verständigung	8
2.1	Abfall	8
2.2	Dispositionsbestand	8
2.3	Entsorgung	8
2.4	Rückbau	8
2.5	Stilllegung	8
3	Prozessablauf und Grundsätze	9
3.1	Vorbemerkungen	9
3.2	Prozessablauf	9
3.3	Allgemeine Grundsätze	10
3.4	Nachhaltige Entwicklung	11
3.5	Wirtschaftlichkeit	11
4	Vorstudien (Prozess B1)	13
4.1	Machbarkeitsstudie	13
4.1.1	Grundlagen	13
4.1.2	Standort- und Umfeldanalyse	13
4.1.3	Gebäudeschadstoffe	13
4.1.4	Verschluss- und Rückbauziele	13
4.1.5	Betriebswirtschaftliche Aspekte	14
4.2	Konzept	14
4.2.1	Rückbau und Stilllegung	14
4.2.2	Ver- und Entsorgungsleitungen	15
4.2.3	Strahlenbelastung	15
4.2.4	Historie	15
4.2.5	Rechtliche Aspekte	15
4.2.6	Projektpflichtenheft	16
4.3	Historische Untersuchung (belastete Standorte und Altlasten)	16
4.3.1	Arbeiten	16

4.4	Technische Untersuchung (belastete Standorte und Altlasten)	16
4.4.1	Arbeiten	17
5	Projektierung (Prozess B2)	18
5.1	Demontageplan	18
5.1.1	Arbeiten	18
5.2	Verschluss der Öffnungen	18
5.2.1	Arbeiten	18
5.3	Schutzmassnahmen	19
5.3.1	Allgemeines	19
5.3.2	Vermeiden von Erschütterungen	19
5.3.3	Vermeiden von Lärmemissionen	19
5.3.4	Vermeiden von Staub- und Gasemissionen	20
5.3.5	Bodenschutz	20
5.4	Entwässerungskonzept	20
5.4.1	Arbeiten	20
5.5	Entsorgungskonzept	20
5.5.1	Arbeiten	21
5.6	Rekultivierungskonzept	21
5.6.1	Arbeiten	21
5.7	Sanierungsuntersuchung und Sanierungsprojekt (Altlasten)	21
5.7.1	Arbeiten	21
5.8	Genehmigung Bauprojekt, Realisierungsentscheid und Auftrag für B3	21
6	Ausschreibung und Realisierung (Prozess B3)	22
6.1	Devis, Ausschreibung und Vergabe	22
6.1.1	Entsorgungskonzept	22
6.1.2	Entwässerungskonzept	22
6.2	Ausführung und Überwachung	22
6.3	Abnahme und Übergabe	22
6.4	Archivierung	23
7	Projektierungshinweise	24
7.1	Übersicht	24
7.2	Projektierungshinweise zur Geotechnik in unterirdischen Anlagen	24
7.2.1	Geologie und Hydrogeologie	24
7.2.2	Langzeitverhalten und Stabilität für unterirdische Anlagen	25
7.2.3	Naturgefahren für unterirdische Anlagen	25
7.2.4	Geotechnisches Arbeitsprogramm	26

7.3	Projektierungshinweise für Unterfelstankanlagen	28
7.3.1	Allgemeines	28
7.3.2	Gewässerschutz beim Rückbau	29
7.3.3	Arbeitssicherheit	29
7.4	Projektierungshinweise für Verkehrsanlagen	29
7.4.1	Vorbemerkung	29
7.4.2	Strassen und Wege	29
7.4.3	Brücken	30
7.4.4	Tunnel und Galerien	31
7.4.5	Eisenbahnanlagen	31
7.4.6	Standseilbahnen	31
7.4.7	Luftseilbahnen	32
7.5	Projektierungshinweise für technische Anlagen'	32
7.5.1	Starkstromleitungen, Niederspannungsleitungen, Fernmeldekabel, Trafostationen, Elektrizitätsverteiler	32
7.5.2	Wasserleitungen, Wasserfassungen, Wasserreservoir, Abwasserleitungen	33
7.5.3	Oberirdische Gebäudeteile	34
7.6	Projektierungshinweise für die Ausbildungs- und Betriebsinfrastruktur	34
7.6.1	Demontageplan	34
7.6.2	Demontage von bestimmten Objektteilen	34
7.6.3	Asbest	35
7.6.4	Schwermetalle	35
7.6.5	Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW)	36
7.7	Projektierungshinweise zur RS-Inventar	36
7.7.1	Grundsätze der Räumung	36
7.7.2	Alle mobilen Gegenstände sind herauszunehmen	36
7.7.3	Alle abbaubaren organischen Stoffe sind herauszunehmen	36
7.7.4	Schwermetallhaltige Gegenstände werden entsprechend ihrer Beschaffenheit und der allgemeinen Gewässerschutzsituation geräumt	37
7.7.5	Alle radioaktive Stoffe sind zu entfernen und zu entsorgen	39
7.7.6	Hinweise zur Erstellung der RS-Inventar	39
7.8	Projektierungshinweise zum Vollverschluss der Öffnungen	42
7.8.1	Haupteingang	42
7.8.2	Andere Ausgänge	43
7.8.3	Allgemeine Empfehlungen des KOMZ Natur	43
7.9	Projektierungshinweise für ein Entwässerungskonzept	44
7.9.1	Entwässerung während den Rückbauarbeiten (SIA Empfehlung 431)	44
7.9.2	Entwässerung im Endzustand	44
7.10	Projektierungshinweise für ein Entsorgungskonzept	44

7.10.1	Ausbauasphalt	45
7.10.2	Aushub	45
7.10.3	Bauschutt	45
7.10.4	Bausperrgut	45
7.10.5	Sonderabfälle	45
7.11	Projektierungshinweise für ein Rekultivierungskonzept	46
7.11.1	Richtlinien für die Rekultivierung	47
7.11.2	Landwirtschaftliche Nutzung	47
7.11.3	Waldwirtschaftliche Nutzung	47
7.11.4	Geschützte Pflanzen, Tiere und Lebensräume	48
8	Werkeigentümerhaftung	49
8.1	Allgemeines	49
8.2	Unfallverhütung durch Objektsicherung	49
8.3	Verbotstafeln, Warnhinweise und Haftungsausschlüsse	49
9	Grundlagen	50
9.1	Gesetzliche Grundlagen	50
9.2	Technische Abkürzungen	51
9.3	Weitere Abkürzungen	51
9.4	Mitgeltende Unterlagen des VBS	52
9.5	Unterlagen des Bundes	53
9.6	Normen, Wegleitungen und Empfehlungen	53
9.6.1	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA)	53
9.6.2	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)	53
9.6.3	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)	54
9.6.4	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva)	54
9.6.5	Andere Organisationen	54
9.7	Referenzen	54

1 Information zur technischen Vorgabe

1.1 Ziel der technischen Vorgabe

Diese Weisung legt die allgemeinen Grundsätze für den umweltgerechten Rückbau von Objekten des VBS fest. Sie dient den planenden Stellen als Leitfaden für das Vorgehen bei der Planung der Rückbau- und Stilllegungsarbeiten von Objekten sowie definiert die umweltrelevanten Arbeiten in den einzelnen Projektschritten. Die Weisung richtet sich an Projektleiter und beauftragte Planer, die Rückbau- und Stilllegungsprojekte durchführen. Sie stützt sich auf die Verordnung des VBS über die Ausserbetriebnahme von Immobilien des VBS, welche besagt:¹

- Immobilien, die nicht zum Gebrauch überlassen, vermietet, verpachtet, im Baurecht abgegeben oder verkauft werden können, werden rückgebaut oder stillgelegt und mit geringstem Aufwand unterhalten.
- Der Rückbau einer Immobilie erfolgt nur, soweit er (a) aufgrund vertraglicher oder gesetzlicher Pflichten erforderlich ist (b) wirtschaftlich ist oder (c) aufgrund übergeordneter Interessen notwendig ist.
- Wenn wesentliche ökologische Interessen beeinträchtigt würden oder wenn die Immobilie aus denkmalpflegerischer Sicht als erhaltenswert eingestuft ist, dann erfolgt vor dem Rückbau eine Interessenabwägung.

Die Weisung, deren Aufbau aus Figur 1 ersichtlich ist, verfolgt die nachstehenden Zielsetzungen:

- Der Rückbau erfolgt so, dass sowohl das Bauwerk und die verbleibenden Einrichtungen als auch die Abbrucharbeiten weder für Menschen noch für die Umwelt eine Gefahr darstellen.
- Der Rückbau erfolgt in Übereinstimmung mit den Vorschriften über die Arbeitssicherheit.
- Abfälle müssen entsprechend den geltenden Vorschriften (USG, VeVa, TVA) fachgerecht entsorgt werden.
- Altlasten im Sinne der AltIV werden saniert, weiterhin belastete Standorte in den entsprechenden Kataster eingetragen.
- Mit den Stilllegungsarbeiten sollen unter Berücksichtigung der Stilllegungskosten Einsparungen der Bewirtschaftungskosten erreicht werden.
- Die Rückbau- und Stilllegungsarbeiten haben so zu erfolgen, dass eine Minimierung bzw. Eliminierung der Werkeigentümerhaftung resultiert und die rechtlichen Verpflichtungen des Eigentümerversetzers eingehalten werden.

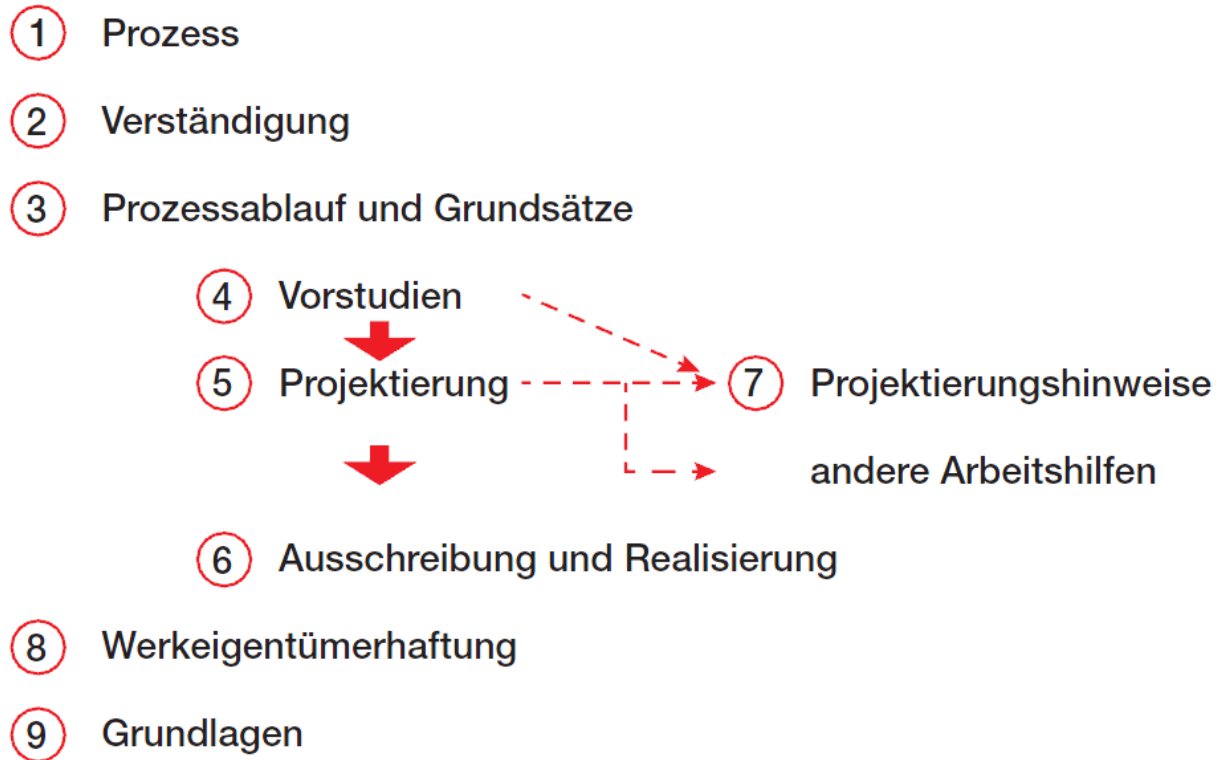
1.2 Geltungsbereich

Die Weisung hat für alle Teilrückbauten und Rückbauten von Immobilien des VBS Gültigkeit.

1.3 Prozessmessgrössen

Es wurden keine Prozessmessgrössen festgelegt.

¹ Die Verordnung ist vom Departement noch nicht erlassen.



Figur 1: Aufbau der technischen Weisung.

1.4 Kritische Erfolgsfaktoren

Es wurden keine kritischen Erfolgsfaktoren festgelegt.

2 Verständigung

2.1 Abfall

Bewegliche Sachen, deren sich der Inhaber entledigt oder deren Entsorgung im öffentlichen Interesse geboten ist. (Art. 7 Abs. 6 USG)

2.2 Dispositionsbestand

Der Dispositionsbestand umfasst diejenigen Objekte, welche im Besitz des VBS sind und nicht mehr zur Deckung von Aufgaben der Armee und der Verwaltung gebraucht werden. Von diesen überzähligen Objekten wird sich das VBS nach betriebswirtschaftlichen Grundsätzen trennen. Objekte im Dispositionsbestand werden stillgelegt, rückgebaut, an Dritte verkauft oder im Baurecht abgegeben. In Einzelfällen können Objekte an Dritte vermietet werden. (Immobilienhandbuch)

2.3 Entsorgung

Die Entsorgung der Abfälle umfasst ihre Verwertung oder Ablagerung sowie die Vorstufen Sammlung, Beförderung, Zwischenlagerung und Behandlung. Als Behandlung gilt jede physikalische, chemische oder biologische Veränderung der Abfälle. (Art. 7 Abs. 6^{bis} USG)

2.4 Rückbau

Der Rückbau erfolgt nach der Mieter-Teilräumung, der Streichung aus dem Anlageverzeichnis und der Objektrückgabe. Er umfasst in der Regel auch die vollständige Desarmierung und Ausräumung. Nach dem Vollzug des Rückbaus ist das betroffene Objekt entweder stillgelegt oder abgebrochen. (Immobilienhandbuch)

2.5 Stilllegung

Die Stilllegung erfolgt nach der Mieter-Teilräumung, der Streichung aus dem Anlageverzeichnis, der Objektrückgabe sowie der teilweisen oder vollständigen Ausräumung, so dass das betroffene Objekt den geltenden Umweltvorschriften für den Status Hüten entspricht. Für stillgelegte Objekte bleibt das VBS haftbar. Diese Verpflichtung wird mittels angemessener Objektsicherheit und mit minimaler Instandhaltung wahrgenommen. (Immobilienhandbuch)

3 Prozessablauf und Grundsätze

3.1 Vorbemerkungen

Bevor Objekte rückgebaut beziehungsweise stillgelegt werden, durchlaufen sie eine Reihe von Prozessen. Diese Arbeiten sind nicht Gegenstand dieser Weisung, sie werden jedoch nachfolgend vollständigshalber erwähnt.

- **Geschäftsfall Objektrückgabe:** Der Geschäftsfall Objektrückgabe des Immobilienhandbuchs VBS regelt die Rückgabe von Objekten des Mieters an den Eigentümervertreter. Für die Rückbau- bzw. Stilllegungsarbeiten wird vorausgesetzt, dass das Objekt ordnungsgemäss dem Geschäftsfall Objektrückgabe dem Eigentümervertreter zurückgegeben wurde. Ansonsten muss mit erheblichen Zeitverzögerungen und unnötigem Aufwand gerechnet werden.
- **Checkliste Objektbearbeitung Management Dispositionsbestand (MAD):** Die Checkliste Objektbearbeitung MAD dient als Hilfsmittel zur Portfolio-Segmentierung im Dispositionsbestand und stellt daher eine Grundlage für den Rückbau- bzw. Stilllegungsentscheid dar. Die ausgefüllte Checkliste mit den relevanten Unterlagen ist in die Projektierung einzubeziehen.
- **Checkliste für die Rückgabe respektive die Ausserbetriebnahme von Tankanlagen:** Die Checkliste für die Rückgabe und die Stilllegung von Tankanlagen dient der Kontrolle der vorschriftsmässigen Ausserbetriebsetzung und ist als Grundlage in die Projektierung zu integrieren.
- **Checkliste Umwelt Projektmanagement Immobilien:** Die Checkliste Umwelt Projektmanagement Immobilien dient der Identifizierung von umweltrelevanten Themen in Projekten von ar Immo. Die CL wird in den Prozessen Lösungsstrategie (P4) und dem Baumanagement (B1, B2, B3) angewendet. Die Checkliste ist auch für Rückbauprojekte anzuwenden und deren Hinweise sind in das Projekt zu integrieren.

3.2 Prozessablauf

Tabelle 1 zeigt den Prozessablauf für Rückbau- und Stilllegungsprojekte von ar Immo. Bei Altlasten sind die zusätzlichen Arbeiten gemäss Tabelle 2 notwendig.

Prozessablauf für Rückbau- und Stilllegungsprojekte. Abkürzungen: BM – Baumanagement (OE); CL Umwelt PM – Checkliste Umwelt Projektmanagement Immobilien; FM – Facility Management (OE); MAD – Management Dispositionsbestand (OE); OE – Organisationseinheit; SIP – Strategische Immobilienprojekte (OE).

Prozess	OE	Tätigkeit
P3 Strategisches Flächenmanagement	PFM	Zuteilung Objekt in Dispositionsbestand.
P4 Lösungsstrategie	MAD	<i>Feinsegmentierung:</i> (1) Im heutigen Zustand belassen; (2) Stilllegung; (3) Teilrückbau; (4) Rückbau mit Verschlussziel- und Rückbauziel. Verkaufsentscheid (CL Objektbearbeitung MAD).
P4 Lösungsstrategie	MAD	Auftrag an SIP.
P8 Strategisches Projektcontrolling	SIP	Auftrag zur Bearbeitung.
B1 Vorstudien	BM	<i>Machbarkeitsstudie:</i> Grundlagen, Standort- und Umfeldanalyse, Gebäudeschadstoffe, Verschluss- und Rückbauziele, betriebswirtschaftliche Aspekte.
B1 Vorstudien	BM	<i>Konzept:</i> Rückbau und Stilllegung, Ver- und Entsorgung, Strahlenbelastung, Historie, rechtliche Aspekte, Projektpflichtenheft. GS VBS: Vorprüfung MPV, Verfahrensentscheid, Entscheid GS.
P8 Strategisches Projektcontrolling	SIP	Genehmigung Rückbaukonzept und Pflichtenheft, Projektierungsauftrag (B2) an BM.

Prozess	OE	Tätigkeit
B2 Projektierung	BM	<i>Bau- und Auflageprojekt:</i> Demontageplan, Verschluss der Öffnungen, Schutzmassnahmen, Entwässerungskonzept, Entsorgungskonzept, Rekultivierungskonzept. GS VBS: MPV
B2 Projektierung	SIP	Realisierungsentscheid.
B3 Ausschreibung und Realisierung	BM	Devis, Ausschreibung, Vergabe. Ausführung und Überwachung. Abnahme und Übergabe. Erhaltungsstandard: Betriebsaufwand an FM melden. Archivierung
K9/K11 kaufmännische Bewirtschaftung	FM	Verträge kündigen und mutieren; Dokumente archivieren.

3.3 Allgemeine Grundsätze

- Plangenehmigungsverfahren: In der Regel wird ein Plangenehmigungsverfahren nach MG und MPV durchgeführt. Die gemäss AltIV und bezogen auf den Einzelfall notwendigen Untersuchungen bis zur Erarbeitung des Sanierungsprojektes werden im Rahmen der Vorprüfung durch das GS VBS erlassen, die Genehmigung des Sanierungsprojektes im Rahmen der Plangenehmigung. Falls nach Abschluss der Arbeiten das rückgebaute Objekt an einen zivilen Eigentümer übergeht, unterliegt das Projekt dem zivilen Baubewilligungsverfahren nach Art. 22 oder 24 RPG.

Altlastenbearbeitungen und -entscheide bei Rückbau- und Stilllegungsprojekten. Abkürzungen: BM – Baumanagement; OE – Organisationseinheit.

Prozessschritt	OE	Tätigkeit
B1 Vorstudien	BM	<i>Historische Untersuchung:</i> Erstellung falls ein Eintrag im KbS VBS vorliegt, mit Pflichtenheft technische Untersuchung, Auftrag und Vorgaben des GS VBS.
B1 Vorstudien	BM	<i>Technische Untersuchung:</i> Sanierungsbedarf gemäss GS VBS, evtl. Altlastendetailuntersuchung (Sanierungsziele GS VBS), Sanierungskonzept gemäss GS VBS. Entscheid Sanierungs- oder Überwachungsbedarf (GS VBS).
B2 Projektierung	BM	<i>Sanierungsuntersuchung:</i> Wahl der Sanierungsmethode. <i>Sanierungsprojekt:</i> Grundlage der Altlastensanierung, Genehmigung durch GS VBS im Plangenehmigungsverfahren.
B3 Ausschreibung und Realisierung	BM	Altlastensanierung. Dokumentation und Erfolgskontrolle (GS VBS).

- Information: Vor Beginn der Planungsarbeiten, spätestens jedoch beim Vorliegen des Verschluss-, Rückbau- oder Folgenutzungsziels, sind Kanton und Standortgemeinde zu informieren. Fallweise empfiehlt es sich, ebenfalls die Bevölkerung zu orientieren.
- Schlussinspektion: Vor dem Verschluss von grossen unterirdischen Anlagen sind die Objekte in der Regel vom GS VBS zusammen mit den kantonalen Umweltschutz- und Gewässerschutzbehörden zu inspizieren. Die Inspektion dient primär der Qualitätssicherung. Es ist zuhanden der zu archivierenden Akten ein Abnahme-Protokoll zu erstellen (Werkabnahme mit Unterschrift).
- Haftpflicht: Die Rückbau- und Stilllegungsarbeiten sind so auszuführen, dass der Eigentümervertreter mit keinen hohen Forderungen aufgrund der Werkeigentümerhaftung zu rechnen hat. Der Rückbau erfolgt so, dass beim Heimfall der Anlage an den Baurechtsgeber diesem keine übermässige finanzielle Belastung durch übergehende Haftungsansprüche entsteht.

- Dokumentation: Nach Abschluss des Rückbaus werden die Akten und Unterlagen gemäss Arbeitsanweisung Bauwerkakten archiviert. Dazu gehören die geologischen Unterlagen, die Anlagenpläne, die Unterlagen zur aktuellen Umweltqualität (Beweissicherung), der Entsorgungsnachweis, die historischen Aufnahmen, der Schlussbericht über den Rückbau, die Verschlussmassnahmen und die Checklisten und Pläne für spätere Kontrollgänge.
- Abfallentsorgung: Die Umweltkonformität des Rückbaus ist massgeblich davon abhängig, wie die geräumten Objektteile entsorgt werden. Da es sich hier im Wesentlichen um Bauabfälle handelt, wird die fachgerechte Entsorgung der Objektteile mit einem Entsorgungskonzept nach SIA 430 sicher gestellt (vgl. Kapitel 7.10¹, Bafu 2006b). Der Entsorgungsnachweis für die entsorgten Materialien ist den Bauwerksakten beizulegen.

3.4 Nachhaltige Entwicklung

- Nachhaltige Entwicklung ist die übliche Übersetzung des englischen Begriffes «sustainable development» und bezeichnet eine Entwicklung, die den Bedürfnissen der jetzigen Generation entspricht, ohne die Möglichkeiten künftiger Generationen zu gefährden. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte sind dabei mit der gleichen Wichtigkeit wie die Anliegen des Umweltschutzes zu verfolgen. Das Desinvestitionskonzept VBS basiert auf Grundsätzen, welche sich auf die Strategie der nachhaltigen Entwicklung abstützen.
- Teilrückbauten und Stilllegungen erfolgen rechtskonform und berücksichtigen die Umwelt,
- Teilrückbauten und Stilllegungen sind wirtschaftlich,
- Teilrückbauten und Stilllegungen erfolgen in Absprache mit den Kantonen und Gemeinden,
- Teilrückbauten und Stilllegungen geschehen systematisch,
- bauliche Massnahmen werden mit dem Grundeigentümer abgesprochen,
- Interessenabwägungen erfolgen am Einzelobjekt.

3.5 Wirtschaftlichkeit

Die Ausserbetriebnahme von Anlagen und Objekten erfolgt nach wirtschaftlichen Kriterien. Kostenrelevante Entscheidungen wie die Feinsegmentierung oder das Teilrückbauprojekt sollen immer auf ihre Wirtschaftlichkeit überprüft werden. Die Relevanz einer Entscheidung lässt sich dabei mit Hilfe von vier Faustregeln bestimmen:

- Faustregel 1: Liquidationsobjekte mit hohen Unterhaltskosten sind rasch zu bearbeiten.
- Faustregel 2: Liquidationsobjekte, welche grosse potenzielle Verkaufserlöse versprechen, sind rasch zu bearbeiten. Solche Objekte liegen typischerweise im oder in der Nähe des Siedlungsgebietes.
- Faustregel 3 (Königsweg): Sofern sich eine günstigere neue Variante der Ausserbetriebnahme anbietet, sind die «konventionellen» Handlungsmöglichkeiten immer in Frage zu stellen.
- Faustregel 4: Falls nur Handlungsmöglichkeiten existieren, welche als ähnlich günstig oder ungünstig zu beurteilen sind, so ist die Entscheidungsfindung rasch und pragmatisch.

Im Einzelfall ist es immer wieder notwendig die Wirtschaftlichkeit eines Rückbau- oder Stilllegungsvorganges zu überprüfen. Dies setzt jedoch voraus, dass auch tatsächlich verschiedene Varianten gesucht und deren Kosten geschätzt wurden. Ist dies geschehen, lassen sich die Varianten mit Hilfe der Kapitalwertmethode vergleichen. Dieses Verfahren ermöglicht den Vergleich von Handlungsmöglichkeiten, indem es den Gegenwartswert² von (wiederkehrende) Erträge und Aufwände berechnet. Mit anderen Worten können auf diese Weise beispielsweise Verkaufserlöse, Rückbauinvestitionen und periodisch anfallende Unterhaltsarbeiten einfach und rasch miteinander verrechnet werden. Der Gegenwartswert wird mit einer Diskontrate von 3% ermittelt.³ Bei Kosten-

¹ <http://www.abfall.ch/>

² engl.: «net present value»

³ Häufig müssen einzig gegenwärtige Rückbaukosten mit ewig jährlich wiederkehrenden Unterhaltskosten in Beziehung gesetzt werden. Dies geschieht sehr einfach, indem die jährlichen Unterhaltskosten mit dem Faktor 33 multipliziert werden.

ermittlungen ist meistens das Berücksichtigen aller anfallen Kosten wichtiger als die möglichst genaue Schätzung der erwarteten Kosten. So gehen beispielsweise Unterhaltskosten wie Kontrollaufwand, Inspektionen oder Gebühren vergessen.

4 Vorstudien (Prozess B1)

4.1 Machbarkeitsstudie

4.1.1 Grundlagen

Alle Unterlagen zum Objekt, welche bei ar Immo vorhanden sind, sind zu sammeln. Auch die Grundlagen zur Standort- und Umfeldanalyse sind bereit zu stellen.

4.1.2 Standort- und Umfeldanalyse

Die Standort- und Umfeldanalyse erfolgt mit der Checkliste «Umwelt Projektmanagement Immobilien» von ar Immo. Sie zeigt frühzeitig Schwierigkeiten des Rückbau- und Stilllegungsprojektes auf und trägt möglichen Sensitivitäten des Standortes oder des Umfeldes Rechnung.

4.1.3 Gebäudeschadstoffe

Bereits in der Machbarkeitsstudie ist das Rückbau- und Stilllegungsprojekt auf besondere beziehungsweise gefährliche Gebäudeschadstoffe wie Asbest oder PCB abzuklären.¹ Gebäudeschadstoffe können das Rückbau- und Verschlussziel in Frage stellen, Zusatzkosten zur Folge haben oder den Rückbauprozess zeitlich verzögern. Im Zweifelsfall ist immer ein Spezialist beizuziehen.

4.1.4 Verschluss- und Rückbauziele

4.1.4.1 Allgemeines

Beim Konzept des Verschlusses wird Klarheit geschaffen, was für ein Verschluss angestrebt wird beziehungsweise ob für Kontroll-, Unterhalts- oder Nachsorgearbeiten ein Zugang nötig ist. Eine dauernde Belüftung der Felshohlräume wird nicht gewährleistet. Ausnahmen sind denkbar (z.B. in erdgasgefährdeten Gebieten). Es ist eine natürliche Lüftung anzustreben. Der Verschluss der Öffnungen genügt auch den Ansprüchen des Natur- und Landschaftsschutzes. Die Aufrechterhaltung von Öffnungen für die Werksentwässerung richtet sich nach der Wassereinstauprognose. Ein allfälliger Fledermausschutz ist mit dem KOMZ Natur abzuklären (vgl. Kap. 7.8).

4.1.4.2 Verschlussziel bei grossen unterirdischen Anlagen

Bei unterirdischen Anlagen muss das Verschlussziel definiert werden. Man unterscheidet zwischen Voll- und Teilverschluss. Beim Vollverschluss werden die Teile der Öffnungen vollständig und stabil verschlossen, so dass sich eine Person selbst mit schwerem Werkzeug keinen Zugang mehr verschaffen kann. Beim Teilverschluss werden die Öffnungen so verschlossen, dass ein Zugang jeder Zeit möglich ist, um gemäss Voruntersuchung allenfalls erforderliche Kontroll-, Unterhalts- oder Nachsorgearbeiten durchführen zu können. Das Verschlussziel und der Endzustand der Anlage sind früh mit den zuständigen Stellen des Standortkantons abzustimmen.

4.1.4.3 Rückbauziel

Das Rückbauziel richtet sich nach der vorgesehenen Nachnutzung und berücksichtigt die Anforderungen des Umweltschutzes. Als Grundsatz gilt, dass schadstoffbelastete Materialien, soweit sie die Umwelt gefährden und dies ökonomisch tragbar ist, zu entfernen und gemäss ihrer Abfallkategorie zu entsorgen sind.

- Stilllegung: Das Objekt wird auf den optimalen Servicelevel gebracht. Mobiliar, loses Material und umweltgefährdende Stoffe werden ausgebaut, fachgerecht entsorgt und das Objekt ver-

¹ Vgl. beispielsweise die beiden Checklisten von ar Immo über «PCB in Fugendichtungen» und «Asbest in militärischen Bauten und Infrastrukturen».

schlossen. Die Instandhaltung ist ausgesetzt bzw. auf das absolute Minimum wie Kontrollgänge zur Überwachung beschränkt. Für den Zustand des Objekts mit geringstem Instandhaltungsaufwand wurde früher der Begriff «hüten» verwendet. In der SAP-Datenbank wird das Objekt mit dem Eintrag Dispositionsbestand D3 («stilllegen umgesetzt») geführt. Die Stilllegung umfasst auch den Teilrückbau.

- Rückbau: Im Rahmen eines geordneten Rückbaus wird das Objekt abgebrochen und umweltgerecht entsorgt. In der SAP-Datenbank wird das Objekt mit dem Eintrag Dispositionsbestand E3 («zurückgebaut») geführt.

4.1.4.4 Arbeiten

- Festlegen, wie die Eingänge zu verschliessen (Vollverschluss oder Teilverschluss) sind und ob Massnahmen zur Verminderung der Sichtbarkeit nötig sind oder nicht.

4.1.5 Betriebswirtschaftliche Aspekte

Die Machbarkeitsstudie dient als eine Grundlage für den Variantenentscheid. Sie erkennt grundlegende Probleme und schätzt die Kosten der verschiedenen Varianten ab. Wichtig ist beispielsweise eine gute Kenntnis der verbauten Materialien und die Beurteilung des Gefährdungspotenzials der vorhandenen Schadstoffe. Die finanzielle Beurteilung der Varianten – zum Beispiel Teilrückbau oder Stilllegung – erfolgt gemäss den Grundsätzen über die Wirtschaftlichkeit im Kapitel 3.5.

4.2 Konzept

4.2.1 Rückbau und Stilllegung

4.2.1.1 RS-Inventar

Für die Planung der Rückbau- und Verschlussarbeiten gilt das Prinzip, dass keine Teile im Objekt verbleiben dürfen, welche langfristig zu negativen Umweltauswirkungen führen können. In der RS-Inventar werden die nach der erfolgten Räumung noch verbliebenen Teile erfasst und es wird fallweise entschieden ob sie weiter verwendet, entsorgt oder belassen werden. Dazu ist objektweise zu entscheiden, ob die bis zu diesem Zeitpunkt nicht ausgeräumten schwermetallhaltigen Objektteile wie im Gebrauch stehende Kabel oder schwermetallhaltige Anstriche oder weitere mit Schadstoffen befrachtete Objektteile ebenfalls aus dem Objekt zu entfernen sind. Dieser Entscheid wird gestützt auf die allgemeine Gewässerschutzsituation getroffen. Falls sich das Objekt in einer Grundwasserschutzzone, einem Gewässerschutzareal oder in unmittelbarer Nähe zu einem genutzten Grundwasser oder Quelle befindet, ist mit detaillierten Abklärungen festzustellen, welche schwermetallhaltigen Teile im Objekt belassen werden dürfen, so dass langfristig eine Grundwassergefährdung ausgeschlossen werden kann. Im Zweifels- oder Streitfall ist dazu eine Expertise erstellen zu lassen. In Kapitel 7.7 sind Projektierungshinweise zum Erstellen der RS-Inventar enthalten.

4.2.1.2 Ausbildungs- und Betriebsinfrastruktur

Für die Planung der Rückbauarbeiten gilt das Prinzip, dass die einzelnen Objektteile umweltgerecht ausgebaut und entsorgt werden müssen. Deshalb wird in einem ersten Schritt das ganze Objekt erfasst und inventarisiert. Die Erstellung des Inventars erfolgt bei einer Begehung und Begutachtung des Bauwerkes. Dabei werden die relevanten Bauteile und ihre materielle Zusammensetzung, Beschichtung, Masse, Volumen, sowie ihre genaue Lage im Gebäude aufgenommen. Vorhandene Bauunterlagen werden im Hinblick auf die Festlegung der Abbruchtechnik ausgewertet. Im Weiteren sind die Art und Lage von Leitungen aufzunehmen. Anhand der erhobenen Daten können im Rahmen des Rückbaukonzeptes die Mengen der einzelnen Materialgruppen bestimmt werden. Dabei ist speziell auf Gebäudekontaminationen wie Asbest oder PCB zu achten.

4.2.1.3 Arbeiten

- Beschreiben des Objektes und Einteilung in Räumlichkeiten.
- Inventarisieren der Objektteile nach Zusammensetzung, Masse, Volumen sowie erfassen der genauen Lage in der Anlage.

4.2.2 Ver- und Entsorgungsleitungen

Ein Objekt ist mit dem Umfeld durch verschiedene Infrastrukturelemente verbunden. Dabei handelt es sich um Versorgungsleitungen für Elektrizität, Wärme, Gas, Wasser und Kommunikation, Entsorgungseinrichtungen (Abwassersysteme) sowie Zugangseinrichtungen wie Wege, Strassen, oder Bahnen. Bei einem vollständigen Rückbau müssen diese unterbrochen und rückgebaut werden. Aus diesem Grund braucht es eine mit den entsprechenden Fachstellen von ar Immo abgesprochene Planung für den Rückbau der einzelnen Infrastrukturelemente. Da bei den Bauarbeiten aber noch ein Minimum an Infrastruktur für die Sicherheit und die Baustelleninstallation benötigt wird, müssen entsprechende, auf den vorgesehenen Rückbauprozess abgestimmte Konzepte erstellt werden. Diese sind dann in der Bauprojektphase planerisch umzusetzen (vgl. Kapitel 7.5).

4.2.2.1 Arbeiten

- Erfassen der militärischen Ver- und Entsorgungssysteme, Verknüpfung mit dem zivilen Umfeld.
- Erarbeiten des Liquidationskonzepts der Übermittlungseinrichtungen.
- Abklären wie und wo die einzelnen Systeme unterbrochen werden können.
- Zusammenstellen der vertraglichen Verpflichtungen.
- Abklären ob die Systemteile ausserhalb des Objektes zu belassen oder rückzubauen sind.
- Bestimmen welche Systeme und Systemteile noch für den Bauzustand benötigt werden.

4.2.3 Strahlenbelastung

In Untertagebauten kann eine erhöhte Strahlenbelastung durch Radon bestehen. Grössere Untertagebauten, bei welchen später Bauarbeiter während mehr als drei Wochen untertags arbeiten, sind abzuklären. Dazu ist eine Messung der natürlichen Radioaktivität durch das KOMZ Strahlenschutz erforderlich.

4.2.4 Historie

Falls ein Objekt im ADAB oder HOBIM enthalten ist, dann muss in Absprache mit dem KOMZ Denkmalschutz eine Dokumentation erstellt werden.

4.2.5 Rechtliche Aspekte

Häufig sind in der Phase Vorstudien noch nicht alle rechtlichen Aspekte restlos geklärt. Dies trifft zum Beispiel immer wieder für technische Anlagen oder Verkehrsanlagen im Umfeld des Objektes zu. Solche Anlagen werden in der Regel gebietsweise – sogenannte Cluster, vgl. Kapitel 7.4.1 – ausser Betrieb genommen. Trotzdem ist es wichtig, dass vertragliche Verpflichtungen im Konzept festgehalten werden. Für den Umgang mit solchen gelten unter anderem die folgenden Grundsätze:

- **Rechtliche Grundlagen:** Die Werkeigentümerhaftung stellt in den meisten Fällen ein kleines Risiko dar. Die zivilrechtlichen Verpflichtungen sind genau zu prüfen. Verträge sind einzuhalten, jedoch ist armasuisse zu keinen Mehrleistungen verpflichtet. Eine militärische Anlage kann nur dann zivil umgenutzt werden, wenn die raumplanerischen Bewilligungen vorhanden sind.
- **Grundsätze zur Veräusserung:** Wird eine Anlage verkauft, so muss der neue Eigentümer nebst den Rechten auch die Pflichten übernehmen, so dass rechtlich und politisch nachträglich keine Forderungen gegenüber armasuisse Immobilien entstehen. In der Verkaufsurkunde sind Werkmängel, Gefahren, historische Ansprüche und Besonderheiten explizit zu nennen.
- **Heimfall:** Ziel ist, das Objekt dem Grundeigentümer zu übergeben. Mit Ausnahme von Kabelanlagen und Leitungen ist mit dem Grundeigentümer der Heimfall zu besprechen. Je höher die

Rückbaukosten sind, desto früher und aktiver soll ar Immo mit dem Grundeigentümer Lösungen erarbeiten.

- Externe Ansprüche und Interessen an den Anlagen: Nicht alle Interessen an einer Anlage beruhen auf einen rechtlichen Anspruch. Für den Verkauf einer Anlage ist es wichtig, möglichst viele Interessenten anzuschreiben. Ist keine Veräusserung möglich, muss genau abgeklärt werden, welches die minimalen rechtlich verbindlichen Ansprüche sind, die eingehalten werden müssen.

4.2.6 Projektpflichtenheft

Das Projektpflichtenheft umreisst die Projektierungsphase (Prozess B2) und ist die Grundlage für die eventuelle Ausschreibung des Projektierungsmandates.

4.3 Historische Untersuchung¹ (belastete Standorte und Altlasten)

Aufgrund der Kosten- und Zeitrelevanz ist den belasteten Standorten und Altlasten ein besonderes Gewicht beizumessen. In den Checklisten «Objektbearbeitung MAD» und «Umwelt Projektmanagement Immobilien» wird auf die Thematik eingegangen. Bei einem Eintrag im Kataster der belasteten Standorte (KbS) ist mit dem KOMZ Boden abzuklären, welche Untersuchungen bereits bestehen und wie das weitere Vorgehen zu wählen ist. Die notwendigen Untersuchungen sind mit dem GS VBS, als Aufsichtsbehörde, abzusprechen.

Bei einem Eintrag im KbS VBS muss in einem ersten Schritt eine historische Untersuchung gemäss AltIV durchgeführt werden. Das Ergebnis der historischen Untersuchung, allenfalls zusammen mit dem Pflichtenheft für eine technische Untersuchung, ist vor dem Entscheid der ar Immo über das Verschluss- und Rückbauziel dem GS VBS zur Beurteilung einzureichen. Es entscheidet über die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen.

4.3.1 Arbeiten

- Historische Untersuchung bei einem Eintrag im KbS: (1) Beschaffen und auswerten vorhandener Daten und Informationen, evtl. Befragung von Wissensträgern; (2) Standortbegehung mit Aufnahme und Beurteilung des Umfeldes wie Exposition der Schutzgüter Grund- und Oberflächenwasser oder Boden; (3) Erstellen einer Verdachtsmatrix und zugehörigem Plan mit Angaben zur Art und zum Zeitraum von umweltrelevanten Aktivitäten.
- Pflichtenheftes für die technische Untersuchung: Zur Abklärung der Überwachungs- oder Sanierungsbedürftigkeit des fraglichen Standorts.

4.4 Technische Untersuchung (belastete Standorte und Altlasten)

Für die Beurteilung der Sanierungsbedürftigkeit und der anzuwendenden Entsorgungsvorschriften beim Aushub wird gestützt auf die historische Untersuchung eine technische Untersuchung durchgeführt. Sie zeigt auf, welche Schutzgüter – Grund- und Oberflächenwasser, Boden Luft – von welchen Einwirkungen betroffen sind.

Die technische Untersuchung beinhaltet Sondierungen, Probenahmen und chemische Analysen. Die durchgeführte technische Untersuchung wird vom GS VBS geprüft. In der Stellungnahme des GS VBS zur technischen Untersuchung sind Vorgaben für das Vorgehen enthalten. Falls keine Belastungen festgestellt wurden, kann das GS VBS die Altlastenuntersuchung mit der Genehmigung der technischen Untersuchung abschliessen. Bei komplexen oder grossräumigen Verunreinigungen des Untergrundes oder des Grundwassers ist allenfalls eine Altlastendetailuntersuchung erforderlich, um das Ausmass der Verunreinigung oder die Gefährdung der Umwelt richtig einschätzen zu können.

¹ Die historische Untersuchung findet in der Regel vor den Vorstudien statt.

4.4.1 Arbeiten

- Durchführen der technischen Untersuchung.
- Ausführung von Sondierungen, Entnahme von Proben und deren chemische Analyse.
- Räumliche Darstellung der Schadstoffbelastung.
- Vergleich der Ergebnisse mit den gesetzlichen Bestimmungen: Beurteilung der Sanierungs- oder Überwachungsbedürftigkeit anhand der AltIV, Beurteilung der Behandlungs- und Entsorgungsmöglichkeiten anhand Bafu (1999) und TVA.
- Dokumentation.

5 Projektierung (Prozess B2)

5.1 Demontageplan

Um eine Verwertung, d.h. Wiederaufbereitung von Materialien bei Rückbaumassnahmen zu erleichtern, müssen die unterschiedlichen Materialien in verschiedenen Mulden und Behältern getrennt gesammelt werden. Mischmulden sind deshalb möglichst gering zu halten. Eine umsichtige Projektierung von Organisation und Baustelleneinrichtungen ist entscheidend für einen geordneten Rückbau (Mehrmuldenkonzept).

Der Unternehmer benötigt einen detaillierten Demontageplan. Voraussetzung zur Entwicklung eines Demontageplans sind die in der Vorstudienphase erlangten Kenntnisse über den Aufbau des Bauwerks, über Baustellengegebenheiten sowie über die anfallenden Stoffe (RS-Inventar). Im Demontageplan sind dann entsprechend den Gebäudegegebenheiten die Ausbautechniken unter Einbezug der notwendigen Arbeitssicherheitsvorkehrungen festzulegen. Weiter werden in einem Baustellenplan Lagerflächen für aussortierte Materialien festgelegt.

Die beim Rückbau anfallenden und sortierten Materialfraktionen sind gemäss Kapitel 5.5 zu entsorgen oder können, falls sie unverschmutzt sind, direkt an die Abnehmerbetriebe geliefert werden. Die kontaminierten Materialien müssen bis zum Vorliegen der notwendigen Entsorgungsunterlagen auf einem gesicherten Zwischenlager gemäss Art. 37 TVA gelagert werden.

5.1.1 Arbeiten

- Umsetzen der RS-Inventar in Arbeitsanweisungen und Beschreiben der einzelnen Arbeitsschritte.
- Beschreiben der Etappierung und der einzelnen Etappen.
- Beschreiben der Triagekriterien und -massnahmen mit evtl. durchzuführender Analytik.
- Örtliche Bestimmung und Beschreibung der Ausgestaltung der Zwischenlager (Art. 37 TVA).

Der Abbruch von Bauwerken erfordert eine detaillierte Abbruchplanung mit Auswahl des geeigneten Abbruchverfahrens. Dabei ist die Wahl des Abbruchverfahrens von verschiedenen Aspekten, wie den örtlichen Verhältnissen, der Konstruktion und den allfälligen Umweltbelastungen abhängig. Die Abbrucharbeiten sollten derart erfolgen, dass eine getrennte Erfassung und Verwertung sowie ordnungsgemässe Entsorgung der anfallenden Abfälle gewährleistet werden kann. Nur eine spezifische, objektbezogene Abbruchplanung gewährleistet eine wirtschaftliche und umweltgerechte Durchführung der geplanten Massnahmen.

Alternativ zur detaillierten Abbruchplanung kann das Abbruchobjekt beschrieben sowie die Rahmenbedingungen und die Zielvorgaben für den Abbruch definiert werden. Der detaillierte Abbruchvorgang wird anschliessend im Rahmen der Ausschreibung vom Unternehmer einverlangt. Vor der Vergabe ist die Gesetzeskonformität der detaillierten Abbruchplanung zu prüfen. Der Unternehmer wird verpflichtet die technischen Vorgaben einzuhalten und dies nachzuweisen.

5.2 Verschluss der Öffnungen

Die im Pflichtenheft bestimmten Verschlussarten werden nun für jede Öffnung einzeln projektiert. In Kapitel 7.8 sind Projektierungshinweise zum Verschluss der Öffnungen aufgeführt.

5.2.1 Arbeiten

- Bestimmen der Abmessungen und Aufbau der einzelnen Öffnungen durch Aufnahmen oder aus bestehenden Plänen.
- Bestimmen des konstruktiven Aufbaues der einzelnen Verschlüsse.
- Überprüfen der bautechnischen Machbarkeit.

5.3 Schutzmassnahmen

5.3.1 Allgemeines

Durch Rückbauarbeiten können Arbeiter, Dritte (Nachbarn, Infrastrukturanlagen) und Schutzgüter wie Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden, Luft gefährdet werden. Vor anstehenden Rückbauarbeiten sind deshalb die rückzubauenden und daran angrenzenden Bauteile auf ihren baulichen Zustand zu prüfen. Die Prüfung erstreckt sich insbesondere auf die Konstruktion, die Stand-sicherheit, die Art und den Zustand der Bauteile und die Art und Lage von Leitungen (Elektro-, Gas- und Wasserleitungen).

Bei der Erstellung des Rückbauprojektes ist auf die Vermeidung von Umweltbelastungen zu achten (Bafu 2001a, 2006a, 2009b). Bei der Erstellung des Bauprojekts ist ein Konzept für die Beweis-sicherung zu erstellen. Das Risiko infolge Schäden durch den Rückbau ist fallweise durch einen Fachmann abzuschätzen.

Für die Dauer der Rückbauarbeiten ist von der Unternehmung eine in konstruktiven Belangen fachkundige, stets auf der Baustelle anwesende Aufsichtsperson zu benennen. – Des Weiteren sind folgende Punkte zu gewährleisten:

- Festlegung eines sicheren Abbruchverfahrens;
- Abschirmung von Gefahrenbereichen;
- Bereitstellung der geeigneten Geräte und Fahrzeuge;
- Vorhalten von persönlichen Schutzausrüstungen;
- nach Beendigung der Rückbauarbeiten dürfen keine gefährlichen Stellen wie offene Gruben oder offene Zugänge in den verbleibenden Anlageteilen vorhanden sein.

Für die Rückbauarbeiten müssen Vorkehrungen betreffend Arbeitsschutz getroffen werden. Insbesondere ist die Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten in der BauAV zu beachten. Es ist ein Triagever-antwortlicher zu bestimmen, der beim Auftreten gefährlicher Stoffe Sofortmassnahmen wie Messungen, Analysen oder Sicherheitsmassnahmen anordnet. Bei besonders heiklen Rückbauten ist ein Sicherheitsbe-auftragter einzusetzen. Wichtig ist, dass bezüglich der speziellen Gefahren und deren Gegenmas-snahmen vor Inangriffnahme der Bauarbeiten eine obligatorische Information sämtlicher Beteiligten stattfindet. Geeignet ist die Aufnahme dieser Auflagen in die besonderen Bestimmungen der Sub-mission.

5.3.1.1 Arbeiten

- Erkennen und bestimmen von möglichen Gefahrensituationen für die Arbeiter.
- Erkennen und bestimmen von Gefahrensituationen für Dritte.
- Planen der nötigen Schutzmassnahmen sowohl technischer wie auch organisatorischer Art.

5.3.2 Vermeiden von Erschütterungen

Abbrucharbeiten mit schweren Maschinen oder Sprengungen erzeugen Erschütterungen und können Nachbarn beeinträchtigen. In diesem Fall ist auf Arbeiten, die grössere Erschütterungen hervor-rufen, zu verzichten oder die betroffenen Objekte sind zu überwachen (vgl. SN 640 312).

5.3.2.1 Arbeiten

- Abklären gefährdeter Objekte in der Nähe.
- Ausarbeiten eines Überwachungskonzeptes.

5.3.3 Vermeiden von Lärmemissionen

Abbruchverfahren können im Nahbereich einen erheblichen Lärmpegel erreichen. Der Lärm beein-trächtigt das Arbeitspersonal sowie bei dichter Bebauung eventuell auch Bewohner benachbarter

Gebäude. Gegebenenfalls sind Abbruchverfahren mit geringer Lärmemissionen zu wählen (vgl. Bafu 2006a).

5.3.3.1 Arbeiten

- Abklären gefährdeter Objekte.
- Erarbeiten von möglichen Massnahmen zur Lärmeindämmung und eines Informationskonzeptes für betroffene Personen.

5.3.4 Vermeiden von Staub- und Gasemissionen

Rückbauarbeiten können zu starken Staubentwicklungen führen. Betroffen sind das Arbeitspersonal und die Anwohner. Gleiches gilt auch für die allfällige Freisetzung von schädlichen Gasen. Bei der Anwendung solcher Verfahren, d.h. beim Auftreten von Emissionen, sind Massnahmen zu treffen, die sowohl das Personal als auch die Umgebung schützen (siehe Bafu 2009b).

5.3.4.1 Arbeiten

- Abklären gefährdeter Objekte.
- Erarbeiten von personellen und bautechnischen Schutzmassnahmen (Bewässerung etc.).

5.3.5 Bodenschutz

Bei Rückbauarbeiten mit schweren Maschinen besteht die Gefahr von Bodenverdichtungen im Kulturland. Zudem muss das Schutzgut Boden vor Verschmutzung durch Abbruchmaterialien geschützt werden (siehe auch Bafu 2001a).

5.3.5.1 Arbeiten

- Abklären gefährdeter Bereiche.
- Erarbeiten von personellen und bautechnischen Schutzmassnahmen (Baggermatratzen etc.).
- Generell sind Arbeiten im Bodenbereich für die Sommermonate zu planen.

5.4 Entwässerungskonzept

Abwässer stellen beim Rückbau häufig ein besonderes Problem dar. Im Arbeitsbereich und bei Materialdepots muss sichergestellt sein, dass keine schadstoffbelasteten Abwässer unkontrolliert abfliessen, versickern oder in eine Meteorwasserleitung gelangen können. Um dies zu verhindern, werden spezielle Installationen wie Stapelbecken oder Abscheidevorrichtungen vorgesehen. Schadstoffbelastete Materialien werden nach dem Abbruch vor Ort nur auf befestigten Sammelplätzen mit Kanalisationsanschluss zwischengelagert und umgeschlagen (analog Art. 37 TVA). Anfallende Wässer müssen die Einleitbedingungen in die Kanalisation gemäss GSchV erfüllen. Es sind Kontrollmessungen durchzuführen. Die Massnahmen für eine umweltgerechte Entwässerung der Baustelle sind im Entwässerungskonzept nach SIA 431 darzulegen (vgl. Kapitel 7.9).

5.4.1 Arbeiten

- Bestimmen der Qualität und Quantität der zu erwartenden Abwasserarten sowie des zeitlichen Anfalls der Abwässer.
- Fassung, Vorbehandlung und Entsorgung der Abwässer.
- Festlegen der notwendigen Kontrollmessungen.

5.5 Entsorgungskonzept

Die Abfälle sind fachgerecht zu entsorgen. Das heisst, sie sind durch Verwertung und umweltverträgliche Behandlung zu vermindern und dann umweltgerecht zu entsorgen.¹ Weitere Erläuterun-

¹ Eine Arbeitshilfe zum Erstellen des Entsorgungskonzeptes nach SIA 430 findet sich auf <http://www.abfall.ch/>.

gen sind im Kapitel 8.8 enthalten. Für den Umgang mit den einzelnen Materialfraktionen ist Bafu (2006b) zu berücksichtigen.

5.5.1 Arbeiten

- Erstellen einer Abfallliste (Art, Menge).
- Abklären noch brauchbarer Materialien für die Wiederverwertung.
- Erstellen einer Entsorgungserklärung.
- Planen von Sortieranlagen und Zwischenlager, Vorbereiten der Triage vor Ort.
- Planen der Abfallbewirtschaftung. Themen sind Abfallliste (Art, Menge), Sortierung, Transporte und Entsorgung (Verwertung, Verbrennung, Deponierung).

5.6 Rekultivierungskonzept

Welche Rekultivierungsmassnahmen getroffen werden, ergibt sich aus der – ebenfalls mit dem Grundeigentümer abzustimmenden – standortgerechten Folgenutzung. Im Vordergrund stehen dabei die landwirtschaftliche und die waldwirtschaftliche Nutzung. Im Kapitel 7.11 sind Projektierungshinweise zur Rekultivierung aufgeführt. Die Vorgaben des Natur- und Landschaftsschutzes sind zu beachten.

Falls auf das zurückgebaute Gelände eine Überbauung folgt, wird keine Rekultivierung benötigt. Das Gelände ist so herzurichten, dass es in einen baureifen Zustand gebracht werden kann. Allfällige Gruben sind aufzufüllen und gut zu verdichten (Fundationsschicht).

5.6.1 Arbeiten

- Erarbeiten eines Rekultivierungsprojektes.

5.7 Sanierungsuntersuchung und Sanierungsprojekt (Altlasten)

Mit dem Sanierungsuntersuchung und dem Sanierungsprojekt wird die optimale Methode zum Erreichen der festgelegten Sanierungsziele ermittelt und danach projiziert. Fallweise beinhaltet dies weitergehende Laboruntersuchungen aber auch Pilotversuche im Grossmassstab. Im Sanierungskonzept werden die Ökobilanz, die technische Machbarkeit, die Materialflüsse, die Kosten-Nutzen-Analysen sowie die Massnahmen zum Arbeitsschutz ausgearbeitet und dargestellt. Die Planung einer Altlastensanierung wird einem Spezialisten übertragen.

5.7.1 Arbeiten

- Evaluation der Sanierungs- und Sicherungsmethode mit den drei Kriterien technisch machbar, ökologisch sinnvoll und ökonomisch tragbar.
- Planen der Sanierungs- und Sicherungsarbeiten und der umweltgerechten Entsorgung der anfallenden Abfälle.
- Festlegen arbeitsschutztechnischer Massnahmen.
- Planen der Baureifmachung im Hinblick auf die zukünftige Nutzung.

5.8 Genehmigung Bauprojekt, Realisierungsentscheid und Auftrag für B3

Das Bauprojekt wird dem Fachbereich MAD zur Genehmigung unterbreitet. Ausserdem führt das GS VBS auf der Basis des Bauprojektes das militärische Plangenehmigungsverfahren (MPV) durch. Falls ein Standort einen zivilen Folgenutzer hat, sind in der Regel die zivilen Behörden für das Baubewilligungsverfahren zuständig.

6 Ausschreibung und Realisierung (Prozess B3)

6.1 Devis, Ausschreibung und Vergabe

Die Ausschreibung erfolgt nach den Vorgaben der Arbeitsanweisung Bauleistungen. Bei Altlastensanierungen ist für die Ausschreibung ein Altlastenspezialist beizuziehen. Besondere Gebäudeschadstoffe sind mit einem Spezialisten abzuklären. Für den umweltgerechten Rückbau bzw. Stilllegung haben die Ausschreibungsunterlagen zu enthalten:

6.1.1 Entsorgungskonzept

- Detaillierte Beschreibung des Bauwerkes und der darin enthaltenen Baustoffe;
- Arbeitsvorgang;
- Art und Menge allfälliger Sonderabfälle und schadstoffbelasteter Bauteile;
- voraussichtliche Menge der verschiedenen Materialgruppen und -fraktionen;
- Beschreibung der Sammelstellen inkl. Schutzmassnahmen gegen unkorrekte und unbefugte Benützung;
- Vorgaben zur Entsorgung;
- Resultate vorliegender chemischer Untersuchungen;
- Ausmassart.

6.1.2 Entwässerungskonzept

- Gewässerschutzbereiche, Grundwasserschutzzonen und -areale;
- Abwasserarten und -mengen;
- notwendige Vorbehandlungen und Vorreinigungen des Baustellenabwassers;
- Ableitungs-, Einleitungs- und Versickerungsmöglichkeiten mit allen bestehenden Abwasserleitungen;
- Notwendige Kontrollmessungen.

6.2 Ausführung und Überwachung

Der Plangenehmigungsbehörde muss vor Ausführungsbeginn der Zeitpunkt des Baubeginns mitgeteilt werden. Mit dem Beginn der Bauarbeiten wird der Bauunternehmer für die Baustelle verantwortlich. Bei Altlastensanierung erfolgt die Bauleitung durch den Altlastenspezialisten. Er überwacht und kontrolliert die altlastenspezifischen Arbeiten. Er sorgt dafür, dass alle Materialien gemäss ihrer Qualität behandelt und entsorgt werden, führt Kontrollanalysen durch und überwacht die arbeitssicherheitstechnischen Massnahmen.

Überwacht wird auch der Rückbau als solches. Dabei ist speziell auf die Abfalltrennung auf der Baustelle und die fachgerechte Entsorgung zu achten.

Bei den Verschlussarbeiten für sichtbare Öffnungen in landschaftsästhetisch sensiblen Gebieten empfiehlt es sich, für verschlossene Öffnungen die Möglichkeit einer Nachbearbeitung nach 2–3 Jahren vorzusehen. Damit lassen sich allfällige Verfärbungen oder andere Auffälligkeiten nachträglich noch beseitigen oder auf ein Minimum reduzieren.

6.3 Abnahme und Übergabe

Die Plangenehmigungsbehörde wird über die erledigten Auflagen informiert. Über allfällige Abnahmen entscheidet die Plangenehmigungsbehörde. Unterirdische Anlagen werden vor dem endgültigen Verschluss zusammen mit GS VBS, den zuständigen kantonalen und kommunalen Behörden sowie, sofern bekannt, mit dem Rechtsnachfolger begangen und protokolliert. Bei unterirdischen Anlagen, in denen spätere Kontrollgänge vorgesehen sind, wird zum Abnahmeprotokoll zusätzlich ein Plan für die vorgesehenen Kontrollgänge erstellt.

Bei Altlastensanierungen wird gemäss den Vorgaben des GS VBS durch Proben und Analysen überprüft, ob das festgesetzte Sanierungsziel erreicht wurde. Der Sanierungserfolg ist gegenüber dem GS VBS zu belegen. Allenfalls ist ein längerfristiges Grundwassermonitoring durchzuführen. Bei einfach gelagerten Sanierungsfällen kann die Abnahmeprüfung auch organoleptisch, d.h. mit den Sinnen durch eine ausgewiesene Fachperson erfolgen.

6.4 Archivierung

Dokumente, die eine erfolgreiche Abwicklung der Rückbauarbeiten nachweisen, Protokolle der erfolgten Abnahmen, der Entsorgungsnachweis, die Umfeldanalyse sowie andere Anlagedokumente gehören zu den wichtigen Bauakten und sind gemäss der Arbeitsanweisung Bauwerkakten zu archivieren. Anlagenpläne und -dokumente sind gemäss «Merkblatt des Archivdienstes VBS bezüglich der dem Schweizerischen Bundesarchiv anzubietenden Unterlagen» zu archivieren.

7 Projektierungshinweise

7.1 Übersicht

Die Tabellen 3 zeigt, welche Projektierungshinweise und welche zusätzlichen Arbeitshilfen für einen bestimmten Bautypen konsultiert werden.

Relevante Projektierungshinweise sowie wichtige zusätzliche Arbeitshilfen nach Bautypen (Spalten).

	Unterirdische Anlagen	Unterfelstankanlagen	kleine Kampf- und Führungsbauten	Technische Anlagen	Verkehrsanlagen	Ausbildungs- und Betriebsinfrastruktur			
7.2 Geotechnik in unterirdischen Anlagen	X	X							
7.3 Unterfelstankanlagen	X	X							
7.4 Verkehrsanlagen					X				
7.5 Technische Anlagen				X					
7.6 Ausbildungs- und Betriebsinfrastruktur						X			
7.7 RS-Inventar	X	X	X	X	X	X			
7.8 Vollverschluss von Öffnungen	X	X	X						
7.9 Entwässerungskonzept	X	X	X	X	X	X			
7.10 Entsorgungskonzept	X	X	X	X	X	X			
7.11 Rekultivierungskonzept	X	X	X	X	X	X			
Alvo-Behelf (VBS 2001)			X						

7.2 Projektierungshinweise zur Geotechnik in unterirdischen Anlagen

7.2.1 Geologie und Hydrogeologie

Es sind Grundlagen zu schaffen, welche insbesondere die standortspezifischen Anforderungen an das Rückbauprojekt aufzeigen und später helfen, standortangepasste Massnahmen zu treffen. Weiter dienen die Unterlagen als Beweissicherung für die Zukunft. Jede Anlage stellt spezielle Anforderungen an den Rückbau. Deshalb sind vor der Erarbeitung des Rückbauprojektes die geologischen und hydrogeologischen Eigenschaften des das Werk umgebenden Gebirges eingehender zu untersuchen.

7.2.1.1 Arbeiten

- Darstellung der grossräumigen geologischen Situation mit Grobcharakterisierung der auftretenden Fest- und Lockergesteine.
- Inventarisierung der vorhandenen Quell- und Grundwasserfassungen, Angaben zum Gewässerschutz, Übersichtskarte über alle Gewässerschutzaspekte.

- Modellhafte Darstellung der Wasserzirkulation zwischen der Festungsanlage und der nächsten Exfiltrationszone. Beschaffenheit und hydraulische Eigenschaften der Grundwasser führenden Gesteine.
- Beschreibung der geologischen und hydraulischen Eigenschaften des Gebirges.
- Ermitteln und Beurteilen des Flächengefüges, der Lage und Dimension der Hohlräume, der Mächtigkeit der Felsüberdeckung, der Stabilitätsverhältnisse in den Kavernen und im Bereich der Öffnungen.

7.2.2 Langzeitverhalten und Stabilität für unterirdische Anlagen

Um die langfristige Entwicklung (> 1000 Jahre) eines Objektes zu studieren, sollen vier relevante Szenarien und Ereignisse eingehender untersucht werden. Die daraus abgeleiteten Folgerungen beeinflussen Art und bauliche Ausgestaltung des Verschlusses.

7.2.2.1 Arbeiten

- Erarbeiten einer geotechnischen Pauschalprognose: Falls eine Anlage nicht sicher geschlossen werden kann, die Möglichkeit eines Tagbruchs nicht ausgeschlossen werden kann, und sich andere empfindliche Objekte wie Tunnel oder Siedlungen in der Nähe befinden, muss eine vertiefte geotechnische Abklärungen durchgeführt werden. Die Einzelheiten sind in Kapitel 7.2.4 aufgeführt.
- Wassereinstau: Als «worst case» muss angenommen werden, dass sich die Anlage mit der Zeit wasserdicht – zum Beispiel wegen Versinterung – verschliesst. Deshalb ist die Wasseraufnahmefähigkeit des Gebirges zu beurteilen und es sind Massnahmen zur Verhinderung eines Wassereinstaus vorzusehen. Ausserdem ist die damit einhergehende Veränderung der Stabilitätsverhältnisse zu betrachten.
- Hohlraumeinsturz: Vorgehen gemäss Kapitel 7.2.4. Bei Nichteinhaltung der Firstspannungen muss mit dem mittelfristigen Herausbrechen der versagenden Zugzone gerechnet werden. Dies kündigt sich durch wiederholtes Herabfallen einzelner Blöcke an. Dieser Versagensmechanismus dürfte vorwiegend bei im Vergleich zur Höhe breiten Hohlräumen wie Kavernen oder breiten Stollen mit abgeflachten Firsten auftreten. Das Versagen der Ulmen wird eher bei tiefliegenden Stollen, d.h. bei einem hohen allgemeinen Spannungsniveau auftreten. Beim kombinierten Auftreten dieser beiden Bruchmechanismen in schlechtem Gestein ist langfristig eine weitere Vergrösserung der niederbrechenden Firstzone nach oben möglich. Die Ausbildung eines Tagbruches kann bei Festgesteinen mittlerer bis guter Qualität – unverkleidete, grosse Felshohlräume deuten auf gute Felsqualität hin – ausgeschlossen werden. Alle beschriebenen Bruchvorgänge werden durch zusätzliche Einflüsse auf das Gebirge wie eindringendes Sickerwasser, chemische Auslaugung des Gesteins durch Wasser, Erdbeben, etc. gefördert.
- Bodenbewegungen: Die Stabilitätsverhältnisse im Bereich der Öffnungen und der künstlichen Aufschüttungen für Zufahrtswege, Vorplätze oder früheren Ablagerungen sind zu beschreiben.
- Anthropogene Störungen: Es ist denkbar, dass ein Objekt wieder geöffnet und für irgendwelche Zwecke genutzt werden soll. Ebenfalls kann nicht ausgeschlossen werden, dass trotz Verschluss unerlaubt in eine Anlage eingedrungen wird. Aus diesen Gründen sind die Konsequenzen anthropogener Störungen in der langfristigen Ereignisanalyse im Sinne einer zusammenfassenden Risikobeurteilung darzustellen.

7.2.3 Naturgefahren für unterirdische Anlagen

Es muss abgeklärt werden ob in der Umgebung des Objektes die Möglichkeit besteht, dass sich aufgrund des Objektes oder der damit zusammenhängenden Ausbruchdepots Massenbewegungen ereignen können.

7.2.3.1 Arbeiten

- Begehung des näheren Umfelds des Objektes durch einen kompetenten und erfahrenen Spezialisten im Bereich Naturgefahren.
- Beurteilen des Risikos für Massenbewegungen.
- Auflisten von möglichen Gegenmassnahmen.

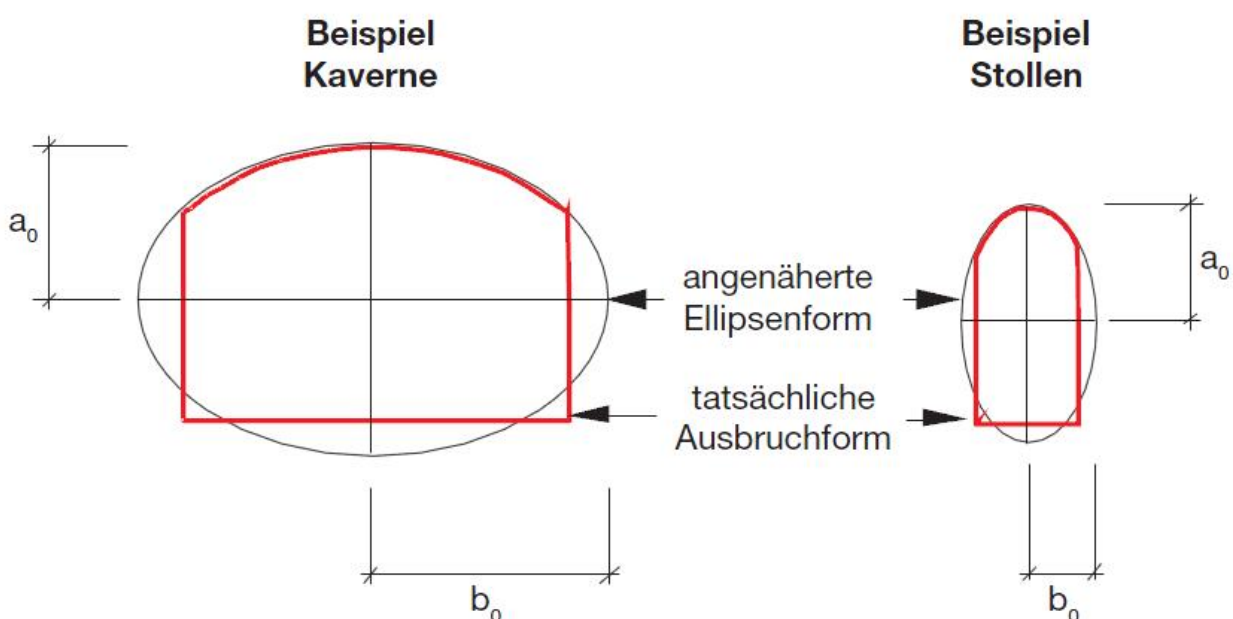
7.2.4 Geotechnisches Arbeitsprogramm

Die folgenden Ausführungen gehen vertieft auf die geotechnischen Abklärungen ein und zeigen detailliert auf, welche Überlegungen und Berechnungen zu machen sind. Das vorgeschlagene Vorgehen dient einem allgemeinen geotechnischen Überblick in einfachen Verhältnissen und ist mit kleinem Arbeitsaufwand (1–2 Tage pro grosses Objekt) zu bewerkstelligen. In schwierigem Gestein sind detailliertere Untersuchungen notwendig. Die nachfolgende, ausführliche Darstellung der empfohlenen geotechnischen Abklärungen erklärt sich weiter mit deren Bedeutung für die Beurteilung des Langzeitverhaltens der Anlage. Der allgemeine geotechnische Überblick stellt insbesondere eine der Entscheidungsgrundlagen bei Folgenutzungen dar (Unterhalt, Schadenspotenzial, etc.).

Grundlage der geotechnischen Abklärungen bilden geomechanische Parameter wie einaxiale Gesteinsdruckfestigkeit s_d , die Poissonziffer ν sowie Seitendruckbeiwert K des Gebirges (Brady & Brown 1985). Können diese Grössen nicht aus den vorhandenen Unterlagen zur Anlage entnommen werden, müssen sie während der geologischen Beurteilung mit Hilfe von geologischen Archiven, Erfahrungswerten oder Literaturangaben bestimmt werden. Die Beurteilung des Verhaltens des Hohlraums erfolgt halbempirisch an einigen wenigen massgebenden Hohlraumprofilen wie Grosskaverne oder Stollen. Damit lässt sich das globale Stabilitätsverhalten eines Felshohlraumes überschlägig beurteilen. Nicht berücksichtigt werden dabei Klüftigkeit, Kluftrichtung, Gesteinsanisotropie und Einfluss von Wasser. Da es sich bei den stillzulegenden Anlagen aber grösstenteils um unverkleidete Felshohlräume in gutem, standfestem Gebirge mit wenigen oder verheilten Klüften handelt, ist die Näherungslösung genügend genau für eine Abschätzung. Die Abschätzung der Hohlraumstabilität geschieht in vier Arbeitsschritten.

7.2.4.1 1. Arbeitsschritt: Definition Ausbruchprofil

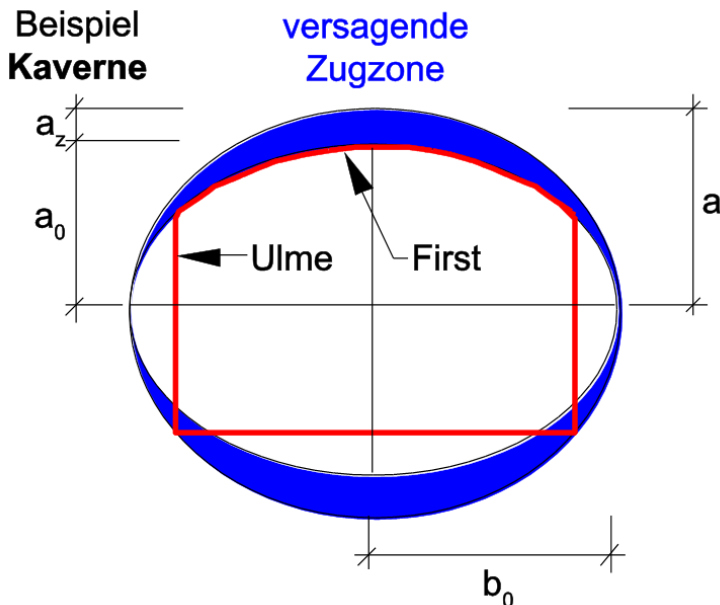
Das tatsächliche Ausbruchprofil wird durch eine Ellipse mit den Halbachsen a_0 und b_0 angenähert. Beispiel siehe Figur 2.



Figur 2: Tatsächliches und angenähertes Ausbruchprofil.

7.2.4.2 2. Arbeitsschritt: Firstspannungen

Im zweiten Arbeitsschritt wird die Abmessung der versagenden Zugzone im Firstbereich bestimmt. Dies erfolgt mit der Formel $a = 0.5 \times b_0 \times (1 / K - 1)$. Der Seitendruckbeiwert K ergibt sich aus der Geologie (oberflächennahe, nicht allseitig eingespannte Gebirgskörper $K < 1$) oder kann näherungsweise aus der Poisson-Zahl ν des Gesteins mit $K = \nu / (1 - \nu)$ errechnet werden (vgl. Figur 3).



Figur 3: Abmessung der versagenden Zugzone am Beispiel einer Kaverne.

Quelle: eigene Darstellung.

Bei der Beurteilung lassen sich die beiden folgenden Fälle unterscheiden:

- | | |
|--------------|---|
| $a \leq a_0$ | Im Bereich der Firste bildet sich keine Zugzone aus. Es sind lediglich Druckspannungen vorhanden, welche vom Gestein übertragen werden können. |
| $a > a_0$ | Im Bereich der Stollenfirste hat sich eine Zone der Mächtigkeit $a_z = a - a_0$ mit Zugspannungen ausgebildet. Mittel- und langfristig muss mit dem Versagen dieser Zugzone gerechnet werden, da der Fels die Zugspannungen nur ungenügend aufnehmen kann, und die Spannungsübertragung durch die Verwitterung des Gesteins – Öffnen von Mikroklüften – noch verschlechtert wird. Der Fels wird in dieser Zone nachbrüchig. |

7.2.4.3 3. Arbeitsschritt: Ulmenspannungen

Im dritten Schritt wird das Versagen der Ulmen (Seitenbereich der Stollen und Kavernen) überprüft. Mit dem Ansatz $s = g \times h \times ((2 \times b_0 / a_0) + 1 - K)$ werden die Randspannungen im Ulmenbereich bestimmt. Es bedeuten:

- | | |
|------------|--|
| s | Spannungen im Ulmenbereich in [kN/m ²] |
| g | Raumgewicht des Gesteins in [kN/m ³] (ca. 25 kN/m ³) |
| h | Überlagerung der Anlage in [m] |
| b_0, a_0 | Halbachsen der Näherungsellipse |
| K | Seitendruckbeiwert, $K = \nu / (1 - \nu)$ |

Die Sicherheit wird als Quotient der Gesteinsdruckfestigkeit σ_d und den ermittelten Ulmenspannungen definiert: $n = \sigma_d / s$. Zur Beurteilung der Ulmenstabilität lassen sich folgende Bereiche von n unterscheiden:

$n \geq 2.0$	Die Ulmenspannungen liegen deutlich tiefer als die Gesteinsdruckfestigkeit. Ein Versagen der Ulmen ist unwahrscheinlich.
$1.0 < n < 2.0$	Die Spannungen in den Ulmen liegen im Bereich der Gesteinsdruckfestigkeit. Mittel- und langfristig ist die Stabilität der Ulmen nicht gewährleistet. Es können Abplatzungen von Gesteinspaketen auftreten. Dies würde durch ungünstig gelegene Schwächungszonen (z.B. unverheilte Klüfte, schwächende Felseinschlüsse) noch verstärkt werden.
$n \leq 1.0$	Die Ulmenspannungen sind grösser als die Gesteinsdruckfestigkeit. Es muss bereits kurzfristig mit Gesteinsabplatzungen in den Ulmenbereichen der Stollen gerechnet werden.

7.2.4.4 4. Arbeitsschritt: Scherbrüche

Sofern die in den Schritten 2 und 3 beschriebenen Bruchmechanismen auftreten, müsste in einem 4. Arbeitsschritt das Auftreten von Scherbrüchen (Herausbrechen von durch Kluftscharen begrenzten Gesteinskörpern) untersucht werden. Dazu sind jedoch detaillierte geologische Aufnahmen der Kluftrichtungen und -abstände, die Erfassung der Hohlraumgeometrie sowie des Scherverhaltens der Klufflächen notwendig. Der vierte Arbeitsschritt muss nur bei heiklem Umfeld mit erhöhtem Gefährdungspotenzial (oberflächennahe Stollen mit darüber liegender Besiedlung, weiterhin genutzte Stollen über dem stillzulegenden Stollensystem [z.B. Bahntunnel]) und dem Auftreten der in Schritt 2 und 3 beschriebenen Bruchmechanismen weiter untersucht werden. Die detaillierten Abklärungen erfolgen durch einen Spezialisten (Geotechniker, Felsmechaniker). Ältere Anlagen (z.B. vor 1950) mit Auskleidungen deuten auf schlechtere Gebirgsverhältnisse hin. Um den Standsicherheitsnachweis für derartige Anlagen zu erbringen, sind detailliertere Abklärungen und numerische Berechnungen erforderlich.

7.3 Projektierungshinweise für Unterfelstankanlagen

7.3.1 Allgemeines

In Ergänzung zu den Projektierungshinweisen für unterirdische Anlagen gilt es beim umweltgerechten Rückbau von Unterfelstankanlagen (UTA) noch tankanlagenspezifische Fragen zu beachten. Im Vordergrund stehen einerseits Verschmutzungen von Anlageteilen durch die gelagerten und umgeschlagenen Flüssigkeiten und andererseits die Qualität der beim Bau der Anlage verwendeten Materialien. Diese Kenntnisse sind erforderlich um den Rückbau umweltrechtlich und auch aus der Sicht der Arbeits- und Personensicherheit während den Arbeiten korrekt durchführen zu können. Der Zustand der Anlage wird wie folgt geklärt:

- Bau- und Konstruktionspläne der Anlage (Tanks, Rohrleitungssysteme).
- Auswertung von Revisionsrapporten und Dichtigkeitsprüfungen.
- Protokolle und Bescheinigungen über die Stilllegung der Anlage (Entleerung, Entgasung).
- Visuelle Prüfung der Anlage, insbesondere der Auffang- und Entwässerungssysteme.
- Bei Verdacht auf Flüssigkeitsverlust respektive offensichtlichen Verschmutzungen Entnahme von Proben und chemische Analysen bei den betroffenen Anlageteile (Bausubstanz, Wasser).
- Prüfung und Beurteilung von Beschichtungen und Farben (Recherche der verwendeten Produkte), nötigenfalls chemische Analyse (Abklärung PCB-Gehalt).

Massgebend sind das Schadstoffpotenzial und die Umweltgefährdung, insbesondere für das Grund- und Oberflächenwasser. Zu entfernen und umweltgerecht zu entsorgen sind

- alle mobilen Gegenstände;
- alle organischen Stoffe;
- schwermetallhaltige Gegenstände (ausser Eisen), sofern sie Inertstoffqualität nach TVA nicht erfüllen (vgl. Tabelle 4 im Kapitel 7.7.4);
- Treibstoffleitungen innerhalb der Anlage;
- Tankinnenbeschichtungen (analog zu Kapitel 7.7.4).

Nicht zu entfernen und in der Anlage zu belassen sind Stahltanks, auch legierter Stahl, da die Freisetzung von Schwermetallen (Cr, Ni, Mo, V, Co, Wo) bei der Korrosion nur sehr langsam und in sehr geringen Mengen erfolgt. Selbst bei Wassereinstau kann aufgrund der geringen Löslichkeit eine relevante Umweltgefährdung ausgeschlossen werden. Ebenfalls zu belassen sind Aussenanstriche oder Überzüge, sofern nicht schwermetallhaltige und wasserlösliche Verbindungen in grossen Mengen vorhanden sind (fallweise mit chemischen Analysen prüfen).

7.3.2 Gewässerschutz beim Rückbau

- Während dem Rückbau einer UTA muss die eigentliche Anlagenentwässerung über die bestehenden Ölabscheider erfolgen.
- Die bei der Aufbereitung und Lagerung von Bauschutt und dessen Granulaten anfallenden Sickerwässer können erhöhte Gehalte an organischen Schadstoffen und pH-Werte aufweisen.
- Beim Antreffen von belasteten Bodenmaterial oder Grundwasser muss die Gewässerschutzproblematik im Einzelfall gesondert abgeklärt werden.

In SIA 431 befinden sich im Anhang A2 Hinweise zur baulichen und verfahrenstechnischen Vorbehandlung von Baustellenabwässer (Absetzbecken, Kiesfilter, Schlammsammler, Ölabscheider, Neutralisationsanlagen und Versickerungsanlagen). Die Dimensionierungen solcher Anlagen geschieht nach SN 592 000.

7.3.3 Arbeitssicherheit

Bei Arbeiten in Tankanlagen ist der Personen- und Arbeitsschutz bezüglich Erstickungsgefahr, Explosionsgefahr und Schadstoffaufnahme über die Luft – zum Beispiel beim Zersägen von schadstoffhaltigen Beschichtungen – zu gewährleisten. Die Arbeiten sind von einer Fachfirma auszuführen. Es gelten die Vorschriften des Verbandes Schweizerischer Unternehmungen für Bau und Unterhalt von Tankanlagen.

7.4 Projektierungshinweise für Verkehrsanlagen¹

7.4.1 Vorbemerkung

Wird eine Anlage liquidiert, so werden alle bei ar Immo vorhandenen Unterlagen zusammengetragen. Danach erfolgt die Clusterbildung und Nutzeranalyse. Anschliessend erfolgt dann die Feinsegmentierung aller Anlagen im Cluster, so dass gesamthaft das kostengünstigste Ergebnis resultiert. Für die Feinsegmentierung gelten folgende Prioritäten: (1) Veräussern, (2) Stilllegen, (3) Teilrückbauen. Da «Veräussern» an erster Stelle steht, ist den Veräusserungsverhandlung hohe Wichtigkeit beizumessen. Die nachstehenden Ausführungen behandeln einzig die beiden Fälle Stilllegen und Teilrückbauen. – Grundsätze des Vorgehens sind:

- Räumliche Clusterbildung: Alle zusammenhängenden Objekte (Cluster) müssen gemeinsam betrachtet und verwertet werden – unbesehen davon ob ein Objekt im Kernbestand oder Dispositionsbestand eingeteilt ist.
- Nutzeranalyse: Innerhalb des Clusters wird der gesamte Perimeter mit allen zivilen und «langfristigen» militärischen Bedürfnissen analysiert und gewichtet. Darauf gestützt erfolgt der Entscheid über die Ausserbetriebnahme.
- Gefahrenanalyse: Vor allem im steilen Gelände muss abgeklärt werden, ob nach dem Stilllegen einer Anlage die Steinschlag- oder Rutschgefahr erhöht wird.

7.4.2 Strassen und Wege

7.4.2.1 Ziele

- Die Strasse ist für den motorisierten Verkehr nicht mehr befahrbar.

¹ Gestützt auf Stückelberger & Hostettler (2010).

- Die Strasse ist für Fussgänger und Velofahrer unattraktiv.
- Fussgänger und Velofahrer werden auf den Nicht-Unterhalt hingewiesen.
- Die Strasse der Natur, d.h. dem Verwitterungs- und Einwuchsprozess überlassen.

7.4.2.2 Arbeiten

- Zugang: Eintritt zur ehemaligen Militärstrasse für den Verkehr sperren. Möglichkeiten: Blöcke bzw. Blockwurf; Überschüttung der ersten paar Meter mit Erdmaterial; Aufreissen der Strasse und erstellen eines Erdwalls. Im Wald: Pflanzung der ersten paar Meter mit standortgerechten Baumarten. Barrieren und Ketten sind weniger geeignet, da diese später verwittern.
- PAK-Belag: Nicht entfernen. Im Verlaufe der Jahre wird sogar Asphalt und Beton durch Frost- risse und Pflanzen durchbrochen. Die ersten 10 Jahre mag sich der Zustand der Strasse optisch kaum verschlechtern, anschliessend wird der Verfall progressiv zunehmen.
- Stützmauern: Die Folgen eines Kollapses sind zu beurteilen (Einzelheiten siehe Stükelberger & Hostettler 2010).
- Strasse im Rutschhang und im erosionsgefährdendes Gebiet: Je erosionsanfälliger oder rutschgefährdeter der Hang und je grösser das Schadenspotenzial ist, desto genauer muss das Wasserproblem untersucht werden. Seitliche Entwässerung (Strassengräben) dürfen kein Wasser in die Rutschhänge führen. Ist die Strasse talseitig geneigt, so wird das bergseitige Wasser direkt und nicht konzentriert in den Hang geleitet, was das Rutschpotenzial nicht erhöht. Ist die Strasse jedoch bergseitig geneigt, so fliesst das Wasser in einem seitlichen Grabe (Rigolen) und wird bei einem Durchlass konzentriert in den Hang geleitet, was ein Gefahrenpotenzial darstellt.
- Bachquerung: Wiederherstellen des ursprünglichen Bachbettes indem die Strasse deutlich unterbrochen, Durchlässe entfernt und der Bach verbreitert wird.
- Geländer, Leitplanken, Sicherungsseile: Diese sind bodeneben zu entfernen. Ist das Entfernen der Teile jedoch unverhältnismässig und geht keine Verletzungs-, Absturz- oder Naturgefahr aus sowie keine Behinderung für Dritte, keine Beeinträchtigung der Bewirtschaftung sowie keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild, dann wird auf das Entfernen dieser Teile verzichtet.
- Information: Im touristisch erschlossenen Gebiet kann eine Informationstafel angebracht werden, welche auf den Nichtunterhalt hinweist.

7.4.3 Brücken

7.4.3.1 Ziele

Wenn stillgelegt werden soll, so darf von der Brücke kein Gefahrenpotenzial mehr ausgehen. In diesen Überlegungen sind die Werkeigentümerhaftung wie auch die Gefahr einer Verklausung – Möglichkeit, dass die Brücke den Bach «verstopft» – zu berücksichtigen.

7.4.3.2 Arbeiten

Die kostengünstigste Massnahme ist zu wählen:

- Hüten.
- Strassengräben zuschütten, Brücke einschütten, Geländerteile entfernen. Widerlager, und Brücke verbleiben im Boden. (Dies gilt nicht für Gewässer und Runsen.)
- Brücke ausbauen, wenige Meter der Strasse vor und nach der Brücke rückbauen. Bei den Widerlager permanente Absturzhindernisse (jedoch keine Absturzsicherung) wie Steinblöcke oder Erdwälle anlegen. Für die beiden Widerlager die gleiche Vorgehensweise wie bei den Stützmauern wählen. Meistens müssen diese nicht rückgebaut werden.

7.4.3.3 Brücken über Panzergräben

Nach Möglichkeit übertragen der gesamten Parzelle mit Brücke, Panzergraben und seitlichen Sperren an die Gemeinde, nachdem mit baulichen Massnahmen das Objekt vorbereitet wurde (z.B. Trennen der einbetonierten Eisenbahnschienen, Betonblöcke können belassen werden). Sind die Anlagen im Wald, versuchen den Boden und das darauf stockende Baumholz dem angrenzenden Waldbesitzer abzutreten, der jedoch auch für die allfällige Entfernung der Sperrelemente aufkommen muss.

7.4.4 Tunnel und Galerien

7.4.4.1 Ziele

- Keine Gefährdung (v.a. Einsturzgefahr).
- Tunnel darf nicht als Abfalldéponie benutzt werden.

7.4.4.2 Arbeiten

- Allfällige Installationen, Leitungen, Beleuchtung entfernen.
- Sofern der Tunnel bzw. der Galerie stabil ist und keine Gefahr einer wilden Déponie besteht, sind keine weiteren Massnahmen erforderlich.
- Bei Einsturzgefahr sind beide Zugänge zu verschliessen. Möglichkeiten sind Blockwurf, Mauer, Gitter. Für die Kontrolle muss jedoch ein kleiner verschliessbarer Zugang offen bleiben. Unterseitig muss das Wasser entweichen können.

7.4.5 Eisenbahnanlagen

7.4.5.1 Ziele

Kann die Gleisanlage nicht genutzt werden, so ist der Rückbau des Anschlusses bis zum öffentlichen Schienennetz mit der Bahnunternehmung zu besprechen. Der Handlungsspielraum für ar Immo ist sehr beschränkt.

7.4.5.2 Arbeiten

Die Massnahmen beim Anschluss an das öffentliche Netz legt das Bahnunternehmen fest. Eisenbahnschienen ausserhalb der öffentlichen Bahnareale können belassen werden, sofern keine Störung davon ausgehen (vgl. Standseilbahnen). In Grundwasserschutzzonen sind PAK-haltige Bahnschwellen fachgerecht zu entsorgen. Dies jedoch nur, wenn die Schwellen verhältnismässig einfach ausgebaut werden können.

7.4.6 Standseilbahnen

7.4.6.1 Ziele

- Standseilbahn ist fahrtauglich.
- Die Bahn stellt keine unzumutbare Gefährdung dar.
- Trasse der natürlichen Dynamik, d.h. der Verwitterung und dem Überwachsen überlassen.

7.4.6.2 Arbeiten

- Antrieb, Steuerung, etc. ausbauen.
- Seil ausbauen und bei gutem Zustand verkaufen (vgl. Luftseilbahn).
- Oberirdische Leitung entfernen.
- Alle mobilen oder losen Teile entfernen.

- Zwischen den Schienen befindet sich ein Graben. Die untersten 10 m dieses Graben auffüllen, so dass kein Kind von der Verladerampe in den Graben stürzen kann und Kleintiere, die in den Graben fallen, sich befreien können.
- Verladerampe hüten und nur rückbauen, falls diese ein grosses Hindernis ist.
- Schienen nicht ausbauen. Innerhalb wenigen Jahren wird sich der Graben verfüllen und das ganze Trasse wird einwachsen.

7.4.7 Luftseilbahnen

7.4.7.1 Ziele

- Die Seilbahn ist kein Hindernis, insbesondere kein Luftfahrthindernis.
- Von der Anlage geht keine Gefahr aus.

7.4.7.2 Arbeiten

- Seil rückziehen. Das Seil kann bei gutem Zustand verkauft werden. Für Baustellenseilkräne oder Holzernterückeseile sind vor allem Zugseile begehrt.
- Masten entfernen. Der Sockel kann stehen gelassen werden.
- Antrieb, Steuerung, etc. ausbauen.
- Rückbau oder Verkauf der Stationen.

7.5 Projektierungshinweise für technische Anlagen^{1,2}

7.5.1 Starkstromleitungen, Niederspannleitungen, Fernmeldekabel, Trafostationen, Elektrizitätsverteiler

7.5.1.1 Ziele

Sofern die Leitung nicht mehr benutzt wird, kann diese stillgelegt werden. Oberirdische Teile (Masten, Leitungen) entfernen, im Boden verlegte Leitungen können mehrheitlich belassen werden. Oberirdische Gebäudeteile belassen, allenfalls auch rückbauen.

7.5.1.2 Arbeiten Oberirdische Stromleitungen

- Leitungen entfernen.
- Alle Masten bodeneben trennen. Sockel kann in den meisten Fällen stehen gelassen werden. Demontage bis 80 cm unter Boden ist, ausgenommen bei landwirtschaftlich genutzten tiefgründigen Böden, nicht nötig.

7.5.1.3 Arbeiten unterirdische Kabel

- Kabel vom Netz und von der Anlage trennen, mindestens 1 m Kabel entfernen.
- Kabel in einem Kabelkanal herausziehen und umweltgerecht entsorgen (Recycling).
- Erdverlegte Kabel können im Boden belassen werden. Ausnahme: bleihaltige Kabel und Kabel mit öl- oder teergetränkter Isolation sind zu entfernen.
- Falls Kabelentfernungen nicht ohne Umwelt- oder Technikschiäden möglich sind, dann werden die Kabel korrekt abgetrennt und verschlossen.
- Damit auch in Zukunft Aussagen zu den Kabeln gemacht werden können, sind im Boden verbleibende ungenutzte Leitungen zu dokumentieren. Oft ist das Durchleitungsrecht als Dienst-

¹ Gestützt auf Stückelberger & Hostettler (2010), Vorbemerkung siehe Verkehrsanlagen.

² Panzerbarrikaden und Sprengobjekte in Verkehrsträgern werden im Normalfall durch zivile Projekte zurückgebaut.

barkeit geregelt. Sobald das Kabel im Boden verbleibt und nicht mehr gebraucht wird, kann die Dienstbarkeit im Grundbuch gelöscht werden.

7.5.1.4 Arbeiten Transformationstationen, Akkumulatoren, Verteilanlage

Gesamte Installationen entfernen und entsorgen gemäss TVA durch autorisierten Betrieb.

7.5.2 Wasserleitungen, Wasserfassungen, Wasserreservoir, Abwasserleitungen¹

7.5.2.1 Ziele

Die Leitungen dürfen keine Störungen oder Behinderungen verursachen. Vor allem darf kein ungewollter Durchfluss auftreten. Ist die Leitung an das öffentliche Frisch- oder Abwassernetz angeschlossen, so erfolgt die Trennung vom System in Absprache mit der lokalen Wasserversorgung. Nicht mehr verwendete Leitungsabschnitte sind zwingend vom Leitungsnetz zu trennen (Verhinderung von Stagnationen). Vertragliche Bindungen mit Dritten sind zu klären.

7.5.2.2 Arbeiten

- Leitungen und Reservoirs entleeren.
- Leitungen physisch vom öffentlichen Netz trennen, Abzweigstelle des verbleibenden Netzes durch eine durchgehende Leitung ersetzen oder blinder Anschluss mit einer Endkappe verschliessen, das Schliessen des Schieber alleine genügt nicht.
- Frischwasserleitungen von eigener Wasserfassung mehrere Male trennen bzw. verschliessen. Wasser vor der Brunnstube trennen, in der Brunnstube den Leitungsausgang zum Reservoir verschliessen, die Zubringerleitung vor dem Reservoir trennen, Leitungsausgang zum Endverbraucher verschliessen, Zubringerleitung vor der Anlage trennen. Beim Verschliessen und Trennen handelte es sich um kleine Massnahmen. Die mehrfache Unterbrechung ist eine Vorbeugung, dass bei einem Störfall wie beispielsweise Starkniederschlag oder verborgenen Sickerströmungen nicht plötzlich und ungewollt Wasser ein- bzw. austritt.
- Abwasserleitungen sind beim Austritt aus der Anlage zu verschliessen und kurz vor der ehemaligen Einspeisung ins öffentliche Netz soll die Röhre unterirdisch oder oberirdisch das im Störfall fliessende Wasser abgeben können.
- Leitungen können im Boden bleiben. Ein Füllen mit Sand ist nicht nötig.
- Oberirdische Objekte wie Brunnstuben, Reservoir, Pumpstationen gemäss «oberirdische Gebäudeteile» verwerten.
- Abwasserleitungen sind zu verschliessen.
- Vertragsstudium.

7.5.2.3 Arbeiten Wasserfassung

In der Regel wird das Wasser entweder unterirdisch mittels Sickerrohren oder oberflächennah bei einer Quelle gefasst und in einer Brunnstube gesammelt. Von der Brunnstube geht es oft über ein Reservoir und erst von dort zum Endverbraucher. Entscheidende Frage ist, wohin das Wasser fliesst, wenn dieses nicht mehr genutzt wird. Meistens wird nur ein kleiner Teil des Wasser genutzt und beim Stilllegen der Wasserfassung kann das Wasser vor der Brunnstube wieder ins Gelände geleitet werden. Das Wasser folgt anschliessend den ursprünglichen und natürlichen Wasserläufen.

In Rutschhängen kann die Trinkwasserentnahme eine günstige Wirkung haben, die nun wieder hinfällig wird. Wird das Wasser zudem konzentriert in den Hang geleitet, können dort Rutschungen auftreten. Um dieser Gefahr vorzubeugen, sind im Extremfall alle Sickerleitungen im Boden heraus zu nehmen oder mit Sand zu füllen. Die Brunnstube ist Rückzubauen oder mit kiesig-sandigem

¹ Weitere Hinweise sind der Strategie über VBS-eigene Wasserversorgung zu entnehmen.

Material zu füllen. In heiklen Fällen den Kreisförster, die Naturgefahrenfachstelle oder einen Geologen bzw. Hydrologen beiziehen und eine Einzelfallbeurteilung vornehmen.

7.5.2.4 Arbeiten Pumpstationen für Wasser und Abwasser

Zubringerleitung von der öffentlichen Wasserversorgung wie beschrieben trennen. Elektromotor vom Stromnetz trennen, anschliessend Elektromotor, Pumpe und Schaltanlage ausbauen.

7.5.3 Oberirdische Gebäudeteile

In diese Kategorie fallen alle oberirdischen Gebäudeteile unabhängig von ihrer Funktion. Beispiele sind Berg- und Talstationen von Seilbahnen, ausgeräumte Transformatorstationen, Kabelverteilkästen, Reservoirs, und andere mehr.

7.5.3.1 Ziele

- Anlage ist geräumt.
- Vom Gebäude gehen keine Gefahren mehr aus.
- Die Gebäude sind verschlossen.
- Die Kriterien des Natur- und Landschaftsschutzes sind erfüllt.

7.5.3.2 Arbeiten

- Alle Installationen und Betriebsmittel aus dem Gebäude entfernen.
- Alle beweglichen Gegenstände entfernen.
- Sofern die Gebäude nicht im Siedlungsgebiet liegen und diese auch niemand behindern, können diese allenfalls stehen gelassen und dem natürlichen Zerfall überlassen werden.
- Gebäudezugänge bis auf einen Kontrolleingang verschliessen, so dass diese nur mit schweren Mitteln wieder geöffnet werden können.

7.6 Projektierungshinweise für die Ausbildungs- und Betriebsinfrastruktur

7.6.1 Demontageplan

Für einen geordneten Rückbau sind die im Folgenden aufgeführten Demontagestufen zu planen und abzuwickeln.

- Stufe 1: Demontage aller nicht fest mit der Gebäudesubstanz verbundenen Einrichtungen (Fenster, Türen, Tore etc.) und fachgerechte Entsorgung.
- Stufe 2: Ausbau zugänglicher, verwertbarer Materialien und Bestandteile. Demontage der Infrastruktur soweit ohne Abbrucharbeiten zugänglich (WC, Lavabos, Leitungen etc.) und fachgerechte Entsorgung.
- Stufe 3: Abriss verwertbarer, nicht tragender Bestandteile. Abfräsen oder Abspitzen von oberflächlichen Verschmutzungen inkl. fachgerechter Entsorgung. Je nach Bedarf werden baubegleitende Kontrollanalysen der Bausubstanz vorgenommen. Analog werden auch der VeVa unterstellte Putze und andere Oberflächenbeschichtungen separat und fachgerecht entsorgt.
- Stufe 4: Ausbau nicht verwertbarer Materialien inkl. fachgerechter Entsorgung.
- Stufe 5: Abbruch der Gebäudesubstanz bis Oberkante Bodenplatte.
- Stufe 6: Im letzten Schritt erfolgt der Rückbau der Bodenplatte, der Beton- und Asphaltbeläge der Strassen und Plätze, der Fundamente und Infrastruktur im Untergrund.

7.6.2 Demontage von bestimmten Objektteilen

- Fenster: Aus Gründen der Arbeitssicherheit müssen die verglasten Fensterflügel vor der eigentlichen Wanddemontage entfernt werden. Um eine möglichst hohe Separation von unter-

schiedlichen Bauteilen zu erhalten sollten die Fensterrahmen herausgebrochen werden und separat entsorgt werden.

- Türen: Die Türelemente sind in Ihrem Aufbau mit Fensterelementen vergleichbar. Vor dem Wandabbruch sind die Türblätter auszuhängen. Um eine möglichst hohe Separation von unterschiedlichen Bauteilen zu erhalten sollten die Türzargen herausgebrochen werden und separat entsorgt werden.
- Fussbodenbelag: Fussbodenbeläge sollten von Geschossdeckenplatten abgetrennt werden. Bei grossflächigen Verklebungen sind aufwendige Trennarbeiten zwischen Teppichboden und Fussboden erforderlich. Verlegter Parkettfussboden sollte vor Beginn der Decken- und Wandabbrucharbeiten entfernt und entsorgt werden. Eine Wiederverwendung bei nur geringem Verschleissgrad ist durchaus in Erwägung zu ziehen, setzt aber bei der Parkettaufnahme ein entsprechend sorgfältiges Arbeiten voraus.
- Wand- und Deckenverkleidungen: Um Behinderungen und Gefährdungen zu vermeiden, sollten die Demontage der Wandverkleidungen schon vor dem Abbruch und Transport der jeweiligen Wand- und Deckenelemente erfolgen. In Feuchträumen verwendete keramische Wandverkleidungen können an der Wand verbleiben.
- Flachdach: Zunächst müssen die Zinkbleche abgenommen werden. Anschliessend ist die Kiesschüttung zu entfernen. Bei der Entfernung der lose verlegten Bitumenpappe ergeben sich normalerweise keine Probleme. Ist die untere Schicht aber genagelt, muss die Dachhaut mit geeigneten Geräten entfernt werden. Als weiteres wird nun die Hohlschalung ausgebaut. Im weiteren Demontageverlauf ist die platten- oder bahnweise verlegte Wärmedämmung zu entfernen. Je nach Art, Alter und Zustand kann das Dämmmaterial wiederverwendet werden.

7.6.3 Asbest

Für die Arbeiten mit asbesthaltigen Abfällen gilt die Checkliste «Asbest in militärischen Bauten und Infrastrukturen» von ar Immo, wobei nachfolgende Sicherheitsmassnahmen zu berücksichtigen sind (vgl. auch Suva-Hinweise).¹

- Im Vorfeld der Arbeiten muss abgeklärt werden ob im betroffenen Objekt asbesthaltige Materialien vorkommen. Möglicherweise ist ein Spezialist beizubeziehen.
- Arbeiten an schwachgebundenen Asbestprodukten dürfen nur durch anerkannte Spezialfirmen ausgeführt werden (vgl. Suva-Hinweise).
- Bei Arbeiten an festgebundenen Asbestprodukten ist abzuklären, ob die Arbeiten selbst ausgeführt werden dürfen und welche Auflagen einzuhalten sind (vgl. Suva-Hinweise).
- Der Rückbau der asbesthaltigen Materialien hat staubfrei zu erfolgen.
- Abfälle, die Asbest enthalten, sind in verschliessbaren und entsprechend gekennzeichneten Behältern ohne Gefahr für Mensch und Umwelt zu sammeln, zu lagern und zu entsorgen.
- Bei Lagerung sind sie feucht zu halten oder mit geeigneten Materialien abzudecken oder in geschlossenen Behältern aufzubewahren und gegen den Zugriff Unbefugter zu sichern.
- Das Verladen von asbesthaltigen Abfällen in Behälter oder auf die Ladefläche des Transportfahrzeuges ist sorgfältig durchzuführen. Die Abfälle dürfen weder geworfen noch geschüttet werden.

Für das Baustellenpersonal, welches sich mit asbesthaltigen Gefahrenstoffen beschäftigt, sind abgetrennte Waschräume sowie Räume mit getrennten Aufbewahrungsmöglichkeiten für Strassen und Arbeitskleidung zur Verfügung zu stellen. Bei Arbeiten mit asbesthaltigen Materialien ist die Benutzung einer Atemschutz-Maske vorzusehen.

7.6.4 Schwermetalle

Bei Kontaminationen mit Schwermetallverbindungen kann die Verschmutzung, wenn sie nur oberflächlich ist durch Abwaschen oder abfräsen entfernt werden. Andererseits muss die kontaminierte

¹ siehe <http://www.suva.ch/asbest/>

Bausubstanz als ganzes entsorgt werden. Um die körperliche Belastung der Arbeiter gering zu halten, müssen staubdichte Einweganzüge und das Tragen einer Vollmaske vorgeschrieben werden. Weiterhin müssen grossräumige Absperrungen und das Einrichten von Schwarz-Weiss-Bereichen durchgeführt werden.

7.6.5 Polychlorierte Biphenyle (PCB) und Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe (FCKW)

Beim Ausbau von Kondensatoren muss darauf geachtet werden, dass keine PCB-kontaminierten Flüssigkeiten austreten. Beim Schadensfall erfolgt die Reinigung des Bodens mit speziellen Aufsaugmassen und Reinigungsmitteln. Es sind die entsprechenden arbeitsschutztechnischen Vorsorgemassnahmen zu treffen. Mögliche PCB-Emissionen sind auch beim Ausbau von Dichtungskitten, die zwischen 1955 und 1975 verwendet wurden, zu beachten. Siehe dazu die Checkliste «PCB in Fugendichtungen» von ar Immo. PCB können ausserdies in Farben enthalten sein.

FCKW sind stark umweltgefährdend. Vor dem Ausbau sind alle Kühlmittel von Kühlgeräten durch Fachleute abzusaugen. Das Wartungsheft der Kälteanlage ist zu Händen des Kältemittelkatasters dem technischen Gebäudemanagement im Meiringen nach der Demontage zuzustellen.

7.7 Projektierungshinweise zur RS-Inventar

7.7.1 Grundsätze der Räumung

Die RS-Inventar (Figur 4) basiert auf den folgenden Grundsätzen:

- Nach der Räumung von mobilen Gegenständen, Geräten, abbaubaren organischen Stoffen und Flüssigkeiten verbleiben in der Anlage nur noch die einbetonierten oder eingebauten Anlagenteile.
- Wegen dem hohen Risiko der Auswaschungen von Schwermetallen oder anderer problematischer Stoffe werden nicht mehr im Gebrauch stehende Kabel ebenfalls aus der Anlage oder dem Objekt geräumt.
- Radioaktive Stoffe sind aus den Anlagen zu entfernen und sachgerecht zu entsorgen.
- Dem Arbeitnehmerschutz ist Rechnung getragen.

7.7.2 Alle mobilen Gegenstände sind herauszunehmen

- Alle mobilen Gegenstände sind aus der Anlage beziehungsweise dem Objekt zu räumen, weil ansonsten die entkernte Anlage als Abfalldeponie zu betrachten wäre und damit den einschlägigen Deponiebestimmungen (TVA) unterworfen wäre. Ein vernünftiges Kosten-Nutzen-Verhältnis, z.B. bei Geschützrohren, ist für den Räumungsentscheid zu berücksichtigen.

7.7.3 Alle abbaubaren organischen Stoffe sind herauszunehmen

- Wegen ihrer Mobilität, ihrer wasser- und luftgefährdenden Beschaffenheit und ihrer Persistenz sind alle organischen Substanzen grundsätzlich aus der Anlage zu entfernen.

Der mikrobielle Abbau von organischen Stoffen hängt primär vom chemischen Milieu ab. Gewisse Substanzen sind unter aeroben Bedingungen abbaubar, andere nur unter anaeroben Bedingungen. Der Entscheid über die externe Entsorgung kann deshalb nicht aufgrund von quantitativen Kriterien getroffen werden.

Menge und Toxizitätsklasse spielen dabei keine wesentliche Rolle, weil organische Flüssigkeiten lokal Grundwasserverschmutzungen verursachen können, die Entfernung der organischen Stoffe mit kleinem Aufwand erfolgen kann und der mikrobielle Abbau dieser Stoffe in der Stollenatmosphäre nur sehr beschränkt stattfindet. Flüssige organische Substanzen wie Dieselöl machen nur einen kleinen Anteil des gesamten Objektvolumens aus, diese Substanzen sind aber mobil und können rasch ins Grundwassersystem gelangen und dieses beeinträchtigen. Deshalb ist auch eine Unterscheidung zwischen flüssigen und festen organischen Stoffen wichtig.

Stollenabschnitt b

Anlagenteile	Beschreibung	Einheit	Menge
Kabel			
Kupfer-Kabel	PVC-Isolierung	m	200
Kupfer-Kabel	Papier-Blei-Isolierung	m	130
Kabelrohr	Eternit	m	80
Elektrische Anlagen			
Leuchtstoffröhre	mit Starter und Fassung	Stk.	3
Verteilerdose		Stk.	1
Elektrokasten	20 x 20 x 40	Stk.	1
Warnlocke		Stk.	1
Klima, Heizung, Sanitär			
Boiler	h=200 d=100	Stk.	1
Einrichtungen			
Stahltüre		Stk.	3
Auspuffrohr		m	20
Schilder		Stk.	2
Stahlleitungen		m	55
Stahltüre	40 x 80	Stk.	1

Figur 4: RS-Inventar (Beispiel).

Quelle: ar Immo.

Unter kontrollierten, optimalen Bedingungen wäre Diesel- und Heizöl aerob abbaubar. In einer Stollenumgebung ist aber der biologische Abbau sehr langsam und unvollständig. PCB sind weder aerob noch anaerob mikrobiell abbaubar. Deswegen müssen alle Altöle und Transformatoren als Sonderabfall entsorgt werden. Fluorchlorkohlenwasserstoffe sind im Allgemeinen nicht wasserlöslich. Ihre Zersetzungsprodukte sind für Fische stark giftig.

Obwohl es Schwermetalle enthaltende Pigmente, halogenierte Flammschutzmittel oder organische Weichmacher (z.B. Phthalate) enthält, ist PVC als inert zu betrachten. Holzschutzmittel können dagegen wassergefährdend sein. In der Schweiz sind arsenhaltige Holzschutzmittel gemäss ChemRRV vom Handel ausgeschlossen. Mit Holzschutzmitteln behandeltes Holz ist immer zu entsorgen. Es ist davon auszugehen, dass bei einer Liquidation die früher verwendeten Holzschutzmittel nicht zuverlässig eruiert werden können. Deswegen, und auch weil beim zuerst aerob und später anaerob stattfindenden Holzabbau organische Säuren und Gase wie CO₂ oder CH₄ entstehen können, empfiehlt es sich, Holz generell extern zu entsorgen. Allerdings soll es aus praktischen Gründen und der Verhältnismässigkeit erlaubt sein, kleine Mengen (max. 100 kg) in der Anlage zu lassen.

7.7.4 Schwermetallhaltige Gegenstände werden entsprechend ihrer Beschaffenheit und der allgemeinen Gewässerschutzsituation geräumt

Schwermetalle (ausser Eisen) sind potenzielle Wasserverschmutzer. Ihr Gefährdungspotenzial ist dabei stark von der Zustandsform (Salz, Metall, etc.) und von den chemischen Bedingungen (pH, Redoxpotential) abhängig.

Grundsätzlich ist die TVA zu beachten. Im Einzelfall kann bei Räumungsentscheiden die Gewässerschutzsituation beurteilt und ein Entscheid getroffen werden, ob und allenfalls welche Mengen an Schwermetallen in der Anlage belassen werden dürfen. Bei der Beurteilung der Endzustandsqualität einer stillgelegten Anlage soll das Konzept der Inertstoffqualität, wie es die TVA definiert, herbeigezogen werden. In der TVA werden Grenzwerte für Schwermetallkonzentrationen in Inert-

stoffen festgeschrieben (Tabelle 4). Diese Grenzwerte können beispielsweise für Vergleiche wie «Verhältnis der eingebauten Betonmenge eines Raumes oder Werkabschnittes zur vorhandenen Schwermetallmenge», unter Berücksichtigung der Zustandsform, benützt werden.

Schwermetallgrenzwerte für Inertstoffe nach TVA.

Stoff	Grenzwert [mg/kg]
Cd	10
Cr gesamt	500
Cu	500
Hg	2
Ni	500
Pb	500
Sb	kein Grenzwert definiert, für Deutschland gilt 100 in Wohngebieten
Zn	1000

7.7.4.1 Stark- und Schwachstromkabel räumen

Kabel bestehen aus Schwermetallen (Pb, Cu, Zn) und aus Kunststoffhüllen, welche oft PCB verunreinigt sind. Bei älteren Kabeln besteht die Umhüllung oft aus öl- oder teergetränktem Papier, bei Starkstromkabeln teilweise Bleiumhüllungen. Alle nicht unbedingt weiterzuverwendenden Kabel sind zu räumen.

- Ölhaltige Kabel: Wegen Wassergefährdung sicher immer fachgerecht entsorgen.
- Kunststoffumhüllungen: Wie oben erwähnt bestehen die Kabelumhüllungen, Isolationsschirme und Zwischenmäntel aus Kunststoff. Diese Kunststoffe (PVC, Polyethylen) enthalten PCB-Verunreinigungen. Deshalb sind Kabelumhüllungen als Sonderabfall zu betrachten, allerdings ist das PCB in den Isolationen wenig mobil.
- Erdverlegte Kabel: Sie können im Boden belassen werden, nachdem sie vom übrigen Netz physisch klar abgetrennt worden sind (Kabel vom Netz abtrennen, 1 m Kabel entfernen). Ölkabel sind in jedem Fall zu entfernen. Ist dies aufgrund der äusseren Gegebenheiten nicht möglich (z.B. Verbauung etc.), sind die Kabel fachgerecht stillzulegen.
- Anstriche: Sie sind nicht zu entfernen.

Alte und auch neue Anstriche enthalten die unterschiedlichsten Schwermetallpigmente. Überzüge bestehen oft aus Cr, Ni und Zn oder aus Kunststoffen (Bitumen, Nitril- und Chlorkautschuk). Typische Zusammensetzungen sind $ZnCrO_4$, ZnO , Pb_3O_4 , TiO_2 und $Zn_3(PO_4)_2$. Zinkoxid und Zinkphosphat sind sehr schwerlösliche Verbindungen. Anstriche neueren Typs sind als nicht wassergefährdend zu betrachten und können im Objekt bleiben. Alte Anstriche sind potenziell mehr wassergefährdend, weil sie Pb und Zinkchromat enthalten.

Zinkchromatstaub ist bekannt für seine Kanzerogenität und ist aus der Sicht der Arbeitshygiene sehr problematisch (Sandstrahlverfahren). Mit der Entfernung von Anstrichen sind beträchtliche Risiken verbunden. Deshalb sind Anstriche nicht zu entfernen.

Falls sich jedoch genutztes Grundwasser in der näheren Umgebung der Anlage befindet und gleichzeitig schwermetallhaltige ältere Anstriche (Typ: $ZnCrO_4$, Pb_3O_4) in mengenmässig bedeutendem Ausmass vorhanden sind, ist objektweise zu entscheiden, welche Anstriche zu entfernen oder welche Anlagenteile auszubauen sind.

7.7.4.2 Legierte Stähle

Legierter Stahl kann bis zu 20% Chrom, Nickel und andere Schwermetalle enthalten. Weil Stahl gut vor Korrosion geschützt ist, wird die Chrom-Freisetzung nur unwesentlich sein. Deshalb ist Chrom- oder Chrom-Nickel-Stahl nicht auszubauen.

7.7.5 Alle radioaktive Stoffe sind zu entfernen und zu entsorgen

- Es ist verboten radioaktives Material an Unbefugte abzugeben (StSG, StSV). Eine unsachgemässe Entsorgung ist verboten und kann weitläufige Konsequenzen nach sich tragen.

Bei den Materialien handelt es sich nicht um stark radioaktives Material, sondern in den meisten Fällen um Leuchtziffern oder elektrische Bauteile. Es besteht keine direkte gesundheitliche Gefahr im Umgang mit diesen Materialien. Die Gefahr birgt sich im Verbot der Abgabe von radioaktiven Material und in der unsachgemässen Entsorgung, welche zur Kontamination grosser Mengen von Abfall bei der Weiterverarbeitung führen kann. – In Verteidigungsanlagen können u.a. folgende Gegenstände betroffen sein:

- Kommunikationseinrichtungen: Überspannungsableiter. Diese sind zu überprüfen und entsprechend dem Befund fachgerecht zu entsorgen.
- Geschütze: Die Leuchtziffern der Messinstrumente bei Geschützen können radioaktive Stoffe enthalten. Diese sind zu überprüfen und entsprechend dem Befund fachgerecht zu entsorgen.
- Wegweiser: Alte Wegweiser können radioaktive Leuchtfarbe enthalten. Diese sind zu überprüfen und entsprechend dem Befund fachgerecht zu entsorgen.

Die aufgeführten Beispiele sind nicht abschliessend. Es ist daher bei einem Rückbauprojekt mit dem Fachbereich Management Dispositionsbestand und in Absprache mit dem KOMZ Strahlenschutz VBS und der zuständigen Projektorganisation des Betreibers abzuklären, ob entsprechendes Material bei der Ausräumung durch den Betreiber ausgebaut worden ist und ob das Verbleiben von radioaktivem Material ausgeschlossen werden kann. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich immer eine Fachperson des KOMZ Strahlenschutz beizuziehen.

7.7.6 Hinweise zur Erstellung der RS-Inventar

Alle aus der Anlage entfernten Teile sind im Rahmen des Baustellen-Entsorgungskonzeptes zu erfassen.¹ Die folgende Liste fasst zusammen, welche Teile aus der Anlage zu entfernen sind und für welche, sofern von ihnen keine Umweltgefährdung ausgeht, kein besonderes Wiederverwertungsinteresse besteht.

7.7.6.1 Aussen- und Annexanlagen

- Atomschutzunterstand: Eingänge verschweissen oder zubetonieren, die Haupttröhre braucht nicht aufgefüllt zu werden, alle Anlagenteile, welche nicht tiefer als 80 cm im Boden sind entfernen, Hohlräume auffüllen, rekultivieren. Oberirdischen Teile von Luft- und Abluftkaminen sind abzubrechen
- Hindernisse (z.B. Stacheldraht): Vollständig entfernen bis auf eine Bodentiefe von 80 cm, in schlecht begehbarem Gelände oder im Wald genügt die Entfernung aller oberirdischen Teile.
- Kabel, -rohre, -kanäle: Durchleitungsrechte bereinigen.
- Kommunikation (z.B. FAK, Antennen): Telefonkasten und -anschlüsse und ähnliche Anlagen sind aufzuheben und zu demontieren.
- Materiallager (z.B. Baracken): In der Regel Gebäude abbrechen oder nach Baubewilligung verkaufen.
- Parkplätze: Aufheben und rekultivieren. Zufahrten zu den Eingängen sind für Kontrollen unter der Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit zu unterhalten.
- Sauber- und Schmutzwasserleitungen: Durchleitungsrechte bereinigen.
- Tarnung bei den Eingängen: Alteisen demontieren und evtl. verwerten.

7.7.6.2 Elektroinstallationen (Innenanlagen)

- Bleikabel Schwachstrom: Grundsätzlich herausnehmen, da grosse Mengen Pb zu erwarten sind.

¹ Vgl. Kapitel 7.10 und <http://www.abfall.ch/>.

- Bleikabel Starkstrom: Grundsätzlich herausnehmen. Wenige Schwermetalle im Vergleich mit Schwachstrom, jedoch mit Schwachstrom zusammen entfernen.
- Dieselgeneratoren: Sind in jedem Fall zu demontieren und zu reinigen. Entsorgung unter dem Kosten-Nutzen-Aspekt. Fundationsplatten aus Stahl können im Objekt belassen werden.
- Elektroschalt- und verteilsschränke: Grosse, unhandliche Metall- und Keramikteile müssen nicht unbedingt geräumt werden, da von ihnen keine Umweltgefährdung ausgeht.
- Glasfaserkabel Schwachstrom: Glasfaserkabel sind herauszunehmen.
- Glühbirnen: sind in jedem Fall zu entfernen. Sie enthalten geringe Mengen von Pb und Sn.
- Halterungen für Stark- und Schwachstromrohre, befestigt: Alteisen, unproblematisch, können in der Anlage verbleiben.
- Kabelrohre und -kanäle für Stark- und Schwachstrom: Eternit enthält Asbest, Gefährdungspotenzial bei Demontage und Entsorgung hoch. Eternit grundsätzlich unproblematisch, kann in der Anlage verbleiben. Kabelkanäle und -rohre aus Kunststoff sind zu entfernen.
- Licht, Leuchtstoffröhren und Metaldampflampen: sind in jedem Fall zu entfernen.
- Ölhaltige Starkstromkabel: Grundsätzlich herausnehmen, Entsorgung als Sonderabfall.
- PVC ummantelte Kabel Schwachstrom (inkl. TT-Kabel, ohne Glasfaserkabel): Grundsätzlich herausnehmen.
- PVC ummantelte Kabel Starkstrom (inkl. TT-Kabel): Grundsätzlich herausnehmen, da sie relativ viel PVC und Cu enthalten.
- Stromanschlüsse: Anschlüsse entfernen und getrennt von den Kabeln entsorgen.
- Transformatoren und Akkumulatoren: Grundsätzlich herausnehmen. Entsorgung gem. TVA respektive VeVa durch autorisierte Betriebe.

7.7.6.3 Sanitäre Einrichtungen

- Boiler und Isolation in Küche und WC, alt: Grundsätzlich herausnehmen.
- Boiler und Isolation in Küche und WC, neu: Grundsätzlich herausnehmen, wiederverwenden respektive verkaufen.
- Leitungen Schmutzwasser: Abhängen und verschliessen.
- Spül- und Abwaschkombi Küche: Chromüberzüge werden sehr langsam abgetragen und freigesetzt, können in der Anlage belassen werden.
- Stahlleitungen und Armaturen Sauberwasser: Zn-Überzug wird oder wurde bereits während des Betriebes durch Grund- und Trinkwasser abgetragen, keine Massnahmen.
- Trinkwasserreservoir: Zuleitung zum Trinkwasserreservoir verschliessen (Endkappe). Druckerhöhungsanlagen (Pumpen, Windkessel) grundsätzlich herausnehmen. Schwimmer und Wasserstandsanzeiger sind herauszunehmen. Die Trinkwasserreservoirs sind beim Rückbau zu entleeren.
- WC, Lavabos, Badewannen, Duschwannen in Badezimmern und Toiletten: Chromüberzüge werden sehr langsam abgetragen und freigesetzt, können in der Anlage belassen werden.

7.7.6.4 Heizung-, Lüftungs-, Kälte-, Entfeuchtungsanlagen

- CO-Anlagen Geschützstand: Stahl, unproblematisch, können in der Anlage belassen werden.
- Druckluftanlage Werkstatt: Grundsätzlich herausnehmen; Öle, Fette aus Getrieben und Wannen entfernen.
- Filter in Geschützstand und Filterraum: Grundsätzlich herausnehmen, Filter zurückschieben; ev. Aktivkohle wiederverwerten, sonst verbrennen (Kehrichtverbrennungsanlage).
- Gebläse Filterraum: Grundsätzlich herausnehmen.
- Kälteanlagen: Das Wartungsheft bei Kälteanlagen ist der für den Anlagenkataster zuständige Stelle des Betreibers nach der Demontage zuzusenden.

- Kühlschränke und -anlagen: Immer herausnehmen, Kühlmittel sind vor dem Ausbau durch Spezialisten abzusaugen. FCKW – falls noch vorhanden – dürfen nie freigesetzt werden.
- Luftentfeuchteranlagen: Immer herausnehmen. Evtl. Demontage durch Spezialfirma.
- Lüftungskanäle Frischluft, Abluft und Abgas: Unproblematisch, keine Massnahmen, können in der Anlage belassen werden. Dichtungsringe (Gummi ohne Kunststoff) entfernen.
- Raschingfilter: Grundsätzlich herausnehmen, da ölhaltig, Entsorgung als Sonderabfall.
- Vorfilter zu Aktivkohlefilter: Gewisse Typen enthalten Asbest, Entsorgung als Sonderabfall.

7.7.6.5 Kommunikationseinrichtungen (Innenanlagen)

- Telefon-Zentralschrank, alt: Grosse, unhandliche Metall- und Keramikteile müssen nicht unbedingt geräumt werden.
- Telefon-Zentralschrank, neu: Grundsätzlich herausnehmen; als Elektronik-Schrott entsorgen, falls nicht anderweitig wieder brauchbar.
- Telefone, Kabelrollen, Antennen, ähnliches: Grundsätzlich herausnehmen, zurückschieben. Zu beachten bei Entsorgung: Triage sehr aufwendig und kostspielig (Elektronikschrott).

7.7.6.6 Beschichtungen (Innenanlagen)

- Anstriche mit TiO₂-Pigmenten: geringe Schwermetallmengen, Bindemittel unproblematisch, keine Massnahmen.
- Bitumen-Beschichtung: Mengenmässig unproblematisch, keine Massnahmen.
- PCB-haltige Anstriche: Entfernen, sofern tatsächlich notwendig, durch Spezialfirma.

7.7.6.7 Sonstige Einbauten

- Brenn- und Treibstofftanks: Ausbau der Folienauskleidung und der Doppelbeschichtung und Entsorgung als Sondermüll wird empfohlen.¹ Die Erfahrung zeigt, dass praktisch jede Folie oder Beschichtung im Laufe der Zeit infolge Verletzung repariert werden musste und sich Treibstoff in den Zwischenräumen befindet. Vorgehen: Ausbau Folie oder obere Beschichtung inkl. Noppenfolie im Zwischenraum. Die am Tankblech haftende Beschichtung belassen, wenn keine Rückstände von verbleitem Benzin zu erwarten sind. Ausführung der Arbeiten durch konzessionierte Firma, da durch frei werdende Treibstoffrückstände auch nach der Tankreinigung jederzeit wieder ein explosionsfähiges Gemisch entstehen kann. Schlussreinigung Innentanks.
- Decke, mit mineralischer Isolation: Unproblematische organische Bestandteile, Asbest sehr selten, keine Massnahmen. Im Falle einer Umnutzung ist zu prüfen, ob Spritzasbest eingebaut wurde und ob dieser entfernt werden kann.
- Decke, mit Schaumstoffisolation: können bei kleinen Mengen in der Anlage belassen werden.
- Druckschleusen: Grosse, schwere Stahlteile, Korrosionsschutz wurde oder wird laufend abgetragen und freigesetzt und muss(te) während des Normalbetriebes periodisch erneuert werden (alle 15–20 Jahre); Freisetzung nach Stilllegung höchstwahrscheinlich nur unwesentlich schneller. Stahl ev. wiederverwerten. Können in der Anlage belassen werden.
- Einbauböden auf Keramik-Basis: mehrheitlich inerte Materialien, können in der Anlage belassen werden.
- Einbauböden auf Kunststoff-Basis: Vorwiegend unproblematische organische Bestandteile (organische Pigmente, Harze); Novilon-Böden mit Asbestschicht sind zu belassen; Kunststoffe (PVC) sind schwer abbaubar, können in der Anlage belassen werden.
- Geschützstand mit Geschützaufhängungen (inkl. Getriebe): Grosse schwere Stahlteile sind unproblematisch und können in der Anlage belassen werden. Freisetzung des Korrosionsschutzes bildet nach Stilllegung kein Umweltrisiko. Öle, Fette aus Getrieben, Wannen entfernen. Evtl. lohnt sich Recycling grosser Stahlteile.

¹ Gereinigte PVC-Folien können bei Dieseltanks der Verteidigungsinfrastruktur meistens im Tank belassen werden.

- Holztüren: Grundsätzlich herausnehmen, Entsorgung ausserhalb der Anlage in Kehrichtverbrennungsanlage.
- Hydraulische Antriebe: Grundsätzlich herausnehmen, Hydrauliköl aus Antrieben, Motoren und Leitungen entfernen und fachgerecht entsorgen.
- Kochherd Küche, alt: Grundsätzlich herausnehmen, entsorgen.
- Kochherd Küche, neu: Grundsätzlich herausnehmen, wiederverwenden respektive verkaufen.
- Materiallifte: Grundsätzlich herausnehmen, Öle, Fette aus Getrieben und Wannen entfernen.
- Metalltüren: Geringe Schwermetallmengen, können in der Anlage belassen werden, aber Recycling vermutlich lohnenswert.
- Notausgangbeschilderung: Spezialbeschichtung, Grundsätzlich herausnehmen, Entsorgung als Sonderabfall (Bemerkung: Alte Wegweiser können radioaktive Leuchtfarbe enthalten. Siehe Kapitel 7.7.5).
- Räume (z.B. Kühlraum bei Küche) mit organischer Isolation (z.B. Kork): herausnehmen und entsorgen.
- Schutzstahlbeton (z.B. Panzertor Geschützstand, Scharte, Einbauten aus Beton): Grosse, schwere Stahlteile, Korrosionsschutz wurde und wird laufend abgetragen und freigesetzt und muss(te) während des Normalbetriebes periodisch erneuert werden (alle 15–20 Jahre); Freisetzung nach Stilllegung höchstwahrscheinlich nur unwesentlich schneller, können in der Anlage belassen werden.
- Wand, mit mineralischer Isolation: Unproblematische organische Bestandteile, Asbest sehr selten, können in der Anlage belassen werden.
- Wand, mit Schaumstoffisolation: können bei kleinen Mengen ($< 10 \text{ m}^2$) in der Anlage belassen werden.

7.8 Projektierungshinweise zum Vollverschluss der Öffnungen

Grundsätzlich hat der Verschluss eine funktionale Aufgabe zu erfüllen. Der optischen Gestaltung sollte dennoch das nötige Gewicht beigemessen werden. Die Entwässerung ist zu gewährleisten. Beim Vollverschluss von historischen Anlagen wird das KOMZ Denkmalschutz begrüsst.

7.8.1 Haupteingang

Beim Haupteingang einer Anlage oder eines Objektes handelt es sich meistens um ein grosses ($10\text{--}20 \text{ m}^2$) Stahltor, welches in ein Stahlbetonportal eingesetzt wurde. Es bestehen die folgenden Möglichkeiten, wobei immer die Verhältnismässigkeit betreffend Zugang, Lage und Sichtbarkeit zu beachten ist:

- Ausbau von einfach «gewinnbaren» Stahlteilen (Recycling).
- Zusprenge von Stollen und Eingangsbereichen.
- Zubetonieren von kleineren Öffnungen und Stollen.
- Zuschütten von Eingangsbereichen mit Recyclingbaustoffen oder mit Blockwürfen.
- Kraftschlüssiges Zuschweissen aller Torflügel mit dem Rahmen.
- Überziehen aller Eingänge (Tor, Stahlbeton-Portalbauwerk) mit einer ca. 10 cm dicken, rauen Spritzbetonschicht. Grössere ebene Flächen (z.B. Tor) müssen mit einem Baustahlnetz armiert werden. Glatte Stahlteile sind eventuell vorgängig aufzurauen. Wo die Portalzone sichtbar ist und gewissen optischen Ansprüchen zu genügen hat, können dem Spritzbeton Farbstoffe zugemischt werden, um ihn dem verwitterten Fels ähnlich aussehen zu lassen, und die Oberfläche kann gemäss dem vorherrschenden Gefügebild des Gebirges strukturiert werden.

Bestehen weitergehende optische Ansprüche, können vor dem Portalbereich treppenartig Gabionen – mit Steinen gefüllte Drahtkörbe – aufgeschichtet werden. Anschliessend können Teilbereiche oder der ganze «Gabionenhügel» humusiert und bepflanzt werden. Die Arbeiten sind so zu projektieren, dass langzeitstabile Lösungen entstehen. Der Strassenbelag auf den Vorplätzen und auf den Zufahrtswegen ist zu entfernen und zu entsorgen. Anschliessend folgt die Humusierung und Begrünung. Im direkten Portalbereich sind standortgerechte, schnell wachsende, mehrere

Meter hohe Büsche anzusiedeln. Diese verdecken den eventuell optisch störenden, mit Spritzbeton versiegelten Portalbereich. Oberhalb der Portalzone können Hängepflanzen angesiedelt werden.

7.8.2 Andere Ausgänge

7.8.2.1 Notausgang

Bei den Notausgängen handelt es sich um kleinere Stahltüren in einem Portalbauwerk, welche fest in den Fels eingebunden sind. Sie sind meist erschwert zugänglich. Zur dauerhaften Schliessung dieser Öffnungen ist analog zum Verfahren des Haupteingangs vorzugehen.

7.8.2.2 Beobachter für Verteidigungsinfrastruktur

Bei den Beobachteröffnungen handelt es sich um von aussen her nicht oder nur sehr schwer zugängliche, kleinere Öffnungen. Sind die Öffnungen von aussen her nicht, d.h. nur mit Hilfsmitteln oder durch Klettern zugänglich, so erübrigt sich ein Verschluss von aussen her. Sinnvollerweise erfolgt dieser von innen durch Verschweissen der Stahltüre mit dem umgebenden Stahlrahmen. Handelt es sich um zugängliche Öffnungen, ist wie beim Haupteingang vorzugehen.

7.8.2.3 Kampfstand für Verteidigungsinfrastruktur

Je nach Lage wie Beobachter oder Haupteingang.

7.8.2.4 Bohrungen

Kernbohrungen sollten mindestens oberflächlich versiegelt werden. Beim konkreten Vorgehen muss zwischen horizontalen (oder nur schwach geneigten) Bohrungen und steil bis vertikal stehenden Bohrungen unterschieden werden. Horizontale oder nur leicht geneigte Kernbohrungen können mit druckloser Injektion von Zementmilch oder dünnflüssigem Mörtel dauerhaft verschlossen werden. Vertikale oder steil stehende Bohrungen sind vorgängig zu verstopfen und danach mit mehreren Injektionen von Zementmilch zu verfüllen. Wirtschaftlicher wäre die oberflächliche Verschlussung durch einen Betonpropfen im möglicherweise ohnehin vorhandenen Kabelkasten (Ausgiessen mit Beton).

7.8.2.5 Diverse Leitungsschächte:

Leitungsschächte werden abhängig von ihrer Grösse behandelt. Kleine Öffnungen mit einer Querschnittsfläche von einige dm² sollen wie Kernbohrungen behandelt werden, während grössere Schachtöffnungen wie Beobachteröffnungen verschlossen und entsprechend gesichert werden (Absturzsicherung innen und vor allem aussen) .

7.8.3 Allgemeine Empfehlungen des KOMZ Natur

Unverkleidete, feuchte Felshöhlen haben bis mindestens 1000 m ü.M. ein Potenzial als Winterquartier für die drei in der Schweiz vom Aussterben bedrohten Taxa Fledermäuse, Amphibien und Reptilien – und als Bruthöhlen für gewisse Vogelarten. Es wird empfohlen:

- Für allfällige Über- und Zuschüttungen soll kein ortsfremdes Material eingesetzt werden, um das Einschleppen von Problempflanzen zu vermeiden.
- Schlecht einsehbare Stollenöffnungen bleiben im oberen Bereich auf 12 cm Höhe und 40 cm Breite unverschlossen und ermöglichen so den Einflug für Fledermäuse.
- Gleichenorts soll bodeneben eine Öffnung von 3 cm Höhe und 10 cm Breite für überwinterte Kleinsäuger, Amphibien und Reptilien ausgespart werden. Die bodenebene Öffnung empfiehlt sich allerdings nur dort auszusparen, wo damit keine Amphibienfallen wie Treppen oder Schächte erschlossen werden. Allenfalls sind Befreiungsrampen zu erstellen.
- Für individuelle Fachberatung steht das KOMZ Natur- und Denkmalschutz zur Verfügung.

7.9 Projektierungshinweise für ein Entwässerungskonzept

7.9.1 Entwässerung während den Rückbauarbeiten (SIA Empfehlung 431)

Das Entwässerungskonzept regelt die Behandlung und Ableitung der Baustellenabwässer. Ein Entwässerungskonzept regelt zudem die notwendigen Massnahmen bei ausserordentlichen Ereignissen und Störungen. Es sind alle während der gesamten Bauausführung zu erwartenden verschmutzten und nicht verschmutzten Abwässer zu berücksichtigen. Umfang und Detaillierungsgrad des Entwässerungskonzeptes sind der potentiellen Umweltgefährdung durch die zu erwartenden Abwässer anzupassen.

Das Entwässerungskonzept beschreibt Art und Umfang der Baustellenentwässerung, so z.B.

- die Bezeichnung und Fassung der einzelnen Abwasserarten;
- die Vorbehandlung des Baustellenabwassers (Vordimensionierung der Anlagen);
- die Wiederverwendung, Ableitung, Einleitung, Versickerung des Abwassers;
- die notwendigen Kontrollmessungen der Abwasserqualität und -menge;
- die vorzukehrende Massnahmen bei ausserordentlichen Ereignissen.

7.9.1.1 Projektierungsgrundsätze

- Abwässer sind möglichst zu vermeiden, zu vermindern, separat zu fassen, zu rezirkulieren, zu behandeln oder abzuleiten.
- Die einzelnen Abwasserströme sind möglichst am Ort ihres Anfalls, vor der Vermischung mit anderen Abwässer zu fassen.
- Verschmutztes Abwasser muss auf der Baustelle mittels Sedimentation bzw. Neutralisation vorbehandelt werden.
- Durch die Einleitung von Baustellenabwasser in ein oberirdisches Gewässer darf dieses nicht eingetrübt werden. Es dürfen sich im Gewässer keine Ablagerungen von Schlamm oder anderen Feststoffen bilden.
- Wassergefährdende Stoffe dürfen weder im Boden versickert noch in ein Gewässer oder in eine Kanalisation gelangen.

7.9.2 Entwässerung im Endzustand

Das Entwässerungskonzept muss Aussagen über den Endzustand der stillgelegten Anlage machen, insbesondere sind folgende Punkte zu beachten:

- Trennen der Schmutzwasserleitung vom Gemeindeleitungsnetz (Abwassergebühren).
- Wassereinstauprognose.
- Abführen und Versickern des Bergwassers.

7.10 Projektierungshinweise für ein Entsorgungskonzept

Es sind die Voraussetzungen zu schaffen, dass auf der Baustelle (1) möglichst wenig Abfälle entstehen, (2) nicht vermeidbare Abfälle möglichst verwertet und (3) nicht verwertbare Abfälle umweltgerecht entsorgt werden. Art, Umfang und Organisation der Abfalltrennung sind nach SIA 430 zu beschreiben.¹ Weiter sind zu ermitteln

- die zu erwartenden Materialgruppen und -fraktionen und deren Menge;
- der zeitliche Anfall der Abfälle;
- soweit erforderlich, werden im Entsorgungskonzept die einzuhaltenden Transportarten und -wege und die Art der Entsorgung bestimmt.

¹ Ein Arbeitshilfsmittel für die Erstellung eines Baustellen-Entsorgungskonzeptes findet sich unter <http://www.abfall.ch/>. Schulungunterlagen finden sich unter <http://www.baupunktumwelt.ch/>.

7.10.1 Ausbauasphalt

Asphaltbeläge aus der Zeit vor 1970 können übermässige Anteile von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) beinhalten. Asphalt ist durch ein entsprechend qualifiziertes Labor auf PAK untersuchen zu lassen. Kleinmengen unter 30 m³ können ohne Analyse entsorgt werden (siehe auch Bafu 2006b).

7.10.2 Aushub

Unverschmutztes Material aus Aushub-, Ausbruch- und Abraumarbeiten kann ohne Einschränkungen einer Verwertung zugeführt werden (Bafu 1999). Aushubmaterial, das den Anforderungen an unverschmutztem Material nicht entspricht, wird als verschmutzter Aushub bezeichnet und ist gemäss TVA zu behandeln oder abzulagern.

7.10.3 Bauschutt

Als Bauschutt werden mineralische Bauabfälle gemäss Anhang 1 der TVA bezeichnet, die zu mindestens 95 Gewichtsprozent aus Steinen oder gesteinsähnlichen Bestandteilen bestehen und nicht mit Sonderabfällen vermischt sind. Für die Verwertung wird der Bauschutt gemäss Bafu (2006b) in folgende Fraktionen unterteilt:

- Ausbruchasphalt: Oberbegriff für den durch schichtweises Kaltfräsen von Asphaltbelag gewonnenen Fräsasphalt und den beim Aufbrechen bituminöser Schichten in Schollen anfallenden Aufbruchasphalt.
- Strassenaufbruch: Oberbegriff für das durch Ausheben, Aufbrechen oder Fräsen von nicht gebundenen Fundations- und Tragschichten gewonnene Material.
- Betonabbruch: Durch Abbrechen oder Fräsen von bewehrten oder unbewehrten Betonkonstruktionen und -belägen gewonnenes Material.
- Mischabbruch: Gemisch mineralischer Fraktionen von Massivbauten wie Beton, Backstein-, Kalkstein- und Natursteinmauerwerk.

7.10.4 Bausperrgut

Andere Bauabfälle, die keiner der übrigen Gruppen zugeordnet werden können. Sie enthalten verschiedene Materialien. Aufteilung in Brennbares, Holz, Metalle, Kunststoffe, mineralische Fraktion, kompostierbare Abfälle, vermischte Materialien. Diese gemäss Mehrmuldenkonzept des Schweizerischen Baumeisterverband (SBV undatiert) sogenannte «Mulde 4» wird in Bausperrgutsortieranlagen verwertet.

7.10.5 Sonderabfälle

Abfälle, die aufgrund ihrer Eigenschaften bei unsachgemäßem Umgang gefährlich sein können oder einer besonderen Behandlung bedürfen. Ihre Entsorgung richtet sich nach den Bestimmungen der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVa).



Figur 5: Mehrmuldenkonzept. Die Baustelle ist so zu organisieren, dass die Abfälle vor Ort getrennt und in Einstoffmulden (Mulde 1) gesammelt werden.

Quelle: SBV (undat.).

7.11 Projektierungshinweise für ein Rekultivierungskonzept

Gemäss VBBo ist die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten und abgetragenes Bodenmaterial ist wieder als Boden zu verwenden. Bodenmaterial darf nicht durch Abfälle verschmutzt werden.

7.11.1 Richtlinien für die Rekultivierung

Für die Arbeiten sind FSKB (1991, 2001) und Bafu (2001a) zu beachten. Allgemeines und oberstes Ziel ist die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und die Bekämpfung von Neophyten. Dieses Ziel kann durch folgende Massnahmen erreicht werden:

- Boden nur im gut abgetrockneten, genügend tragfähigen Zustand befahren,
- nur geeignete Maschinen und Verfahren einsetzen,
- nur neophytenfreier Unter- und Oberboden verwenden,
- unnötige Fahrten vermeiden,
- Fläche des Eingriffes möglichst klein halten,
- jede unnötige Umlagerung von Boden, insbesondere Abhumusieren, vermeiden,
- Boden nie länger unbepflanzt, d.h. brach und somit ungeschützt, liegen lassen (Schutz vor Erosion und Neophyten) und
- Boden mit standortgerechten Pflanzen begrünen.

Für die Rekultivierung sind folgende Punkte zu beachten:

- Alle Arbeiten sind so auszuführen, dass der Wasserhaushalt des Bodens nicht gestört wird.
- Erdmaterial ist sorgfältig zu behandeln. Nasse Erde ist plastisch und wird leicht verdichtet. Sie darf nicht befahren werden. Humus darf in nassem Zustand auch nicht geschüttet werden. Wenn der Unterboden befahren werden muss, z.B. beim Anlegen des Humus, sind immer die gleichen Pisten zu benutzen. Diese müssen aufgelockert werden, bevor darüber Humus angelegt wird.
- Es ist möglichst ein Gefälle zu erstellen, damit das überschüssige Regenwasser abfließen kann. Der Sickerhorizont (Entwässerungsschicht) muss durchgehend und unverletzt sein. Wurde das Gelände mit durchlässigem Material aufgefüllt, welches das Wasser ungehindert versickern lässt, braucht kein flächendeckendes Entwässerungssystem angelegt werden. In diesem Fall genügt es, die oberste, verdichtete Schicht der Planie aufzureissen und zu lockern. Alle Stellen, an denen Staunässe entstehen könnte, sind sofort zu sanieren.
- Bei der Schichtstärke sind spätere Setzungen zu berücksichtigen.
- Unter- und Oberboden werden immer in Gefällsrichtung angelegt. Wenn die Schichten von unten nach oben angelegt werden, kann der Boden durch abfliessendes Regenwasser vernäsen, was bei der weiteren Arbeit Verdichtungen zur Folge hat.

7.11.2 Landwirtschaftliche Nutzung

Der Bodenaufbau erfolgt in Anlehnung an die natürliche Bodenverhältnisse in drei Arbeitsgänge: Erstellen der Rohplanie, Auftrag von Unterboden und Oberboden. Daraus ergeben sich folgende Anforderungen an die Qualität des Unter- und Oberbodens:

- Unterbodenmaterial: Mächtigkeit mindesten 50 cm. Oberflächennah abgetragen, verwittert, gut strukturiert, wasserdurchlässig, durchwurzelbar, kein hoher Humusgehalt. Es darf kein Aushub von Muttergestein verwendet werden.
- Oberbodenmaterial: Mächtigkeit ca. 30 cm. Aus einem natürlich gewachsenen Boden stammend (maximal oberste 40 cm), humusreich, intensiv verwittert, belebt. Es muss sichergestellt sein, dass es keine unzulässige Schadstoffbelastung aufweist. Je nach Herkunft (belastete Standorte oder Bodenbelastungsgebiete) ist vor dem Einbau eine Schadstoffanalyse nötig. Nicht eingesetzt werden dürfen Torf, Kompost, und getrockneter Klärschlamm.

Die sorgfältige Rekultivierung, nach erfolgter Auffüllung bis zur ersten ackerbaulichen Nutzung, kann bis zu fünf Jahre in Anspruch nehmen. Sie soll die biologische Aktivität aufbauen und den Boden stabilisieren und restrukturieren.

7.11.3 Waldwirtschaftliche Nutzung

Frisch angelegtes Bodenmaterial ist rasch zu begrünen, um Erosions- und Verschlammungsschäden zu vermeiden. Es empfiehlt sich, einen Vorbau mit Pionierbaumarten anzupflanzen.

7.11.4 Geschützte Pflanzen, Tiere und Lebensräume

Die Rekultivierung und Begrünung erfolgt gemäss den rechtskräftigen Schutzzielen.

8 Werkeigentümerhaftung

8.1 Allgemeines

Die Eidgenossenschaft haftet für alle Schäden, die durch einen Mangel eines Werkes, welches in ihrem Eigentum steht, verursacht werden. Nach der Veräusserung entfällt die Haftung. Der Schaden kann entstehen, weil eine Person oder ein Tier vom Werk herunterfällt, in dieses hineinfällt oder an einem Werkteil verletzt wird. Der Schaden kann aber auch durch ab- oder umfallende Werkteile oder auslaufende Flüssigkeiten entstehen.

Damit eine Haftung eintritt, muss ein Werkmangel vorliegen. Grundsätzlich gilt, dass der Eigentümer eine niemanden und nichts gefährdende Existenz und Funktion des Werkes garantieren muss. Massgeblich ist, wer und was mit dem Werk in Kontakt geraten kann. Dabei darf von einem normalen, d.h. vernünftigen und vorsichtigen Verhalten des Werkbenützers ausgegangen werden. Ist voraussehbar, dass Kinder mit dem Werk in Kontakt kommen können, so ist von einem normalen Verhalten eines Kindes auszugehen. Das Rückbau- oder Stilllegungsprojekt hat so zu erfolgen, dass der Eigentümerversorger mit keinen Forderungen bezüglich Werkeigentümerhaftung zu rechnen hat.

8.2 Unfallverhütung durch Objektsicherung

Besteht die Gefahr, dass sich Personen oder Tiere an einem Werk verletzen können, so ist entweder der Zutritt zu verhindern oder das Werk zu sichern. Sicherungen verhindern entweder den gefährlichen Kontakt (z.B. durch Zäune, Verriegelungen etc.) oder machen den Kontakt gefahrlos (z.B. durch Abschleifen von gefährlichen Kanten oder durch Geländer etc.). Massgeblich ist der voraussehbare Personenkreis, der mit dem Werk in Kontakt geraten kann. Dabei sind die Lage sowie die Beschaffenheit des Werkes massgeblich.

Je gefährlicher ein Werk für die Benutzer ist, umso eher stellt eine fehlende oder mangelhafte Werksicherung einen Werkmangel dar. Die Werksicherung muss den Benutzer vor Risiken schützen, die er nicht ohne weiteres erkennen kann. Vor offensichtlichen Risiken wie beim Fassadenklettern müssen die Vorkehrungen nicht schützen.

Die Werksicherung muss dem voraussehbaren Verhalten eines vernünftigen und sorgfältigen Benutzers (oder eines Kindes) angemessen sein. Es ist zu beachten, dass Schutzmassnahmen beim Benutzer ein Sicherheitsgefühl auslösen, welches ihn zu unsorgfältiger Werknutzung verleiten könnte. Welche Schutzmassnahmen erforderlich sind, muss für jedes Werk individuell bestimmt werden.

Schutzvorrichtungen sind regelmässig zu unterhalten. Mangelhafte Schutzmassnahmen, die nicht geeignet sind, eine Schädigung abzuwenden, stellen einen Werkmangel dar. Können sie aus welchen Gründen auch immer nicht unterhalten werden, so sind sie zu entfernen.

8.3 Verbotstafeln, Warnhinweise und Haftungsausschlüsse

Verbotstafeln oder Warnhinweise bewirken in der Regel keinen Haftungsausschluss. Allenfalls kann durch sie ein Verhalten des Benutzers vorausgesetzt werden, das den Risiken, vor denen die Hinweise warnen, angepasst ist. Warnhinweise sind, damit sie überhaupt eine Wirkung haben, möglichst präzise zu formulieren (z.B. «Achtung Ausrutschgefahr»). Die verwendete Sprache ist dem voraussehbaren Benutzerkreis anzupassen. Allenfalls sind die Tafeln mehrsprachig zu beschriften. Warnhinweise und Verbotstafeln müssen so angebracht werden, dass sie vom Benutzer frühzeitig und ohne besondere Aufmerksamkeit bemerkt werden können. Gegenüber Kindern haben Verbotstafeln und Warnhinweise keine Wirkung. Warnhinweise sind in jedem Fall dort angebracht und sinnvoll, wo ein Publikumskontakt unvermeidbar ist (z.B. bei Wanderwegen durch eine Anlage mit Leitern oder gefährlichen Treppen). Haftungsausschlüsse («Betreten auf eigene Gefahr») haben in der Regel keine Wirkung.

9 Grundlagen

9.1 Gesetzliche Grundlagen¹

AltIV	Verordnung über die Sanierung von belasteten Standorten (Altlastenverordnung vom 26. August 1998 (SR 814.680))
ArG	Bundesgesetz über die Arbeit in Industrie, Gewerbe und Handel (Arbeitsgesetz) vom 13. März 1964 (SR 822.11)
BauAV	Verordnung über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer bei Bauarbeiten (Bauarbeitenverordnung) vom 29. Juni 2005 (SR 832.311.141)
BGA	Bundesgesetz über die Archivierung (Archivierungsgesetz) vom 26. Juni 1998 (SR 152.1)
ChemG	Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz) vom 15. Dezember 2000 (SR 813.1)
ChemRRV	Verordnung zur Reduktion von Risiken beim Umgang mit bestimmten besonders gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und Gegenständen (Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung) vom 18. Mai 2005 (SR 814.81)
ChemV	Verordnung über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikalienverordnung) vom 18. Mai 2005 (SR 813.11)
E-VAI	Verordnung des VBS über die Ausserbetriebnahme von Immobilien des VBS (geplant)
GSchG	Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) vom 24. Januar 1991 (SR 814.20)
GSchV	Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (SR 814.201)
LRV	Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (SR 814.318.142.1)
LSV	Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986 (SR 814.41)
LVA	Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen vom 18. Oktober 2005 (SR 814.610.1)
MG	Bundesgesetz über die Armee und die Militärverwaltung (Militärgesetz) vom 3. Februar 1995 (SR 510.10)
MPV	Verordnung über das Plangenehmigungsverfahren für militärische Bauten und Anlagen (Militärische Plangenehmigungsverordnung) vom 13. Dezember 1999 (SR 510.51)
NHG	Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz vom 1. Juli 1966 (SR 451)
RPG	Bundesgesetz über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz) vom 22. Juni 1979 (SR 700)
StSG	Strahlenschutzgesetz vom 22. März 1991 (SR 814.50)
StSV	Strahlenschutzverordnung vom 22. Juni 1994 (SR 814.501)
TVA	Technische Verordnung über Abfälle vom 10. Dezember 1990 (SR 814.600)
USG	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) vom 7. Oktober 1983 (SR 814.01)
VBBö	Verordnung über die Belastung des Bodens vom 1. Juli 1998 (SR 814.12)
VBGA	Verordnung zum Bundesgesetz über die Archivierung (Archivierungsverordnung) vom 8. September 1999 (SR 152.11)
VeVa	Verordnung über den Verkehr mit Abfällen vom 22. Juni 2005 (SR 814.610)

¹ <http://www.admin.ch/ch/d/sr/>

VILB	Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes vom 5. Dezember 2008 (SR 172.010.211)
VREG	Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte vom 14. Januar 1998 (SR 814.620)
VUV	Verordnung über die Verhütung von Unfällen und Berufskrankheiten (Verordnung über die Unfallverhütung) vom 19. Dezember 1983 (SR 832.30)

9.2 Technische Abkürzungen

C	Kohlenstoff
Cd	Cadmium
CH ₄	Methan
Cl	Chlor
CO ₂	Kohlendioxid
Cr	Chrom
Cu	Kupfer
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
FE	Eisen
g	Raumgewicht des Gesteins
H ₂ O	Wasser
HCl	Salzsäure
HF	Flusssäure
Hg	Quecksilber
K	Seitendruckbeiwert
kg	Kilogramm
Mg	Magnesium
Ni	Nickel
O ₂	Sauerstoff
PAK	polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
Pb	Blei
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCT	Polychlorierte Terphenyle
PO ₄	Phosphat
PVC	Polyvinylchlorid
s	einaxiale Gesteinsdruckfestigkeit
Si	Silizium
Sn	Zinn
SO ₄	Sulfat
t	Tonnen
Ti	Titan
v	Poissonziffer
Zn	Zink
η	Sicherheitsquotient

9.3 Weitere Abkürzungen

ADAB	Arbeitsgruppe Natur- und Denkmalschutz bei militärischen Kampf- und Führungsbauten
------	--

Alvo	Arbeitsgruppe Liquidations-Vorgaben
ar Immo	armasuisse Immobilien
Bafu	Bundesamt für Umwelt
BM	Baumanagement (OE)
CL	Checkliste
CL Umwelt PM	Checkliste Umwelt Projektmanagement Immobilien
Ekas	Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit
FAK	Feldanschlusskasten
FB	Fachbereich
FSKB	Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie
FM	Facility Management (OE)
FUB	Führungsunterstützungsbasis
GS VBS	Generalsekretariat VBS
HOBIM	Hochbauinventar Militär
KbS	Kataster der belasteten Standorte
KOMZ	Kompetenzzentrum
MAD	Management Dispositionsbestand (Organisationseinheit)
MMK	Mehrmuldenkonzept
OE	Organisationseinheit
RU	Raum und Umwelt (GS VBS)
SBV	Schweizerischer Baumeisterverband
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SIP	Strategische Immobilienprojekte (OE)
SN	Schweizer Norm
SR	Systematische Sammlung des Bundesrechts
Suva	Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
TT	Hausinstallationskabel, Isolation und Mantel aus Thermoplast
UTA	Unterfelstankanlage
VA	Verfahrensanweisung
VBS	Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
VFK	Verdachtsflächenkataster VBS
VSA	Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

9.4 Mitgeltende Unterlagen des VBS

Laufend nachgeführte Checklisten zur technischen Weisung¹

- Asbest in militärischen Bauten und Infrastrukturen.
- Fledermausschutz.
- Neophyten.
- PCB in Fugendichtungen.
- Umwelt Projektmanagement Immobilien.

Ergänzende Unterlagen

- Bundesarchiv (2006) Unterlagen dem Schweizerischen Bundesarchiv anbieten (Wegleitung).

¹ <http://www.ar.admin.ch/internet/armasuisse/de/home/dok/vorschrift/umwelt.html>

- GS VBS (1998) Historische Untersuchung, Pflichtenheft für die Technische Untersuchung von Parzellen mit Altlastenverdacht (Wegleitung).
- GS VBS (1999) Verdachtsflächenkataster VBS: Arbeitshilfe für die Vorbereitung eines Auftrags für die Untersuchung von belasteten Standorten.
- VBS (2001) Alvo-Behelf (Liquidationsvorgaben für Kampf- und Führungsbauten).
- VBS (2007) Weisungen über die Hinweisinventare in den Bereichen Denkmalpflege und Naturschutz vom 26. Februar 2007.

9.5 Unterlagen des Bundes¹

- Bafu (1999) Richtlinie für die Verwertung, Behandlung und Ablagerung von Aushub-, Abraum- und Ausbruchmaterial (Aushubrichtlinie).
- Bafu (2001a) Bodenschutz beim Bauen. Leitfaden Umwelt 10.
- Bafu (2001b) Verwertung von ausgehobenem Boden (Wegleitung Bodenaushub).
- Bafu (2003) Abfall- und Materialbewirtschaftung bei UVP-pflichtigen und nicht UVP-pflichtigen Projekten (Wegleitung).
- Bafu (2006a) Baulärm-Richtlinie. Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1987. Umwelt-Vollzug 06|06.
- Bafu (2006b) Richtlinie für die Verwertung mineralischer Bauabfälle. Ausbauasphalt, Strassen-aufbruch, Betonabbruch, Mischabbruch. Umwelt-Vollzug 31|06.
- Bafu (2009a) Bewilligung von Anlagen mit in der Luft stabilen Kältemitteln. Wegleitung betreffend Bewilligungspflicht für stationäre Anlagen mit mehr als 3 kg in der Luft stabilen Kältemitteln. Umwelt-Vollzug 15|09.
- Bafu (2009b) Luftreinhaltung auf Baustellen. Richtlinie über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoff-Emissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft).
- BAV (2002) Planung von Gleisaushubarbeiten, Beurteilung und Entsorgung von Gleisaushub (Gleisaushubrichtlinie).
- Bundesarchiv (1999) Weisung über die Anbietepflicht und die Ablieferung von Unterlagen an das Schweizerische Bundesarchiv.

9.6 Normen, Wegleitungen und Empfehlungen

9.6.1 Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA)²

- SIA Norm 112:2001 Leistungsmodell.
- SIA Norm 198:2004 Untertagbau.
- SIA Empfehlung 430:1993 Entsorgung von Bauabfällen.
- SIA Empfehlung 431:1997 Entwässerung von Baustellen.

9.6.2 Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS)³

- SN 640 312a:1992 Erschütterungseinwirkungen auf Bauwerke.
- SN 640 581a:1999 Erdbau, Boden; Grundlagen.
- SN 640 582:1999 Erdbau, Boden; Erfassung des Ausgangszustandes, Triage des Bodenaushubes.

¹ <http://www.bafu.admin.ch/publikationen/>

² <http://www.sia.ch/>

³ <http://www.vss.ch/>

- SN 640 583:2000 Erdbau, Boden; Eingriff in den Boden, Zwischenlagerung, Schutzmassnahmen, Wiederherstellung und Abnahmen.

9.6.3 Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute (VSA)¹

- SN 592 000:2002 Planung und Erstellung von Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung.

9.6.4 Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (Suva)²

- Suva (1998) Asbest und andere faserförmige Arbeitsstoffe: Gesundheitsgefährdung und Schutz-massnahmen. Nr. 66 080.
- Suva (2004) Asbest erkennen – richtig handeln. Nr. 84 024.
- Suva (2007) Checkliste: Rückbau- und Abbrucharbeiten. Nr. 67 151.

9.6.5 Andere Organisationen

- Ekas (2008) Asbest. Luzern: Eidgenöss Koordination Kommission Arbeitssicherheit, Richtlinie.
- FSKB (2001) Kulturland und Kiesabbau: Richtlinie für den fachgerechten Umgang mit Böden. Bern: Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie.
- FSKB (1991) Wald und Kiesabbau: Richtlinie für die Aufforstung von Kiesgruben. Bern: Fachverband der Schweizerischen Kies- und Betonindustrie.
- SBV (undat.) Mehrmuldenkonzept (MMK). Zürich: Schweizerischer Baumeisterverband.

9.7 Referenzen

Brady BHG, Brown ET (1985) Rock mechanics for underground mining. London: Allen & Unwin. 527 p.

Hem JD (1985) Study and interpretation of the chemical characteristics of natural waters. Alexandria US Geol Survey, Water-Supply Paper 2254, 3 ed. 264 p.

Krenkler K (1980) Chemie des Bauwesens: Anorganische Chemie. Berlin: Springer. 494 p.

Laske D, Wiedemann KH (1983) Korrosionsverhalten von metallischen und nicht metallischen Werkstoffen in verschiedenen Medien im Anhydrit und Gipsbergwerk Felsenau/AG. Wettingen: Nagra, Techn Ber 83-17. 30 p.

Neumüller OA , editor (1979) Römpps Chemie-Lexikon. Stuttgart: Franckh. 8 ed.

Roth L, editor (1990) Wassergefährdende Stoffe. Landsberg/Lech: Ecomed.

Stückelberger J, Hostettler M (2010) Desinvestitionskonzept für technische Anlagen und Verkehrsanlagen. Bern: Cycad AG. 38 p.

¹ <http://www.vsa.ch/publikationen/>

² <http://www.suva.ch/>