



Bundesministerium  
für Verkehr, Bau  
und Stadtentwicklung

Bundesministerium  
der Verteidigung

## **Arbeitshilfen**

zur wirtschaftlichen Erkundung, Planung und Räumung  
von Kampfmitteln auf Liegenschaften des Bundes

(Arbeitshilfen Kampfmittelräumung - AH KMR)



Herausgeber der Arbeitshilfen Kampfmittelräumung sind:

<b>Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung</b>	<b>Bundesministerium der Verteidigung</b>
Referat B 13 Krausenstr. 17-20 10117 Berlin	Referat WV III 6 Fontainengraben 150 53123 Bonn

An der Erstellung wirkte der Arbeitskreis Kampfmittelräumung mit:

**Arbeitskreis  
Kampfmittelräumung**

- Dipl.-Ing. Arndt, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung  
Winfried.Arndt@bmvbs.bund.de
- Dipl.-Ing. Sieber, Bundesministerium der Verteidigung  
MichaelaSieber@bmvg.bund.de
- Dipl.-Ing. Behnke (ausgeschieden), Bundesministerium der Verteidigung
- Dipl.-Geol. Bernhardt, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover  
bernhardt@mullundpartner.de
- PHK Bleicher, Zentrale Polizeidirektion Hannover, Dezer-  
nat 23 / Kampfmittelbeseitigung  
Thomas.Bleicher@polizei.niedersachsen.de
- Dipl.-Geophys. Brakemeier, Oberfinanzdirektion Hanno-  
ver, Landesbauabteilung, Leitung des Arbeitskreises  
Ulrich.Brakemeier@ofd-lba.niedersachsen.de
- Dipl.-Ing. Oberstleutnant Braun, Streitkräfteunterstüt-  
zungskommando, Köln-Wahn  
EberhardBraun@bundeswehr.org
- Dipl.-Ing. van Deel (ausgeschieden), Bundesministerium  
der Verteidigung
- Dipl.-Ing. Döring, Ingenieurbüro Döring GmbH, Berlin  
doering.gmbh@t-online.de
- Dipl.-Ing. Engling, Hannover  
huf.Engling@t-online.de
- Dipl.-Ing. Fischer (†), Bezirksregierung Hannover, Kampf-  
mittelbeseitigung
- Dipl.-Ing. Friedrich, Brandenburgischer Landesbetrieb  
für Liegenschaften und Bauen (BLB), Fachbereich Bun-  
desbau  
Steffen.Friedrich@blb.brandenburg.de
- Dipl.-Ing. Gensitz (ausgeschieden), Oberfinanzdirektion  
Cottbus, Bauabteilung
- Dipl.-Ing. Groß-Rieling, Bundesministerium für Verkehr,  
Bau und Stadtentwicklung  
Heike.Gross-Rieling@bmvbs.bund.de

- Dipl.-Ing. Hain, Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst  
roland.hain@polizei.brandenburg.de
- Herr Koch (ausgeschieden), Ministerium des Innern des Landes Brandenburg
- Dipl.-Ing. Koch (ausgeschieden), Staatliches Baumanagement Munster
- Herr Krämer, Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst  
wilfried.kraemer@polizei.brandenburg.de
- Dipl.-Ing. Langer, Oberfinanzdirektion Hannover, Landesbauabteilung  
Susanne.Langer@ofd-lba.niedersachsen.de
- TEL Lückert, Zentrale Polizeidirektion Hannover, Dezernat 23 / Kampfmittelbeseitigung  
Willi.Lueckert@polizei.niedersachsen.de
- Dipl.-Ing. Mollitor, Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand und Katastrophenschutz (LPBK), Munitionsbergungsdienst Mecklenburg-Vorpommern  
robert.mollitor@lpbk.de
- Dipl.-Geol. Muckel, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover  
muckel@mullundpartner.de
- Dipl.-Ing. Reinhardt (ausgeschieden), Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst
- Dipl.-Ing. Riemer (ausgeschieden), Zentrale Polizeidirektion Hannover, Dezernat 23 / Kampfmittelbeseitigung
- Herr Schmitt, Oberstleutnant a.D., BDWFT, Stein-Neukirch  
g.schmitt@onlinehome.de
- Dipl.-Ing. Stöter, Ing.-Büro Stöter, Berlin  
Stoeter@alice-dsl.de
- Dipl.-Ing. Vathke (ausgeschieden), Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg, Kampfmittelbeseitigungsdienst

### Fachbeiträge

Für die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung wurden Fachbeiträge durch die Mitglieder des Arbeitskreises sowie von folgenden Autoren und Institutionen erarbeitet:

- Dipl.-Ing. Fricke, Dresdner Sprengschule GmbH, Dresden  
info@sprengschule-dresden.de
- Dipl.-Geophys. Dr. Krummel, geoFact GmbH, Bonn  
geofact@t-online.de
- Dipl.-Ing. Rennert, Dresdner Sprengschule GmbH, Dresden  
info@sprengschule-dresden.de
- Herr Steiner (RA), Steiner Anwaltskanzlei, Essen  
steiner@verwaltungsrecht.de

## Hinweise zur Gliederung der AH KMR

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung (AH KMR) gliedern sich in den Textteil, die Anhänge und optional ergänzende Materialien:

- Der **Textteil** beschreibt die wesentlichen Grundlagen, die bei der Erkundung, Beurteilung und Räumung von Kampfmittelverdachtsflächen bzw. Kampfmittelbelastungen zu berücksichtigen sind. Der Textteil stellt damit die Basis für die in den Anhängen formulierten Informationen und Arbeitshilfen dar.
- Die **Anhänge** gliedern sich in die vier Teile:
  - Erläuterung fachtechnischer Aspekte und Vorgehensweisen (Anhänge 1 bis 6) mit den Schwerpunkten
    - Verfahrensabläufe (Anhang 1),
    - Phase A - Historische Erkundung (Anhang 2),
    - Phase B - Technische Erkundung und Gefährdungsabschätzung (Anhang 3),
    - Phase C - Kampfmittelräumung (Anhang 4),
    - Arbeitsschutz (Anhang 5),
    - Dokumentation (Anhang 6).
  - Arbeitshilfen für die Erstellung von Verdingungsunterlagen
    - Leistungsbilder Ingenieurleistungen (Anhang A-7),
    - Leistungsbeschreibung gewerbliche Leistungen (Anhang A-8).
  - Technische Spezifikationen, die Anforderungen an die Leistungen definieren und die Vertragsbestandteil werden, mit den Teilen
    - Phasenübergreifend (Anhang A-9.1),
    - Phase A (Anhang A-9.2),
    - Phase B (Anhang A-9.3),
    - Phase C (Anhang A-9.4).
  - Weitere, ergänzende Informationen (Anhang A-10) mit Glossar, Literaturverzeichnis und Adressenliste.
- Mit den **Materialien** werden ausgewählte, beispielhafte Grundsatzstudien oder liegenschaftsbezogene Beispielprojekte dokumentiert. Mit Hilfe der Materialien können aktuelle Entwicklungen und allgemein interessierende Informationen bereitgestellt werden.

Die Arbeitshilfen sind im Internet unter

- [www.ah-kmr.de](http://www.ah-kmr.de),
- [www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de](http://www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de)

als PDF-Datei und teilweise als bearbeitbare Vorlage bereitgestellt.



	Vorwort.....	1
1	Geltungsbereich und Ziele.....	3
2	Definitionen.....	5
3	Rechtsgrundlagen.....	11
3.1	Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern.....	11
3.2	Kostenverteilung zwischen Bund und Ländern.....	13
3.3	Sonstige gesetzliche Regelungen des Bundes für den Umgang mit Kampfmitteln.....	14
4	Das Phasenschema Kampfmittelräumung.....	19
4.1	Phase A - Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung.....	19
4.2	Phase B - Technische Erkundung der Kampfmittelbelastung und Gefährdungsabschätzung.....	23
4.3	Phase C - Räumkonzept, Ausschreibung und Durchführung einer Kampfmittelräumung.....	25
5	Bewertung und Gefährdungsabschätzung.....	27
5.1	Grundsätze der Bewertung.....	27
5.2	Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen.....	28
6	Räumkonzept.....	29
6.1	Einleitung.....	29
6.2	Planungsschritte zum Räumkonzept.....	30
6.3	Dokumentation des Räumkonzeptes.....	33
7	Vergabe von Leistungen.....	35
7.1	Grundsätzliches zur Vergabe.....	35
7.2	Arten der Leistungen.....	36
7.3	Ingenieurleistungen.....	38
7.4	Gewerbliche Leistungen.....	41
8	Dokumentation.....	47
	Abkürzungsverzeichnis.....	49

Anhänge

<b>A-1</b>	<b>Verfahrensabläufe.....</b>	<b>A-1.1 - 1</b>
A-1.1	Verfahrensablauf Bund.....	A-1.1 - 1
A-1.1.1	Zuständigkeiten.....	A-1.1 - 1
A-1.1.2	Projektmanagement.....	A-1.1 - 3
A-1.2	Bundeswehr.....	A-1.2 - 1
A-1.2.1	Definition Bundeswehr.....	A-1.2 - 1
A-1.2.2	Verfahrensablauf Bundeswehr.....	A-1.2 - 11
A-1.3	Verfahrensablauf Länder.....	A-1.3 - 1
A-1.3.1	Baden-Württemberg.....	A-1.3.1 - 1
A-1.3.2	Bayern.....	A-1.3.2 - 1
A-1.3.3	Berlin.....	A-1.3.3 - 1
A-1.3.4	Brandenburg.....	A-1.3.4 - 1
A-1.3.5	Bremen.....	A-1.3.5 - 1
A-1.3.6	Hamburg.....	A-1.3.6 - 1
A-1.3.7	Hessen.....	A-1.3.7 - 1
A-1.3.8	Mecklenburg-Vorpommern.....	A-1.3.8 - 1
A-1.3.9	Niedersachsen.....	A-1.3.9 - 1
A-1.3.10	Nordrhein-Westfalen.....	A-1.3.10 - 1
A-1.3.11	Rheinland-Pfalz.....	A-1.3.11 - 1
A-1.3.12	Saarland.....	A-1.3.12 - 1
A-1.3.13	Sachsen.....	A-1.3.13 - 1
A-1.3.14	Sachsen-Anhalt.....	A-1.3.14 - 1
A-1.3.15	Schleswig-Holstein.....	A-1.3.15 - 1
A-1.3.16	Thüringen.....	A-1.3.16 - 1
<b>A-2</b>	<b>Phase A.....</b>	<b>A-2.1 - 1</b>
A-2.1	Historische Erkundung.....	A-2.1 - 1
A-2.1.1	Einleitung.....	A-2.1 - 1
A-2.1.2	Die historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung.....	A-2.1 - 3
A-2.1.3	Informationsquellen.....	A-2.1 - 11
A-2.1.4	Verursachungszenarien.....	A-2.1 - 23
A-2.1.4.1	Einleitung.....	A-2.1 - 23
A-2.1.4.2	Luftangriffe.....	A-2.1 - 25
A-2.1.4.3	Bodenkämpfe.....	A-2.1 - 37
A-2.1.4.4	Munitionsvernichtung.....	A-2.1 - 43
A-2.1.4.5	Militärischer Regelbetrieb.....	A-2.1 - 49
A-2.1.4.6	Munitionsproduktion und -lagerung.....	A-2.1 - 53
A-2.1.4.7	Chemische Kampfstoffe bzw. Kampfstoffmunition.....	A-2.1 - 57
A-2.2	Die Archivaliendatenbank des Bundes bei der Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz in der OFD Hannover.....	A-2.2 - 1
A-2.2.1	Beschreibung.....	A-2.2 - 1
A-2.2.2	Nutzungsbestimmungen für die Archivaliendatenbank der OFD Hannover durch Dritte.....	A-2.2 - 7
A-2.2.3	Bemerkungen zu den Copyright-Bestimmungen der Archive.....	A-2.2 - 9
A-2.3	Luftbildauswertung Phase A.....	A-2.3 - 1
A-2.3.1	Digitalisierung analoger Luftbilder.....	A-2.3 - 3
A-2.3.4	Auswertung von Luftbildern.....	A-2.3 - 9
A-2.3.3	Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken.....	A-2.3 - 21
A-2.3.4	Auswertung von Luftbildern.....	A-2.3 - 23
A-2.4	Handlungsanweisung Rüstungsaltsstandorte/Entmunitionierung.....	A-2.4 - 1
A-2.5	Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A.....	A-2.5 - 1



<b>A-3</b>	<b>Phase B.....</b>	<b>A-3.1 - 1</b>
A-3.1	Geophysik.....	A-3.1 - 1
A-3.1.1	Einleitung.....	A-3.1 - 1
A-3.1.2	Verfahren Magnetik.....	A-3.1 - 11
A-3.1.3	Verfahren Elektromagnetik (+ TDM).....	A-3.1 - 43
A-3.1.4	Georadar.....	A-3.1 - 61
A-3.1.5	Detektion metallfreier Störkörper.....	A-3.1 - 67
A-3.1.6	Zusammenfassung.....	A-3.1 - 71
A-3.2	Testfeld.....	A-3.2 - 1
A-3.3	Methodische Vorgehensweisen bei der Gefährdungsabschätzung.....	A-3.3 - 1
A-3.4	Statistik.....	A-3.4 - 1
<b>A-4</b>	<b>Phase C.....</b>	<b>A-4.1 - 1</b>
A-4.1	Räumverfahren.....	A-4.1 - 1
A-4.2	Räumkonzept, Räumplanung, Ausführungsplanung, örtliche Bauüberwachung.....	A-4.2 - 1
<b>A-5</b>	<b>Arbeitsschutz.....</b>	<b>A-5 - 1</b>
<b>A-6</b>	<b>Dokumentation.....</b>	<b>A-6.1 - 1</b>
A-6.1	Datenerhebung / Datenformate.....	A-6.1 - 1
A-6.2	Datenerfassung / -führung.....	A-6.2 - 1
A-6.3	Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA <sup>®</sup> .....	A-6.3 - 1
<b>A-7</b>	<b>Leistungsbilder Ingenieurleistungen.....</b>	<b>A-7.1 - 1</b>
A-7.1	Mustervertrag.....	A-7.1 - 1
A-7.2	Leistungsbeschreibungen (LB) und Leistungskataloge (LK).....	A-7.2 - 1
A-7.2.1	Leistungsbeschreibung Phase A - Recherche von Archivalien und Luftbildern: Grundlagenermittlung und Archivrecherche.....	A-7.2.1 - 1
A-7.2.2	Leistungsbeschreibung Phase A - Digitalisierung analoger Luftbilder.....	A-7.2.2 - 1
A-7.2.3	Leistungsbeschreibung Phase A - Luftbildorientierung und Luftbildauswertung.....	A-7.2.3 - 1
A-7.2.4	Leistungsbeschreibung Phase A - Historisch-genetische Rekonstruktion.....	A-7.2.4 - 1
A-7.2.5	Leistungsbeschreibung Phase B - Testfelder.....	A-7.2.5 - 1
A-7.2.6	Leistungsbeschreibung Phase B - Gefährdungsabschätzung.....	A-7.2.6 - 1
A-7.2.7	Leistungsbeschreibung Phase C - Räumplanung.....	A-7.2.7 - 1
A-7.2.8	Leistungsbild Phase C - örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen.....	A-7.2.8 - 1
A-7.2.9	Leistungsbeschreibung Phase C - Projektsteuerung.....	A-7.2.9 - 1
<b>A-8</b>	<b>Leistungsbeschreibungen gewerblich.....</b>	<b>A-8.1.1 - 1</b>
A-8.1	Phase B.....	A-8.1.1 - 1
A-8.1.1	Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) - Geophysik (VOL).....	A-8.1.1 - 1
A-8.1.2	Musterleistungsbeschreibung Geophysik (VOL).....	A-8.1.2 - 1
A-8.1.3	Musterleistungskatalog Geophysik (VOL).....	A-8.1.3 - 1
A-8.1.4	Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) - Testfeldräumung (VOB).....	A-8.1.4 - 1
A-8.1.5	Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB).....	A-8.1.5 - 1
A-8.1.6	Musterleistungskatalog (VOB) Gewerbliche Leistungen - Testfeldräumung (Phase B).....	A-8.1.6 - 1
A-8.1.7	Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS).....	A-8.1.7 - 1
A-8.2	Phase C.....	A-8.2.1 - 1
A-8.2.1	Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) - Räumung (VOB).....	A-8.2.1 - 1
A-8.2.2	Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB).....	A-8.2.2 - 1
A-8.2.3	Musterleistungskatalog (VOB) Gewerbliche Leistungen - Räumung (Phase C).....	A-8.2.3 - 1
A-8.2.4	Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS).....	A-8.2.4 - 1

<b>A-9</b>	<b>Technische Spezifikationen.....</b>	<b>A-9.1.1 - 1</b>
A-9.1	Phasenübergreifend.....	A-9.1.1 - 1
A-9.1.1	Arbeitsschutz.....	A-9.1.1 - 1
A-9.1.2	Kostenwirkungsfaktoren.....	A-9.1.2 - 1
A-9.1.3	Datenkatalog.....	A-9.1.3 - 1
A-9.1.4	Kartografische Darstellungen.....	A-9.1.4 - 1
A-9.1.5	Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer.....	A-9.1.5 - 1
A-9.1.6	Bereitstellungslager.....	A-9.1.6 - 1
A-9.1.7	Vermessung.....	A-9.1.7 - 1
A-9.1.8	Nicht belegt.....	A-9.1.8 - 1
A-9.1.9	Geländebegehung.....	A-9.1.9 - 1
A-9.1.10	Räumstellenorganisation.....	A-9.1.10 - 1
A-9.1.11	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator.....	A-9.1.11 - 1
A-9.1.12	Muster SiGe-Plan.....	A-9.1.12 - 1
A-9.2	Phase A.....	A-9.2.1 - 1
A-9.2.1	Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige.....	A-9.2.1 - 1
A-9.2.2	Recherche von Archivalien und Luftbildern.....	A-9.2.2 - 1
A-9.2.3	Digitalisierung analoger Luftbilder.....	A-9.2.3 - 1
A-9.2.4	Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung.....	A-9.2.4 - 1
A-9.2.5	Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken.....	A-9.2.5 - 1
A-9.2.6	Auswertung von Luftbildern.....	A-9.2.6 - 1
A-9.2.7	Nicht belegt.....	A-9.2.7 - 1
A-9.2.8	Nicht belegt.....	A-9.2.8 - 1
A-9.2.9	Anforderungen Bericht Phase A.....	A-9.2.9 - 1
A-9.3	Phase B.....	A-9.3.1 - 1
A-9.3.1	Nicht belegt.....	A-9.3.1 - 1
A-9.3.2	Anforderungen an die Dokumentation Geophysik.....	A-9.3.2 - 1
A-9.3.3	Anforderungen Personal Geophysik.....	A-9.3.3 - 1
A-9.3.4	Qualitätskontrolle Geophysik.....	A-9.3.4 - 1
A-9.3.5	Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige.....	A-9.3.5 - 1
A-9.3.6	Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung.....	A-9.3.6 - 1
A-9.3.7	Nicht belegt.....	A-9.3.7 - 1
A-9.3.8	Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme).....	A-9.3.8 - 1
A-9.3.9	Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme).....	A-9.3.9 - 1
A-9.3.10	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme).....	A-9.3.10 - 1
A-9.3.11	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme).....	A-9.3.11 - 1
A-9.3.12	Tiefensondierungen.....	A-9.3.12 - 1
A-9.3.13	MS-Sonde (Metalldetektor).....	A-9.3.13 - 1
A-9.3.14	Georadar.....	A-9.3.14 - 1
A-9.3.15	Magnetik ohne digitale Aufnahme.....	A-9.3.15 - 1
A-9.4	Phase C.....	A-9.4.1 - 1
A-9.4.1	Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige.....	A-9.4.1 - 1
A-9.4.2	Abnahmebedingungen / Prüffeld.....	A-9.4.2 - 1
A-9.4.3	Baubegleitende Kampfmittelräumung.....	A-9.4.3 - 1
A-9.4.4	Visuelle Kampfmittelräumung.....	A-9.4.4 - 1
A-9.4.5	Räumung von Bombenblindgängern.....	A-9.4.5 - 1
A-9.4.6	Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung.....	A-9.4.6 - 1
A-9.4.7	Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation).....	A-9.4.7 - 1
A-9.4.8	Nicht belegt.....	A-9.4.8 - 1
A-9.4.9	Erläuterungsbericht.....	A-9.4.9 - 1
A-9.4.10	Dokumentation Phase C.....	A-9.4.10 - 1
A-9.4.11	Kostenermittlung.....	A-9.4.11 - 1
A-9.4.12	Freigabebescheinigung.....	A-9.4.12 - 1
A-9.4.13	Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung.....	A-9.4.13 - 1
A-9.4.14	Abtrag des Sedimentes mit Separation von Kampfmitteln (Volumenräumung / Separation).....	A-9.4.14 - 1
A-9.4.15	Einzelpunkträumung in Gewässern.....	A-9.4.15 - 1

<b>A-10</b>	<b>Weitere Informationen.....</b>	<b>A-10.1 - 1</b>
A-10.1	Glossar / Stichwortverzeichnis.....	A-10.1 - 1
A-10.2	Literaturverzeichnis.....	A-10.2 - 1
A-10.3	Adressenliste.....	A-10.3 - 1



## Vorwort

In Böden und Gewässern verborgene Kampfmittel können auch heute noch Leben gefährden. Sie können aus Zeiten der beiden Weltkriege und aus der bestimmungsgemäßen Nutzung des Geländes für u. a. militärische Zwecke stammen. Die Beseitigung von Kampfmitteln hat daher nichts von ihrer Aktualität verloren: Sie steht nach wie vor im Blickpunkt des öffentlichen Interesses.

Neben den Einzelfundstellen werden Flächen von mehreren tausend Hektar Größe geräumt. Liegenschaften des Bundes sind davon im besonderen Maße betroffen. Aber auch für Nicht-Bundesliegenschaften bestehen auf Grundlage des Allgemeinen Kriegsfolgegesetzes (AKG) finanzielle Verpflichtungen für den Bund. Deshalb hat der Bund eine besondere Verantwortung für ein der vorliegenden Gefahr angemessenes, einheitliches und wirtschaftliches Vorgehen bei der Kampfmittelräumung.

In Deutschland wird die Kampfmittelräumung seit Jahrzehnten intensiv betrieben. In den vergangenen Jahren erhielt die Kampfmittelräumung durch die Einführung neuer Techniken wichtige Impulse. Insbesondere die Möglichkeiten, die die Auswertung historischer Dokumente und Luftbilder für die Verdachtserkundung, der Einsatz neuer geophysikalischer Verfahren für die Ortung und die konsequente Anwendung des öffentlichen Vergaberechtes eröffnen, seien beispielhaft genannt.

Die vorliegenden Arbeitshilfen Kampfmittelräumung bauen auf den reichhaltigen Kenntnissen und Erfahrungen aus der Praxis auf. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesministeriums der Verteidigung (BMVg) sowie in Abstimmung mit dem Bundesministerium der Finanzen (BMF) und mit Kampfmittelbeseitigungsdiensten, planenden und überwachenden Ingenieurbüros, Kampfmittelräumfirmen und auftraggebender Bauverwaltung wurde unter Federführung der Oberfinanzdirektion Hannover, Landesbauabteilung, eine fachliche Vorgehensweise entwickelt und formuliert.

Die Arbeitshilfen enthalten wertvolle Hinweise und Details für die Planung und Ausführung der Kampfmittelräumung, die die tägliche Arbeit der Verantwortlichen erleichtern werden. Bei konsequenter Anwendung der Arbeitshilfen ist ein einheitliches, kostengünstiges und nachhaltiges Verfahren gewährleistet.

Die Arbeitshilfen sind im Internet unter

- [www.ah-kmr.de](http://www.ah-kmr.de),
- [www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de](http://www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de)

bereitgestellt.

Die Oberfinanzdirektion Hannover aktualisiert die Arbeitshilfen regelmäßig.

Den Aufstellern der Arbeitshilfen Kampfmittelräumung sei an dieser Stelle für ihre praxisgerechte Arbeit gedankt. Den Anwendern werden sie zur Standardisierung ihrer Planung und Ausführung übergeben.



# 1 Geltungsbereich und Ziele

- (1) Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung gelten für die Planung und Ausführung der Erkundung, Bewertung und Räumung von Kampfmitteln auf Bundesliegenschaften im Zuständigkeitsbereich des BMF, des BMVg sowie des BMVBS, Abt. B und EW. Die grundsätzliche Zuständigkeit der Länder für die Kampfmittelbeseitigung bleibt unberührt. Ebenfalls nicht behandelt werden die Erkundung, Bewertung und Räumung chemischer Kampfstoffe.
- (2) Die Arbeitshilfen richten sich an alle bei Kampfmittelräummaßnahmen auf Bundesliegenschaften Beteiligte. Bei Maßnahmen, die nach AKG vom Bund mit zu finanzieren sind, erleichtert ein Vorgehen nach den Arbeitshilfen den Nachweis der Wirtschaftlichkeit.
- (3) Für Kampfmittelräumungen außerhalb der Zuständigkeit des Bundes sind diese Arbeitshilfen grundsätzlich geeignet; ihre Verwendung wird ausdrücklich begrüßt.
- (4) Durch Kampfmittel zu besorgende Boden- und Grundwasserunreinigungen fallen in den Geltungsbereich der Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz (AH BoGwS)
- (5) Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung basieren auf den geltenden Rechtsgrundlagen und beachten länderspezifische Regelungen. Die einschlägigen Erlasse des BMF, BMVBS und BMVg werden ebenso berücksichtigt wie die Handlungsanweisung Rüstungsaltsstandorte/Entmunitionierung. Die Inhalte der Arbeitshilfen beruhen auf den umfangreichen Erfahrungen der Bauverwaltungen der Länder, der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder sowie freiberuflich und gewerblich Tätiger.
- (6) Die Arbeitshilfen definieren den heutigen Stand der Technik und gewährleisten eine einheitliche, kostengünstige und nachhaltige Kampfmittelräumung.
- (7) Es werden die methodischen Verfahrensabläufe zur Bearbeitung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen von der Erfassung bis zur Abschlussdokumentation einer Räumung beschrieben. Verschiedene Vorgehensweisen und Lösungsmöglichkeiten werden aufgezeigt. Im Anhang der Arbeitshilfen werden detaillierte Informationen und Hilfen zu den Grundlagen der Verfahren aus den verschiedenen Fachgebieten gegeben. Ferner enthält der Anhang Leistungskataloge, Technische Spezifikationen, Vertragsmuster und Vertragsbedingungen.

**Geltungsbereich**

**Grundlagen**

**Ziele**

**Inhalte**





## 2 Definitionen

- (1) Die aufgeführten Definitionen entstammen der allgemeinen Kampfmittelräumpraxis und greifen u.a. Definitionen aus dem Kampfmittelrecht der Länder auf.
- (2) Für den Bereich der Bundeswehr gelten zum Teil abweichende Definitionen. Sie sind ausführlich im Anhang 1 dargestellt.
- (3) → Regeln der Technik
- (4) Inhaber eines Befähigungsscheins nach § 20 Sprengstoffgesetz (SprengG).
- (5) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
- (6) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
- (7) → Regeln der Technik
- (8) Jeder Planungs- und Untersuchungsschritt muss mit einer Bewertung abschließen, die den Sachverhalt und die sich daraus ergebenden Konsequenzen würdigt.
- (9) → Kampfmittel, die scharf, zündfertig, entschert oder auf andere Weise zum Einsatz bereitgemacht und die verschossen, abgeworfen, katapultiert, geworfen oder verlegt wurden und die aufgrund eines Versagens oder gewollt oder aus sonstigen Gründen nicht zur Wirkung gelangten.
- (10) Feste chemische Verbindungen, Flüssigkeiten oder Gemische, die nach dem Zünden (Selbstzündung oder Fremdzündung) hohe Verbrennungstemperaturen entwickeln, lange brennen, an Oberflächen gut haften und sich nur schwer löschen lassen.
- (11) Als chemische Kampfstoffe werden nach militärischer Definition chemische Substanzen bezeichnet, die in gasförmigem, flüssigem oder festem Zustand wegen ihrer toxischen Wirkung gegen Menschen, Tiere oder Pflanzen für Kriegszwecke oder militärischen Einsatz verwendet werden können und die Kampfkraft des Gegners durch vorübergehende, dauerhaft wirkende oder tödliche Vergiftung schwächen sollen. Chemische Kampfstoffe sind verwandt mit Substanzen, die in der chemischen Industrie gebräuchlich sind. Diese Stoffe wurden erst aufgrund der militärischen Zweckbestimmung zu chemischen Kampfstoffen (z.B. Phosgen und Blausäure).
- (12) Eine Detonation ist eine besonders starke → Explosion.
- (13) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
- (14) Ermittlung einer möglichen Belastung durch → Kampfmittel.
- (15) Die Explosion ist eine Reaktionsform von Stoffen, die mit einer extrem schnellen Zustandsänderung der Parameter Druck, Temperatur und Volumen in den dabei entstehenden oder vorhandenen Gasen einhergeht.

**Allgemein anerkannte Regeln der Technik (a. a. R. d. T.)**

**Befähigungsscheininhaber**

**Bereitstellungslager**

**Bergen**

**Beste verfügbare Technik (engl.: Best available technic - BAT)**

**Bewertung**

**Blindgänger**

**Brandstoffe**

**Chemische Kampfstoffe**

**Detonation**

**Entschärfen**

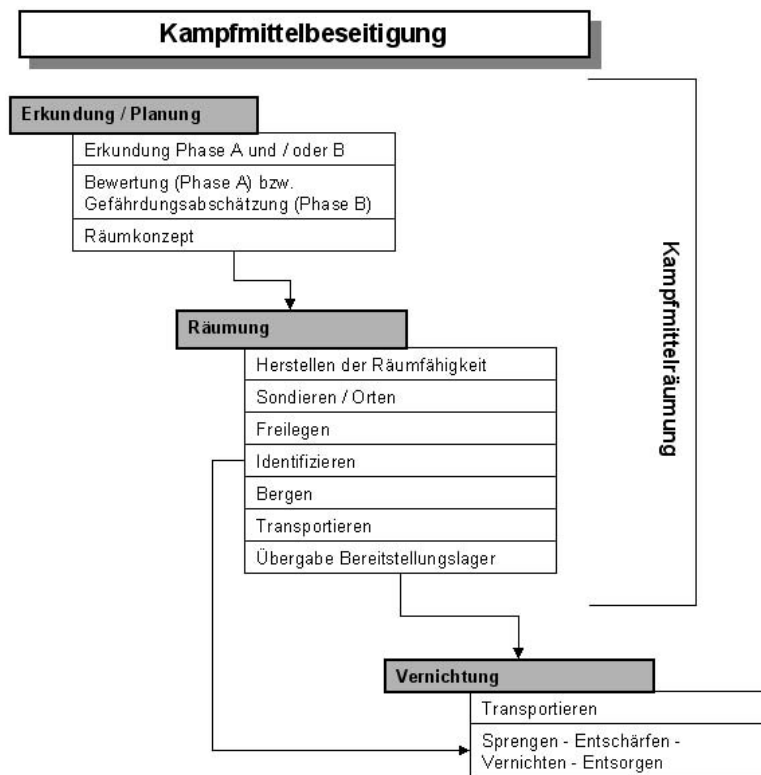
**Erkundung**

**Explosion**

- Explosivstoff** (16) Explosivstoffe sind die in der Anlage III des SprengG (BGBI. I S. 577 und S. 1530) aufgeführten Stoffe und Gegenstände, die nach der Richtlinie 93/15/EWG des Rates vom 5. April 1993 (Harmonisierung der Bestimmungen über das Inverkehrbringen und die Kontrolle von Explosivstoffen für zivile Zwecke (Abl. EG Nr. L 121 S. 20) in der jeweils geltenden Fassung) als solche betrachtet werden oder diesen in Zusammensetzung und Wirkung ähnlich sind.
- Fachkundiger Munition** (17) → Befähigungsscheininhaber mit Fachkundenachweis durch einen staatlichen oder staatlich anerkannten Grundlehrgang für den Umgang mit → Fundmunition zur Kampfmittelbeseitigung.
- Fundmunition** (18) → Munition oder sprengkräftige Kriegswaffen, die nicht ununterbrochen verwahrt, überwacht oder verwaltet wurden.
- Freilegen Gefahr** (19) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.  
 (20) Eine Gefahr bezeichnet eine Lage, in der bei ungehindertem Ablauf des Geschehens ein Zustand oder ein Verhalten mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einem Schaden für die Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit (insbesondere Leben und Gesundheit, Freiheit, Vermögen der Einzelnen) oder öffentlichen Ordnung führen würde. Der Schaden braucht also nicht mit Gewissheit zu erwarten sein.
- Gefährdungsabschätzung** (21) Die Gefährdungsabschätzung ist die abschließende Bewertung des Gefährdungspotentials. Sie erstreckt sich einzelfallbezogen auf die in Betracht kommende Explosions- und Detonationswirkung auf die möglicherweise betroffenen Schutzgüter. Die Gefährdungsabschätzung hat zum Ziel, eine kampfmittelverdächtige Fläche oder eine einzelne Fundstelle entweder aus dem Verdacht zu entlassen oder als kampfmittelbelastete Fläche oder Einzelfundpunkt festzustellen, zu charakterisieren sowie die Entscheidung über die zu ergreifende Maßnahme vorzubereiten.
- Handhabungsfähig** (22) → transportfähig
- Identifizieren** (23) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
- Kampfmittel** (24) Kampfmittel im Sinne dieser Arbeitshilfen sind gewahrlos gewordene, zur Kriegsführung bestimmte Gegenstände und Stoffe militärischer Herkunft und Teile solcher Gegenstände, die
1. → Explosivstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten oder aus Explosivstoffen oder deren Rückständen bestehen,
  2. → Chemische Kampf-, → Nebel-, → Brand- oder Reizstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten oder
  3. Kriegswaffen oder wesentliche Teile von Kriegswaffen sind.

- (25) Das Ablaufschema zeigt die Schritte für den Regelfall der Kampfmittelbeseitigung, wenn ein Gefahrenverdacht vorliegt und sich bestätigt.

**Kampfmittelbeseitigung**



**Abb. 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung**

Die Kampfmittelbeseitigung beginnt mit der historischen → Erkundung, die mit einer → Bewertung abschließt. Anschließend folgt in der Regel die technische Erkundung, die mit der → Gefährdungsabschätzung als abschließende Bewertung endet. Bestätigt sich der Verdacht der → Gefahr, wird die Räumung geplant und auf Grundlage eines Räumkonzeptes eingeleitet.

Zuerst wird die Räumfähigkeit (z.B. Anlegen einer Baustraße) hergestellt. Zum Sondieren und Orten der → Kampfmittel werden Geräte, die dem Stand der Technik entsprechen, eingesetzt. Freigelegte Kampfmittel werden durch einen → Befähigungsscheininhaber identifiziert. Im Regelfall wird das Objekt geborgen und vor der Vernichtung in ein Bereitstellungslager innerhalb der → Räumstelle transportiert.

Die Vernichtung erfolgt i.d.R. durch den zuständigen Kampfmittelbeseitigungsdienst der Länder in geeigneter Weise außerhalb der Räumstelle. Ist ein Transport ausgeschlossen, wird das Kampfmittel an Ort und Stelle vernichtet. Mit diesen Arbeiten können nach Abstimmung mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst auch gewerbliche Kampfmittelräumfirmen beauftragt werden.

- Kampfmittelfreiheit**
- (26) Kampfmittelfreiheit beschreibt die Situation kampfmittelbelasteter Grundstücke nach erfolgten Räum- und Beseitigungsarbeiten. Sie wird nach Abschluss der Arbeiten (oder erfolgter Absuche) unter Hinweis auf das Räumziel und die eingesetzte Technik erklärt. Dazu sind folgende Nachweise zu erbringen:
1. Abschlussprotokoll,
  2. Angaben zu den Suchmethoden,
  3. Auflistung der geborgenen Kampfmittel,
  4. Reproduzierbarer Lageplan, auf dem die Fläche des Grundstücks und die geräumten Flächen nachvollziehbar mit Angabe der Koordinaten eingezeichnet sind. Weitere Angaben, z.B. die Lage zukünftiger Bauvorhaben, sollten bedarfsweise gekennzeichnet werden,
  5. Eine topografische Karte (Maßstab 1 : 10.000 oder größer) bzw. ein Auszug aus dem Stadtplan mit Kennzeichnung der Lage des Bauvorhabens,
  6. Die Aussage, ob Ergebnisse einer Luftbilddauswertung genutzt wurden,
  7. Die notwendigen sprengstoffrechtlichen Zulassungen der handelnden und eingesetzten Personen (§§ 7 und 20 SprengG).
- Munition/Munitionsteile**
- (27) Gegenstände oder deren Teile für die bestimmungsgemäße militärische Anwendung mit → Explosivstoff, wie Patronen, Kartuschen, Gefechtsköpfen, Handgranaten, Minen, Bomben, Torpedos sowie Raketen einschließlich der Treibsätze und Pyrotechnika. Munition kann auch → Brand-, → Nebel-, → Reizstoffe oder → chemische Kampfstoffe enthalten. Diese Munition wird auch als Lagermunition bezeichnet.
- Nebelstoffe**
- (28) Chemische Substanzen, die als Ergebnis physikalischer oder chemischer Prozesse Aerosole bilden, die zur Sichtminderung führen.
- Qualitätssicherung**
- (29) Die Qualitätssicherung dient dazu, dass die an die Tätigkeit gestellten Anforderungen und Erfordernisse sowie die gültigen Gesetze und Normen erfüllt werden. Die Qualitätssicherung obliegt dem Auftragnehmer. Der Auftragnehmer hat die Maßnahmen der Qualitätssicherung so zu dokumentieren, dass sie durch Dritte lückenlos nachvollzogen werden können.
- Qualitätskontrolle**
- (30) Mit der Qualitätskontrolle wird überprüft:
1. Ob das vertraglich vereinbarte Räumziel erreicht worden ist,
  2. Art, Umfang und Einhaltung der festgelegten und notwendigen Qualitätssicherungsmaßnahmen.
- Die Qualitätskontrolle obliegt dem Auftraggeber.
- Räumstelle**
- (31) Fläche, die mit → Kampfmitteln belastet ist und geräumt wird. Hierzu gehören auch Einzelfundstellen.

- (32) Im Folgenden werden die Begriffe „Stand der Technik“, „Allgemein anerkannte Regeln der Technik“, „Stand von Wissenschaft und Technik“ sowie „Beste verfügbare Technik“ erläutert.

## Regeln der Technik

### Stand der Technik

Unter dem Begriff versteht man technische Möglichkeiten zu einem bestimmten Zeitpunkt, basierend auf gesicherten Erkenntnissen von Wissenschaft und Technik. Der Stand der Technik beinhaltet auch, dass er wirtschaftlich durchführbar ist.

Der Stand der Technik ist der Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren, Einrichtungen oder Betriebsweisen, der die praktische Eignung der Maßnahme im Hinblick auf die angestrebten Ziele (z.B. die Ziele des Arbeitsschutzes, des Umweltschutzes, der Sicherheit für Dritte, der Wirtschaftlichkeit: also allgemein zur Erreichung eines allgemein hohen Niveaus bezogen auf die zu beachtenden Aspekte) insgesamt gesichert erscheinen lässt.

Der Stand der Technik geht stets über das in Allgemein anerkannte Regeln der Technik Ausgewiesene hinaus und

- enthält das Fachleuten verfügbare Fachwissen,
- ist wissenschaftlich begründet,
- ist praktisch erprobt,
- ist ausreichend bewährt.

### Allgemein anerkannte Regeln der Technik

Vom Stand der Technik unterscheidet sich der Begriff der Allgemein anerkannten Regeln der Technik. Er stellt tendenziell eine geringere Stufe der technischen Entwicklung dar, die Techniken müssen sich bereits in der Praxis bewährt haben.

Die Allgemein anerkannten Regeln der Technik sind

- von der Mehrheit der Fachleute anerkannte,
- wissenschaftlich begründete,
- praktisch erprobte,
- ausreichend bewährte

Regeln zum Lösen technischer Aufgaben.

Sie müssen Teile eines allgemeinen, in sich schlüssigen technischen Regelwerkes und in ihrer Wirksamkeit von der Mehrheit der Fachleute des jeweiligen Bereiches als richtig und zweckmäßig anerkannt sein.

**Stand von Wissenschaft und Technik**

Mit dem Begriff Stand von Wissenschaft und Technik werden technische Spitzenleistungen umschrieben, die wissenschaftlich gesichert sind. Dieser Standard wird von der Rechtsordnung nur gefordert für Arbeiten nach dem Bundesatomgesetz und der Strahlenschutzverordnung, für alle anderen Ingenieur Tätigkeiten geht dies über die üblichen Anforderungen hinaus.

Der Stand von Wissenschaft und Technik

- ist wissenschaftlich begründet,
- ist technisch durchführbar,
- kann ohne praktische Bewährung sein,
- ist öffentlich zugänglich.

**Beste verfügbare Technik**

Ein anderer Begriff für den Stand von Wissenschaft und Technik ist die Beste verfügbare (auch erhältliche) Technik (Best available technic - BAT). Sie muss nicht erprobt oder wirtschaftlich tragbar sein. Dieser Rechtsbegriff wird vor allem durch das Gemeinschaftsrecht der Europäischen Union, unter anderem die Richtlinie 96/61/EG des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie), in das nationale Recht der Mitgliedsstaaten eingeführt.

<b>Sondieren</b>	(33) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
<b>Sprengung</b>	(34) Zielgerichtete, kontrollierte Durchführung einer → Explosion.
<b>Stand der Technik</b>	(35) → Regeln der Technik
<b>Stand von Wissenschaft und Technik</b>	(36) → Regeln der Technik
<b>Transport</b>	(37) Teil der → Kampfmittelbeseitigung. Siehe auch → transportfähig.
<b>Transportfähig</b>	(38) Kampfmittel sind grundsätzlich als nicht handhabungsfähig zu betrachten. Sie gelten solange als nicht transportfähig, bis ein → Fachkundiger Munition sie für transportfähig erklärt.
<b>Übergabe</b>	(39) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.
<b>Verantwortliche Person</b>	(40) Person (nach § 19 SprengG), die im Besitz eines Befähigungsscheines nach § 20 SprengG ist und insbesondere die spezielle Fachkunde als Aufsichtsperson in der → Kampfmittelbeseitigung nachweist und für die jeweilige Räumstelle nach § 21 SprengG bestellt wird.
<b>Vernichtung</b>	(41) Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

## 3 Rechtsgrundlagen

- (1) Eine bundesweite gesetzliche Regelung zur Kampfmittelbeseitigung, in der die Zuständigkeiten, die Finanzierung, die Haftung oder die materiellen Anforderungen an die Kampfmittelräumung geregelt werden, gibt es nicht. Statt dessen sind die Rechtsquellen auf verschiedene Bundes- und Landesgesetze verstreut. Die grundsätzliche Verteilung der Aufgaben und der Kosten lässt sich aus dem Grundgesetz (GG) ableiten. Die Aufgaben, Zuständigkeiten und die Organisation der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder sowie andere Detailfragen sind in den jeweiligen Landesgesetzen geregelt.

### 3.1 Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern

- (1) Nach der bundesstaatlichen Kompetenzverteilung des GG sind grundsätzlich die Länder für staatliche Maßnahmen zuständig. Art. 30 GG bestimmt insoweit, dass es den Ländern obliegt, die staatlichen Befugnisse auszuüben und die staatlichen Aufgaben zu erfüllen, es sei denn, das GG trifft eine andere Regelung oder lässt etwas anderes zu. Darüber hinaus bestimmt Art. 83 GG, dass die Länder grundsätzlich auch für die Ausführung von Bundesgesetzen als eigene Angelegenheiten zuständig sind.
- (2) Die Beseitigung von Kampfmitteln dient der Abwehr von Gefahren für Leib und Leben des Menschen und für Sachgüter und gehört damit zu dem Sachgebiet des Polizei- und Ordnungsrechts. Die Kampfmittelbeseitigung als Gegenstand des Polizei- und Ordnungsrechts ist daher grundsätzlich eine Aufgabe der Länder (Pieroth in: Jarass/Pieroth, GG-Kommentar, 3. Aufl., Art. 70 Rn. 12). Hieraus lässt sich ableiten, dass die Länder dazu verpflichtet sind, die gesetzlichen Regelungen auf Landesebene zu schaffen, die Kampfmittelräumung zu organisieren und die personellen und finanziellen Mittel zur Verfügung zu stellen. Hierfür wurden i.d.R. von den Ländern Kampfmittelbeseitigungsdienste geschaffen und Verordnungen erlassen.
- (3) Die Zuständigkeit des Kampfmittelbeseitigungsdienstes der Länder endet dann, wenn er in die hoheitlichen Befugnisse und Aufgaben anderer Verwaltungsträger eingreifen würde. Dementsprechend bestimmen auch einige Kampfmittelverordnungen der Bundesländer ausdrücklich, dass die Regelungen der Verordnungen nicht für Kampfmittelräumungen bei der Bundeswehr, beim Zoll, beim Bundesgrenzschutz und bei der Polizei gelten.

- (4) Aus diesen Gründen ist eine Polizei- und Ordnungsbehörde oder ein Kampfmittelbeseitigungsdienst der Länder nicht befugt, z.B. auf einer Liegenschaft der Bundeswehr ordnungsrechtlich vorzugehen, wenn dadurch in die Wahrnehmung der hoheitlichen Aufgaben eingegriffen wird. Es sei denn, dass die Bundeswehr die betreffende Stelle um Amtshilfe ersucht. Eine originäre Zuständigkeit der örtlichen Polizei- und Ordnungsbehörde entsteht auf solchen Grundstücken erst dann, wenn der Hoheitsträger die Liegenschaft aufgegeben hat oder nicht mehr für hoheitliche Zwecke verwendet.
- (5) Vergleichbares gilt für andere Hoheitsträger. Hierbei muss allerdings genau danach unterschieden werden, ob die Kampfmittelräumung den Hoheitsbereich tangiert oder nicht. Bei der reinen Fiskalverwaltung, z.B. bei der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben bzw. dem Sondervermögen des Bundes, sind durch die Kampfmittelräumung die Hoheitsbefugnisse des Bundes i.d.R. nicht berührt. In diesen Fällen wird der Bund wie ein privater Grundstückseigentümer betrachtet, so dass dort das Land für die Kampfmittelbeseitigung zuständig ist. Dies gilt auch für Bundesfernstraßen.
- (6) Differenziert zu betrachten ist eine Kampfmittelräumung beispielsweise auf einer Bundeswasserstraße. Die eigentliche Kampfmittelräumung berührt hier nicht ohne weiteres die Hoheitsbefugnisse der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, so dass das Land für die Kampfmittelbeseitigung zuständig ist. Andererseits ist es aber dem Land z.B. verwehrt, die Schifffahrt auf einer Bundeswasserstraße zwecks Räumung eines Bombenblindgängers zu sperren.
- (7) In allen anderen Fällen sind die Länder für die Kampfmittelbeseitigung zuständig. Dies führt in der Praxis zu erheblichen Unterschieden von Bundesland zu Bundesland im Hinblick auf
  - Begriffsdefinitionen,
  - Organisation und Zuständigkeiten der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder,
  - Finanzierung der Kampfmittelbeseitigung.
- (8) So finden sich beispielsweise in den Landesgesetzen von Berlin, Hessen und Saarland keine Definitionen des Begriffs Kampfmittel. In Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen werden Kampfmittel als Bomben und Munition sowie deren Teile definiert, die Explosivstoffe enthalten. Weitergehender sind die Definitionen in Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Bremen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen. Dort zählen auch unbrauchbare Munition und solche Gegenstände zu den Kampfmitteln, bei denen nicht ausgeschlossen werden kann, dass sie Explosivstoffe enthalten.



- (9) Sehr unterschiedlich sind auch die Aufgaben und die Organisationsformen der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder geregelt. In den meisten Bundesländern wurde ein staatlicher Kampfmittelbeseitigungsdienst eingerichtet, der die gefahrgeneigten Aufgaben der Beseitigung der Kampfmittel (z.B. durch Sprengung) durch eigene Kräfte erledigt und im Übrigen private Fachfirmen mit der Erkundung, Sondierung, Freilegung und dem Transport beauftragt. Eine fast vollständige Privatisierung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes gibt es in Bayern und in Thüringen.
- (10) Die Regelungen und Zuständigkeiten in den jeweiligen Bundesländern werden im Anhang 1 gesondert dargestellt.

### 3.2 Kostenverteilung zwischen Bund und Ländern

- (1) In Art. 104 a) Abs. 1 GG heißt es, dass der Bund und die Länder gesondert die Ausgaben tragen, die sich aus der Wahrnehmung ihrer Aufgaben ergeben, soweit das GG nichts anderes bestimmt. Art. 120 Abs. 1 GG regelt, dass der Bund die Aufwendungen für Besatzungskosten und für die sonstigen inneren und äußeren Kriegsfolgelasten nach näherer Bestimmung von Bundesgesetzen zu tragen hat, es sei denn Aufwendungen für Kriegsfolgelasten in Bundesgesetzen sind nicht geregelt und bis zum 01.10.1965 von den Ländern erbracht worden.
- (2) In den Jahren 1948/1949 hatten die Länder die Kampfmittelbeseitigung von den alliierten Stellen übernommen. Die Ausgaben hierfür wurden zunächst vorwiegend aus dem Bundeshaushalt erstattet. Ab dem Jahr 1956 erklärte dann der Bund, dass er für die Finanzierung nicht mehr alleine aufkommen könne. Schließlich erklärte sich der Bundesfinanzminister auf der Grundlage von § 19 Abs. 2 Nr. 1 AKG dazu bereit, die Kosten der Kampfmittelbeseitigung wie folgt aufzuteilen:
- Der Bund sowie das Sondervermögen des Bundes tragen die Beseitigungskosten auf ihren eigenen Liegenschaften, unabhängig davon, ob es sich um ehemals reichseigene oder ausländische Kampfmittel handelt.
  - Der Bund trägt ebenfalls die Beseitigungskosten für ehemals reichseigene Kampfmittel auf nicht bundeseigenen Liegenschaften. Die Details hierzu regeln die Verwaltungsvorschriften zur Durchführung des Allgemeinen Kriegsfolgengesetzes (VV-AKG) des BMF und des BMVBS.

#### Regelungen im GG und im AKG

#### Staatspraxis

- Die Länder tragen die übrigen Beseitigungskosten, d.h. die Kosten für die Beseitigung der von den Alliierten verursachten Kampfmittelbelastung auf allen anderen als im Eigentum des Bundes stehenden Flächen.

Diese Finanzierungsregelung wird heute als sog. Staatspraxis bezeichnet.

- (3) Durch Erlass des Bundesfinanzministeriums vom 04.05.1995 (V B 2-VV 5042-110/95) ist geregelt, dass Grundstücke, die infolge der Bahn- und Postreform privatisiert worden sind, grundsätzlich nicht wie bundeseigene Liegenschaften behandelt werden. Demzufolge trägt der Bund die Kampfmittelräumkosten auf Bahn- und Postgrundstücken nur dann, wenn ehemals reichseigene Kampfmittel aufgefunden worden sind.

### 3.3 Sonstige gesetzliche Regelungen des Bundes für den Umgang mit Kampfmitteln

- (1) Materielle Anforderungen an den Umgang und den Verkehr mit Kampfmitteln sind in verschiedenen Bundesgesetzen und Richtlinien normiert.
- (2) Das Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz - SprengG vom 17.04.1986) regelt den Umgang und den Verkehr mit sowie die Einfuhr von explosionsgefährlichen Stoffen, soweit sie zur Verwendung als Explosivstoffe oder als pyrotechnische Sätze bestimmt sind. Schusswaffen und Munition sowie Kriegswaffen zum bestimmungsgemäßen Gebrauch unterliegen gemäß § 1 Abs. 4 Nr. 4 SprengG grundsätzlich nicht dem SprengG. Das Gesetz gilt jedoch für das Bearbeiten, Aufbewahren und Vernichten von Munition einschließlich von sprengfähigen Kriegswaffen sowie für das Aufsuchen, Freilegen, Bergen und Aufbewahren von Fundmunition.
- (3) Gemäß § 1 Abs. 4 Nr. 1 SprengG sind die Regelungen dieses Gesetzes nicht von den für die Kampfmittelbeseitigung zuständigen Dienststellen der Länder anzuwenden. Für diese gelten die speziellen Regelungen des Landesrechts, beispielsweise die jeweiligen Kampfmittelverordnungen. Die Regelungen des Sprengstoffgesetzes gelten jedoch für die mit der Kampfmittelräumung beauftragten gewerblichen Unternehmen.

#### Sprengstoffgesetz

- (4) Nach den §§ 7, 17 und 27 SprengG ist der gewerbsmäßige Umgang und Verkehr mit explosionsgefährlichen Stoffen sowie deren Lagerung erlaubnispflichtig. Der Umgang umfasst das Herstellen, Bearbeiten, Verarbeiten, Wiedergewinnen, Aufbewahren, Verbringen, Verwenden, Vernichten und auch den Transport innerhalb der Betriebsstätte. Bei Fundmunition zählt zum Umgang auch das Aufsuchen, Freilegen, Bergen und Aufbewahren. Die Erlaubnis wird nur erteilt, wenn der Antragsteller zuverlässig ist, über die körperliche und persönliche Eignung verfügt sowie Fachkunde nachweisen kann. Wer ohne die erforderliche Erlaubnis mit explosionsgefährlichen Stoffen umgeht, macht sich nach § 40 SprengG strafbar.
- (5) § 20 SprengG verlangt, dass folgende Personen ihre Tätigkeit nur dann ausüben dürfen, wenn sie einen behördlichen Befähigungsschein besitzen: Aufsichtspersonen, insbesondere Leiter einer Betriebsabteilung, Sprengberechtigte, Betriebsmeister, fachtechnisches Aufsichtspersonal in der Kampfmittelbeseitigung und Lagerverwalter sowie Personen, die zum Verbringen von explosionsgefährlichen Stoffen bestellt worden sind. Das Gesetz regelt auch die Voraussetzungen zur Erlangung des Befähigungsscheines.
- (6) Zu beachten sind des Weiteren die Bestimmungen des Gesetzes über die Kontrolle von Kriegswaffen (Kriegswaffenkontrollgesetz - KrWaffG) vom 22.11.1990. Gemäß der Anlage zum KrWaffG (Kriegswaffenliste) zählen zu den Kriegswaffen Bomben und sonstige Munition, sofern sie für die Kriegsführung bestimmt sind. Nach den §§ 2 bis 4 KrWaffG ist es verboten, ohne Genehmigung Kriegswaffen herzustellen, zu befördern, in den Verkehr zu bringen und über sie die tatsächliche Gewalt auszuüben. Nach § 12 Abs. 6 Nr. 1 KrWaffG ist der Finder und derjenige, der in ähnlicher Weise die tatsächliche Gewalt über Kriegswaffen erlangt, zur unverzüglichen Anzeige gegenüber den zuständigen Behörden und Dienststellen verpflichtet. Die Kriegswaffe muss dann innerhalb einer von Amts wegen zu bestimmenden Frist unbrauchbar gemacht oder einer berechtigten Stelle überlassen werden. Dies muss der Überwachungsbehörde nachgewiesen werden. Das Unterlassen der Anzeige ist gemäß § 22 b) KrWaffG eine Ordnungswidrigkeit und kann mit Geldbuße bis zu 5.000 EUR geahndet werden. Das Ausüben der tatsächlichen Gewalt über Kriegswaffen und die Beförderung ohne die jeweils erforderliche Genehmigung stellt nach § 22 a) KrWaffG eine Straftat dar, die mit bis zu fünf Jahren Freiheitsstrafe geahndet werden kann.

**Kriegswaffenkontrollgesetz**

**Chemikaliengesetz**

- (7) Das Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG) vom 20.06.2002 sowie die auf seiner Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen (z.B. die Chemikalienverbotsverordnung und die Gefahrstoffverordnung – GefStoffV – vom 20.06.2002) regeln den Umgang mit gefährlichen Stoffen, Zubereitungen und bestimmten Erzeugnissen. Bis auf die nachfolgend aufgeführte Ausnahme (8) sind diese Regelungen hier nicht einschlägig.
- (8) Aus verschiedenen Gründen können bei Kampfmitteln im Untergrund deren Inhaltsstoffe freigesetzt worden sein, so dass bei der Räumung ein Kontakt des Räumersonals mit diesen Stoffen nicht auszuschließen ist. In diesen Fällen sind auch die Arbeitsschutzmaßnahmen auf der Grundlage der GefStoffV zu berücksichtigen. Entsprechende Ausführungen sind dem Anhang A-5 zu entnehmen.

**Chemiewaffenübereinkommen**

- (9) Das internationale Chemiewaffenübereinkommen vom 13.01.1993 untersagt es den Vertragsstaaten, chemische Waffen zu entwickeln, herzustellen, zu erwerben, einzusetzen und weiterzugeben. Gleichzeitig verpflichten sich die Vertragsparteien, die in ihrem Besitz oder in ihrem Staatsgebiet befindlichen chemischen Waffen zu vernichten. Die Bundesrepublik Deutschland ist diesem Vertragswerk beigetreten und hat die Regelungen durch das Ausführungsgesetz zum Chemiewaffenübereinkommen (CWÜAG) vom 02.08.1994 und durch die Ausführungsverordnung zum Chemiewaffenübereinkommen vom 20.11.1996 (CWÜV) in nationales Recht umgesetzt.
- (10) Nach § 2 Abs. 1 Nr. 2 lit. b) CWÜV bedarf u.a. derjenige einer Genehmigung, der über bestimmte toxische Chemikalien und deren Ausgangsstoffe, die in der Liste 1 der Verordnung aufgeführt sind, die tatsächliche Gewalt ausübt. Lediglich die Bundeswehr, die Polizeibehörden und die übrigen für die Aufrechterhaltung der öffentlichen Sicherheit zuständigen Behörden und Dienststellen, hierzu zählen auch die Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder, bedürfen nach § 11 CWÜV keiner Genehmigung beim Umgang mit diesen Stoffen. Wer dagegen ohne die erforderliche Genehmigung toxische Chemikalien der Liste 1 verarbeitet, veräußert, verbraucht, erwirbt oder sonst die tatsächliche Gewalt über sie ausübt, macht sich nach § 13 Abs. 3 Nr. 2 CWÜV strafbar.

- (11) Spezielle Gesetze und Rechtsverordnungen, die Anforderungen an den Umgang mit Kampfmitteln aus Gründen des Arbeitsschutzes normieren, existieren nicht. Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 07.08.1996 enthält lediglich allgemeine Arbeitsschutzpflichten, wie sie in jedem Betrieb und auf jeder Baustelle zu beachten sind. Die Berufsgenossenschaften haben aber verschiedene, hier z.T. einschlägige Vorschriften und Regeln erlassen, die zahlreiche, sehr spezielle Anforderungen an den Umgang mit Explosivstoffen, Sprengstoffen und Munition sowie für Arbeiten in kontaminierten Bereichen enthalten. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit seien hier folgende Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV) und Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGR) genannt, die schon aus Haftungsgründen beachtet werden sollten:

- BGV B5: Explosivstoffe - Allgemeine Vorschrift, vom 01.04.1995/01.04.2001 (früher VBG 55a),
- BGV C24: Sprengarbeiten, vom 01.04.1985/01.01.1997 (früher VBG 46),
- BGV D23: Sprengkörper und Hohlkörper im Schrott, vom 01.04.1978/01.04.1982 (früher VBG 111),
- BGV D44: Munition, vom 01.10.1988/01.01.1997 (früher VBG 55m),
- BGR 114: Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff, von 01/1996 (früher ZH 1/47),
- BGR 128: Kontaminierte Bereiche, von 04/1997, aktualisierte Fassung: 02/2006 (früher ZH 1/183),
- BGR 161: Arbeiten im Spezialtiefbau, von 04/1997, aktualisierte Fassung: 08/2006 (früher ZH 1/492),
- BGI 833: Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der Kampfmittelräumung von 07/2002 (bisher ZH 1/403).

Ergänzende Erläuterungen sind dem Anhang A-5 zu entnehmen.

### Unfallverhütungsvorschriften



## 4 Das Phasenschema Kampfmittelräumung

- (1) Das "Phasenschema Kampfmittelräumung" beschreibt die methodische Vorgehensweise, aus der sich die technischen Anforderungen für die Kampfmittelräumung ableiten. Es ist Grundlage für die Bearbeitung kampfmittelverdächtiger oder kampfmittelbelasteter Liegenschaften in der Zuständigkeit des Bundes.
- (2) Die methodische Vorgehensweise umfasst (siehe Abb. 2 auf der nächsten Seite):

Phase A	Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung.
Phase B	Technische Erkundung der möglichen, festgestellten Kampfmittelbelastung und Gefährdungsabschätzung.
Phase C1	Räumkonzept, Ausschreibung und Vergabe der Leistungen.
Phase C2	Räumung, Abnahme und Dokumentation.
- (3) Bei Einzelfunden, kleinen Maßnahmen oder Sofortmaßnahmen kann die Räumung unter Verzicht der dargestellten Planungsschritte unmittelbar durchgeführt werden (siehe Kap. 7.3).
- (4) Um die Flächen nach Abschluss der Phasen einheitlich und vergleichbar einstufen zu können, werden sie fünf Kategorien zugeordnet. Diese werden im Kapitel 5 „Bewertung und Gefährdungsabschätzung“ erläutert.

### 4.1 Phase A - Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung

- (1) Liegen für eine Liegenschaft oder Fläche konkrete Hinweise auf eine Kampfmittelbelastung vor, ist dieser Verdacht in der Phase A zu untersuchen. Die Ergebnisse sind zu bewerten. Für die Bewertung sind die notwendigen Daten im Rahmen einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM) zu ermitteln.
- (2) Grundlage der HgR-KM sind Archivalien. Für eine fundierte und damit verlässliche Rekonstruktion sind alle relevanten Archivalien zu beschaffen. Die hierzu gehörenden Unterlagen sind im Anhang 2 definiert.

#### Archivalien

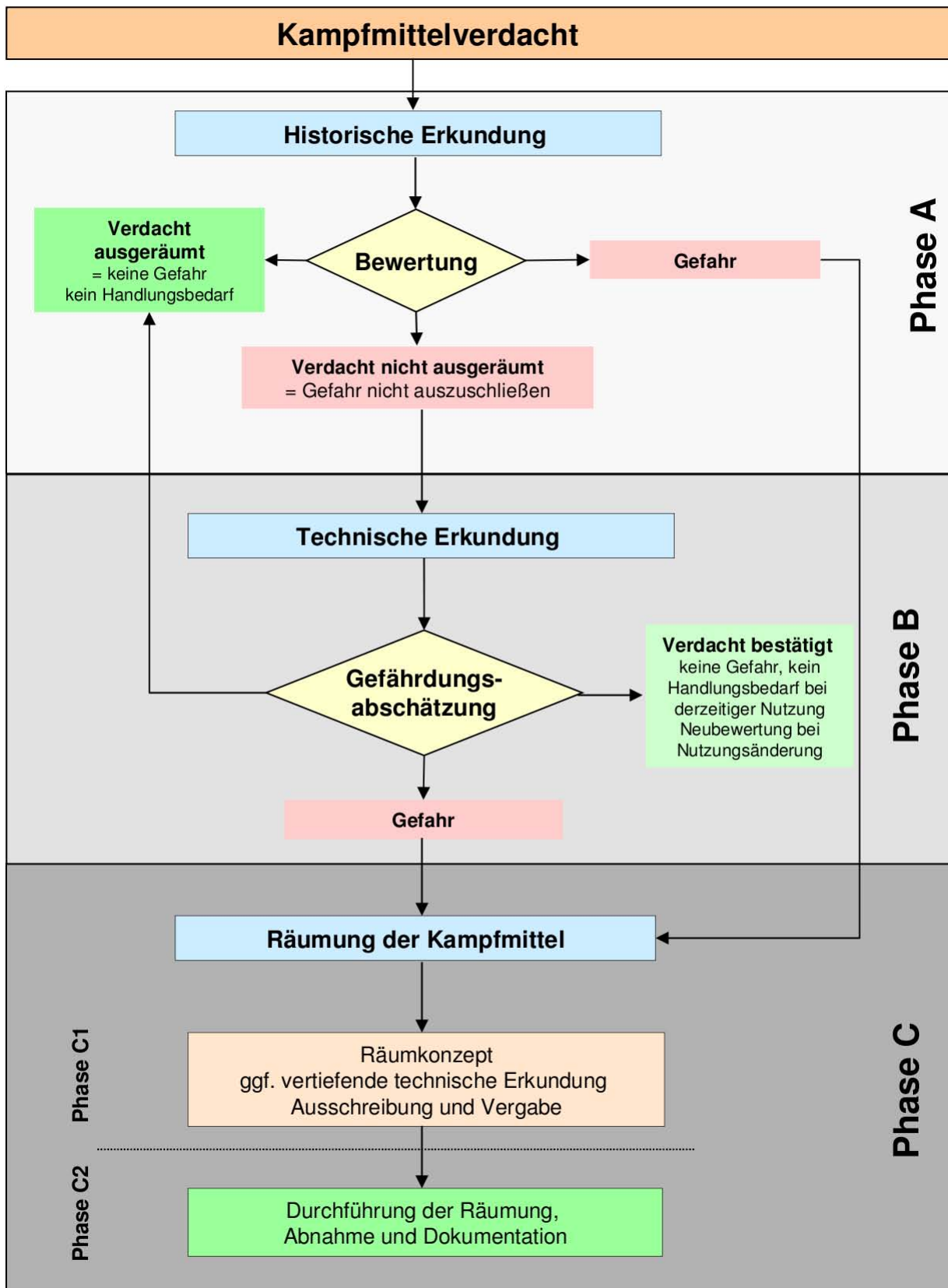


Abb. 2: Phasenschema Kampfmittelräumung



- (3) Die Recherchen sind in in- und ausländischen Archiven durchzuführen. Das Provenienzprinzip, d.h. die Recherche in Beständen zuständiger Behörden und Einrichtungen, ist zu berücksichtigen. Für die HgR-KM werden auch Archivalien benötigt, die grundsätzliche Aspekte (z.B. zu Einsatzgebieten bestimmter Kampfmittel) behandeln.
- (4) Um eine wirtschaftliche Bereitstellung von Archivalien und aktuellen Luftbildern zu gewährleisten, werden Archivrecherchen gemäß den Erlassen des BMVBS vom 17.12.1999 (Az. BS 33 B1012) bzw. des BMVg vom 24.03.2000 (WV II 7 Az 63-25-36/15) zentral durch die OFD Hannover durchgeführt und im Rahmen einer historisch-genetischen Rekonstruktion ausgewertet. Die Vorgehensweise ist in der Handlungsanleitung Rüstungsaltstandorte/Entmunitionierung dargelegt (s. Anhang 2), die mit den o.g. Erlassen eingeführt wurde.
- (5) Aus den Recherchen der vergangenen Jahre resultiert ein umfangreicher Archivalienbestand bei der OFD Hannover, der in dem Anhang 2 zusammenfassend beschrieben wird. Sämtliche Archivalien werden in der Archivaliendatenbank der OFD Hannover erfasst. Hierdurch ist der unmittelbare Zugriff auf alle bearbeiteten Bestände und Archivalien möglich. Die Archivaliendatenbank ist ebenfalls im Anhang 2 erläutert.
- (6) Die Auswertung der Archivalien setzt detaillierte Kenntnisse über grundsätzliche historische und militärische Zusammenhänge sowie langjährige Erfahrungen in diesem Fachgebiet voraus.
- (7) Ziele einer HgR-KM sind
- die historische Nutzung und historischen Vorgänge, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können, umfassend zu rekonstruieren,
  - die potenzielle Kampfmittelbelastung räumlich und genetisch differenziert zu ermitteln,
  - die Kostenwirkungsfaktoren zu erheben,
  - ggf. kontaminationsverdächtige Flächen (KVF) auszuweisen,
  - die potenzielle Belastung zu bewerten,
  - weitere Maßnahmen zu empfehlen.
- (8) Über den Standort, die Kampfmittelbelastung und die rechtlichen Rahmenbedingungen werden eine Vielzahl an Informationen und Daten benötigt. Diese Kostenwirkungsfaktoren sind als Bestandteil einer HgR-KM, sofern sie für die Bewertung relevant sind, vollständig zu erfassen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass diese Faktoren auch für die weitere Bearbeitung in den Phasen B und C wesentlich sind. Eine frühzeitige vollständige Datenerhebung vermeidet spätere, zumeist aufwändige Nacherhebungen.

#### **Archivaliendatenbank der OFD Hannover**

#### **Ziele HgR-KM**

#### **Kostenwirkungsfaktoren**

- Kampfmittelbedingte Faktoren**
- (9) Mit einer HgR-KM sollen die Ursachen (siehe Anhang 2) für eine Kampfmittelbelastung ermittelt und die notwendigen Daten für die Bewertung erhoben werden. Das Ziel einer HgR-KM ist die lückenlose Rekonstruktion der Nutzungs- und Angriffschronik eines Standortes für den gesamten relevanten Nutzungszeitraum. Dieser kann aus der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg (z.B. Truppenübungsplätze der preußischen Armee) bis heute reichen. Um die Art und Menge der verwendeten Kampfmittel zu erfassen, sind die Handlungsabläufe des (militärischen) Regelbetriebs, der stattgefundenen Kampfhandlungen und die Vorgänge bei einer möglichen Demontage oder Kampfmittelvernichtung zu rekonstruieren. Verwendungs- und Trefferbereiche werden auf Basis der historischen und jetzigen Infrastruktur lokalisiert und kartografisch dargestellt. Auf Grundlage dieser Arbeiten lassen sich die kampfmittelbedingten Faktoren Kampfmittelart, Fundtiefe, Zustand und räumliche Verteilung bzw. Belastungsdichte rekonstruieren.
- (10) Weitere Hinweise zu den Verursachungsszenarien und nutzungstypbezogenen möglichen Kampfmittelbelastungen sowie zur Quellenlage finden sich im Anhang 2.
- Standortfaktoren**
- (11) Weitere wesentliche Daten sind die Standortfaktoren einer Liegenschaft. Hierbei handelt es sich beispielsweise um naturräumliche Bedingungen (z.B. Geologie), bauliche Infrastruktur (z.B. bauliche Anlagen, Straßen und Wege) und kontaminierte Bereiche (z.B. Altlasten).
- Rechtliche Faktoren**
- (12) Die rechtlichen Faktoren beinhalten beispielsweise Aussagen zu den Eigentumsverhältnissen, Angaben zum Natur- und Denkmalschutz oder zur Totenruhe.
- (13) Weitere Hinweise zu den Kostenwirkungsfaktoren sind im Anhang 9 zu finden.
- (14) Die HgR-KM basiert auf der Auswertung von Archivalien, Luftbildern und aktuellen Dokumenten (z.B. Räumberichten) sowie Zeitzeugenbefragungen. Eine Geländebegehung zum Abgleich der ausgewerteten Ergebnisse mit den örtlichen Verhältnissen ist im Regelfall durchzuführen. Weitergehende Geländeuntersuchungen (z.B. geophysikalische Sondierungen) werden i.d.R. nicht vorgenommen.
- Dokumentation**
- (15) Sämtliche Arbeiten, Auswertungen und Ergebnisse sind detailliert und nachvollziehbar textlich und grafisch zu dokumentieren. Insbesondere die lagegetreue Lokalisierung aller Verdachtspunkte, -objekte und -bereiche ist notwendig. Weitere Hinweise und Anforderungen an die Inhalte einer HgR-KM werden im Anhang 9 gegeben.
- Bewertung**
- (16) Für die Bewertung der möglichen Kampfmittelbelastung sind alle erhobenen Daten zu berücksichtigen. Hervorzuheben sind insbesondere
- jetzige und zukünftige Nutzung,
  - bereits durchgeführte Kampfmittelräumungen,

- Sorte, Art, Lage, Menge des vermuteten oder festgestellten Kampfmittels,
  - vermuteter Zustand der Kampfmittel,
  - Möglichkeit der Selbstdetonation,
  - Möglichkeit der Detonation durch Fremdeinwirkung,
  - Explosions-, Detonations- und sonstige Wirkung auf die Schutzgüter.
- (17) Die HgR-KM schließt mit einer Bewertung ab. Hat sich der Kampfmittelverdacht mit hinreichender Sicherheit nicht bestätigt, scheidet die Liegenschaft oder Fläche aus der weiteren Bearbeitung aus. Wurde eine Gefahr für die Schutzgüter festgestellt, kann unter Berücksichtigung des Einzelfalls unmittelbar die Räumung geplant und durchgeführt werden. In allen anderen Fällen sind weitergehende Untersuchungen, die in der Regel als technische Erkundungen in der Phase B durchgeführt werden, notwendig. Hierzu spricht die HgR-KM Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise aus.

## 4.2 Phase B - Technische Erkundung der Kampfmittelbelastung und Gefährdungsabschätzung

- (1) Ist der Verdacht einer Kampfmittelbelastung und damit einer Gefahr für die Schutzgüter durch die Phase A nicht ausgeräumt, wird im Rahmen der Phase B eine technische Erkundung der Kampfmittelbelastung durchgeführt.
- (2) Das Ziel der technischen Erkundung ist die Gefährdungsabschätzung der Kampfmittelbelastung. **Ziel**
- (3) Zu Beginn der technischen Erkundung kann eine Nachrecherche oder Nacherfassung von in der Phase A nicht abschließend geklärten Aspekten und Daten notwendig sein.
- (4) In der technischen Erkundung liefern Testfelder wesentliche Daten für die Gefährdungsabschätzung und für die Ausschreibung der Kampfmittelräumung. Grundsätzlich wird unterschieden in geophysikalische Untersuchungen und die anschließende Kampfmittelräumung der Testfelder bzw. Teilen davon. Beide Erkundungsarten werden in der Regel miteinander kombiniert. Die Testfelduntersuchungen sind qualitativ und quantitativ den jeweiligen Standortverhältnissen anzupassen. Die Größe, Anordnung und Lage der Testfelder sind in Abhängigkeit der Standortsituation, der vermuteten Kampfmittelbelastung und der räumlichen Varianz der Kampfmittelverteilung repräsentativ unter geostatistischen Gesichtspunkten zu bestimmen. Die technischen Spezifikationen finden sich im Anhang 9. **Testfelder**

**Geophysik**

- (5) Durch die geophysikalischen Untersuchungen werden ausgewählte Liegenschaftsteile oder in bestimmten Fällen auch die gesamte Liegenschaft erkundet. Hierzu werden in der Regel magnetische oder elektromagnetische Verfahren sowie Georadar eingesetzt, die im Anhang 3 beschrieben werden.
- (6) Die Erkundung selbst sollte auf einer EDV-gestützten Messwertaufnahme beruhen, die bei größeren Flächen auch fahrzeuggestützt durchgeführt werden kann. Die hierzu notwendige Lagebestimmung der Messpunkte ist gemäß den Anforderungen der Technischen Spezifikation Vermessung (Anhang 9) vorzunehmen.

**Räumung der Testfelder**

- (7) Durch die Räumung der Testfelder werden Art, Zustand und Menge der Kampfmittel, von Störkörpern und eine Räumung behindernde oder einschränkende Standortbedingungen sowie die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse erfasst.
- (8) An die Testfeldräumungen sind hinsichtlich Durchführung und Arbeitssicherheit die gleichen Anforderungen wie bei Flächenräumungen zu stellen.
- (9) Die Testfelduntersuchungen sind detailliert zu dokumentieren. Insbesondere sind die geophysikalischen Untersuchungen sowie die geräumten Kampfmittel genau einzumessen. An die Vermessung werden deshalb besondere Anforderungen gestellt, die im Anhang 9 aufgeführt sind.

**Gefährdungsabschätzung**

- (10) In der Gefährdungsabschätzung (siehe Kap. 5) werden die Ergebnisse der historisch-genetischen Rekonstruktion, der geophysikalischen Untersuchungen und der Testfeldräumungen berücksichtigt. Als wesentliche Bewertungsfaktoren für die Aussage, ob und in welchem Maße eine Gefahr für die Schutzgüter von der jeweiligen Fläche oder Liegenschaft ausgeht, gelten:
  - jetzige und zukünftige Nutzung,
  - Sorte, Art, Lage, Menge des vermuteten oder festgestellten Kampfmittels,
  - Zustand des festgestellten Kampfmittels,
  - Möglichkeit der Selbstdetonation,
  - Möglichkeit der Detonation durch Fremdeinwirkung,
  - Explosions-, Detonations- und sonstige Wirkung auf die Schutzgüter.
- (11) Die Gefährdungsabschätzung wird einzelfallbezogen durchgeführt. Hat sich der Kampfmittelverdacht nicht bestätigt, erfolgen keine weiteren Maßnahmen. Geht von der festgestellten Kampfmittelbelastung zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung aus, sind keine weiteren Maßnahmen notwendig. Bei Nutzungsänderung ist eine Neubewertung erforderlich. Besteht eine Gefahr für die Schutzgüter, wird die Liegenschaft oder Fläche in der Phase C weiter bearbeitet.

### 4.3 Phase C - Räumkonzept, Ausschreibung und Durchführung einer Kampfmittelräumung

- (1) Ergibt die Gefährdungsabschätzung eine Gefahr, die eine Kampfmittelräumung notwendig macht, so wird in der Phase C die Kampfmittelräumung geplant, durchgeführt und i.d.R. durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst der Länder abgenommen.
- (2) Ziel einer Kampfmittelräumung ist die Beseitigung der festgestellten Gefahren für die Schutzgüter unter Berücksichtigung der jetzigen oder zukünftigen Nutzung.
- (3) In der Phase C1 werden durch eine fallweise durchzuführende, vertiefte technische Erkundung die möglicherweise vorhandenen Datenlücken geschlossen. Diese Erkundung kann weitere Untersuchungen analog den in der Phase B durchgeführten Maßnahmen umfassen. Für Detailprobleme können standortbezogene Sonderuntersuchungen notwendig werden. Hierzu gehören u.a. die Validierung von Ortungsverfahren, die exemplarische Räumung bestimmter Kampfmittel zur Lage und Tiefenbestimmung, die Untersuchung von Resten baulicher Anlagen.
- (4) Mit dem Räumkonzept (siehe Kap. 6) werden Lösungsmöglichkeiten für das definierte Ziel untersucht und die Räummaßnahme geplant. Hier können grundsätzlich unterschieden werden:
  - Kampfmittelräumung ohne Einschränkungen: Hierbei wird die Kampfmittelfreiheit eines Areals nach dem Stand der Technik hergestellt.
  - Kampfmittelräumung mit Einschränkungen: die Kampfmittelräumung wird in Tiefe, Fläche und/oder nach Art der Kampfmittel eingeschränkt. Hierzu zählt auch die baubegleitende Kampfmittelräumung.
  - Schutz- und Beschränkungsmaßnahme.
- (5) Im Einzelnen werden insbesondere die möglichen Räumverfahren unter Berücksichtigung technischer, wirtschaftlicher und zeitlicher Aspekte geprüft. Dabei werden die Standortfaktoren, kampfmittelbedingte Faktoren und die rechtlichen Faktoren (Anhang 9) berücksichtigt. Das Räumkonzept wird mit dem zuständigen Kampfmittelbeseitigungsdienst abgestimmt.
- (6) Auf Basis des Räumkonzeptes werden Leistungsbeschreibungen (LB) und Leistungskataloge (LK) sowie alle weiteren Dokumente erarbeitet, die Grundlage für die Ausschreibung der gewerblichen Leistungen der Räummaßnahmen sind. Details hierzu können dem Kapitel 7 sowie den Anhängen 7 bis 9 entnommen werden.

**Ziel**

**Phase C1**

**Räumkonzept**

**Phase C2**

- (7) Die Räumung (Phase C2) wird von qualifizierten Fachfirmen auf Grundlage des Räumkonzeptes und der Ausschreibungsunterlagen durchgeführt. Die Kampfmittelräumung umfasst die Arbeiten:
- Herstellen der Räumfähigkeit der Fläche,
  - Sondieren und Orten der Kampfmittel,
  - Freilegen,
  - Identifizieren,
  - Bergen,
  - Transportieren in ein Bereitstellungslager,
  - Übergabe an den Kampfmittelbeseitigungsdienst zur Vernichtung.
- (8) Die Vernichtung der Kampfmittel erfolgt i.d.R. durch den zuständigen Kampfmittelbeseitigungsdienst der Länder. Mit diesen Arbeiten können nach Abstimmung mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst auch gewerbliche Kampfmittelräumfirmen beauftragt werden.
- (9) Abhängig vom Räumziel und den Standortbedingungen können unterschiedliche Räumverfahren angewendet werden. Das Spektrum reicht von der manuellen Ortung und Räumung einzelner Störpunkte bis zur vollmaschinellen Räumung mit Hilfe von Sieb- und Separieranlagen. Detaillierte Angaben zu den Räumverfahren finden sich in den Anhängen 4 und 9. Räumarbeiten sind dem Stand der Technik entsprechend durchzuführen. Auf die Einhaltung der Maßnahmen zur Arbeitssicherheit ist zu achten (Anhang 5).

**Qualitätskontrolle, Prüffelder**

- (10) Die Kampfmittelräumung bedarf einer örtlichen Bauüberwachung. Der Kampfmittelbeseitigungsdienst ist im Regelfall ebenfalls an der Durchführung der Maßnahme zu beteiligen; er wird damit in die Qualitätskontrolle eingebunden. Die Qualität einer Kampfmittelräumung wird anhand von Prüffeldern und den vorher definierten Abnahmebedingungen geprüft (Anhänge 4 und 9).
- (11) Durchführung und Ergebnisse der Kampfmittelräumung sind zu dokumentieren. Die technischen Anforderungen für Abschlussberichte zu Kampfmittelräummaßnahmen sind im Anhang 9 definiert. Insbesondere sind die Räumflächen genau einzumessen. An die Vermessung werden deshalb besondere Anforderungen gestellt, die im Anhang 9 aufgeführt sind. Zukünftig werden Datenbanken mit angeschlossenen geografischen Auskunftssystemen alle relevanten Daten einer Kampfmittelräummaßnahme verwalten.
- (12) Wurden die Kampfmittel vollständig geräumt, sind keine weiteren Maßnahmen notwendig. Sofern eine Kampfmittelräumung mit Einschränkungen erfolgte, ist bei Nutzungsänderung eine Neubewertung erforderlich.

## 5 Bewertung und Gefährdungsabschätzung

### 5.1 Grundsätze der Bewertung

- (1) Auf die Beschaffung und Auswertung von Informationen durch Recherchen oder Untersuchungen sowie die Interpretation der Ergebnisse muss eine Bewertung der Situation der einzelnen kampfmittelverdächtigen bzw. kampfmittelbelasteten Flächen (KMVF, KMBF) oder des Einzelpunktes folgen. Damit wird über die weitere Vorgehensweise bzw. zukünftige Nutzung der Fläche entschieden. Jede Untersuchungsphase schließt mit einer Bewertung ab.
- (2) Das Ziel der Bewertung ist, eine kampfmittelverdächtige Fläche oder einen einzelnen Fundpunkt entweder aus dem Verdacht zu entlassen oder als kampfmittelverdächtige Fläche oder als Einzelfund festzustellen und zu charakterisieren sowie die Entscheidung über die zu ergreifende Maßnahme vorzubereiten.
- (3) Bei der Bewertung von Kampfmittelbelastungen bzw. Verdacht auf Kampfmittelbelastungen auf Liegenschaften des Bundes sind einheitliche Kriterien anzuwenden.
- (4) Die wichtigsten Bewertungsfaktoren sind:
  - jetzige und zukünftige Nutzung,
  - Sorte, Art, Lage, Menge des vermuteten, festgestellten Kampfmittels,
  - Zustand des festgestellten Kampfmittels,
  - Möglichkeit der Selbstdetonation,
  - Möglichkeit der Detonation durch Fremdeinwirkung,
  - Explosions-, Detonations- und sonstige Wirkung auf die Schutzgüter.
- (5) Das Gefährdungspotenzial wird einzelfallbezogen ermittelt.

**Ziel**

**Bewertungsfaktoren**

## 5.2 Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen

- (1) Teilflächen von Bundesliegenschaften, für die aufgrund der bisherigen oder aktuellen Nutzung oder sonstiger Hinweise der Verdacht auf Kampfmittelbelastungen besteht, werden nach den Ergebnissen der Erfassung und Bewertung (Phase A) und/oder aber erst nach der Technischen Erkundung und Gefährdungsabschätzung der Phase B sowie nach der Phase C in die folgenden Kategorien eingeteilt:

### **Kategorie 1**

Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.

### **Kategorie 2**

Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.

### **Kategorie 3**

Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.

### **Kategorie 4**

Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.

### **Kategorie 5**

Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.



## 6 Räumkonzept

### 6.1 Einleitung

- (1) Auf Grundlage der Gefährdungsabschätzung entscheidet der Nutzer im Einvernehmen mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst des Landes über die Art der durchzuführenden Maßnahmen, die eine gefahrlose Nutzung der Liegenschaft zum Ziel haben. Hierzu bieten sich folgende Lösungsmöglichkeiten an:
  - Kampfmittelräumung ohne Einschränkungen,
  - Kampfmittelräumung mit Einschränkungen,
  - Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen.
- (2) Räummaßnahmen werden in der Regel nutzungsorientiert geplant. Aufbauend auf der Analyse der Kostenwirkungsfaktoren und unter Berücksichtigung der Bauleitplanung werden im Räumkonzept Lösungsmöglichkeiten für die gefahrlose Nutzung einer Liegenschaft/Fläche untersucht. Die Planung für die Durchführung der Räummaßnahme beinhaltet Termine, die technische Vorgehensweise, die zu beachtenden Randbedingungen, die Wirtschaftlichkeit und die Genehmigungsfähigkeit. Der Maßnahmenumfang schließt auch die Bewertung der Gefahrensituation durch die Ordnungsbehörde ein, die ihren Entscheidungsspielraum ermessensfehlerfrei anzuwenden hat.
- (3) In dem Räumkonzept werden auch die optimierten Ziele und die Art der Durchführung der vorgesehenen Räummaßnahme in einer sowohl für den Auftraggeber als auch für die Fach- und Vollzugsbehörden nachvollziehbaren Form abschließend dargestellt.
- (4) Das Räumkonzept ist unverzichtbare Grundlage für die Ausführungsplanung und Leistungsbeschreibung. In den folgenden Kapiteln werden die Planungsschritte zur Zieloptimierung und die Inhalte eines Räumkonzeptes beschrieben.

#### Inhalte des Räumkonzeptes

## 6.2 Planungsschritte zum Räumkonzept

### Grundlagenermittlung

- (1) Zur Klärung der Aufgabenstellung sind Anlass und Ziel der Planung sowie die Anforderungen des Bundes zu beschreiben. Alle weiteren für die Planung vorgegebenen Bedingungen rechtlicher, räumlicher, zeitlicher und nutzungsspezifischer Art sind zu ermitteln. Die dem Auftragnehmer übergebenen Unterlagen, Daten und Informationen inkl. der Ergebnisse aus den vorangegangenen Untersuchungen sind zusammenzustellen und auf Vollständigkeit zu prüfen. Fehlende oder unvollständige Daten, d.h. methodische Untersuchungsdefizite der für die Kampfmittelräumung bedeutenden Faktoren, sind aufzuzeigen. Der für die Beseitigung der aufgezeigten Defizite erforderliche Leistungsumfang - auch vertiefende technische Erkundungen (Geophysik, Testfelder) - ist zu ermitteln. Das Ergebnis dieses ersten Planungsschrittes, der Grundlagenermittlung (siehe Anhang 9), ist die Basis für die weiteren Planungsschritte und deren Leistungsumfang.

### Vorplanung

- (2) In dem folgenden Planungsschritt, der Vorplanung, sind die Unterlagen im Kontext mit den Planungsabsichten (Nutzungsabsichten) nach qualitativen Gesichtspunkten zu analysieren. Die aus der Grundlagenermittlung und der Analyse der Vorplanung identifizierten fehlenden Informationen z.B. zum Gebäudebestand, der Vegetation, den Schutzgebieten, kontaminationsverdächtigen Flächen, ausgewiesenen Bereichen mit Bodenab- und -auftrag, Ver- und Entsorgungsleitungen, Geologie und Hydro(geo)logie, Testfeldern oder Kampfmittelbelastung sind zu beschaffen. Das Ziel der Planung ist hinsichtlich Erreichbarkeit und Durchführbarkeit zu bewerten und zu konkretisieren. Für das Räumkonzept sind folgende Lösungsmöglichkeiten zu untersuchen:
  - Kampfmittelräumung ohne Einschränkungen. Hierbei wird die Kampfmittelfreiheit eines Areals nach dem Stand der Technik hergestellt.
  - Kampfmittelräumung mit Einschränkungen. Hier wird die Kampfmittelräumung in Tiefe oder Fläche eingeschränkt. Hierzu zählt auch die baubegleitende Kampfmittelräumung.
  - Schutz- und Beschränkungsmaßnahme.

- (3) Zu betrachten sind die Auswirkungen dieser drei Lösungsmöglichkeiten auf die Wirtschaftlichkeit, den Umweltschutz und die Folgenutzungsmöglichkeiten. Insbesondere bei größeren Liegenschaften mit unterschiedlichen Nutzungen auf Liegenschaftsteilen wird eine differenzierte Betrachtung zu einer Kombination von Lösungsmöglichkeiten führen. Für den Einsatz alternativer Räumverfahren oder deren Kombination sind die Auswirkungen der Standortfaktoren zu untersuchen. Für die favorisierte Lösung ist das Planungskonzept mit Darstellung und Bewertung des ausgewählten Verfahrens oder der Verfahrenskombination zu erarbeiten. Ferner werden u.a. Bauablaufpläne erstellt, Parzelleneinteilungen vorgenommen, die Zuständigkeit und die Projektstruktur festgelegt sowie die Anforderungen zum Nachbarschafts- und Arbeitsschutz konkretisiert.
- (4) Auf dieser Grundlage werden die Vorverhandlungen mit den Behörden und anderen an der Planung fachlich Beteiligten über die Genehmigungsfähigkeit des Räumkonzeptes geführt. Gegebenenfalls ist eine Mitwirkung des Auftragnehmers beim Erläutern des Planungskonzeptes gegenüber Bürgern und politischen Gremien erforderlich. Die Vorplanungsergebnisse sind aufgrund der Verhandlungen/Erläuterungen/Anmerkungen der beteiligten Gremien zu konkretisieren, zu überarbeiten, mit einer Kostenschätzung zu vervollständigen und zusammenzustellen.
- (5) Beim dritten Planungsschritt, der Entwurfsplanung, werden die für Teilbereiche der Liegenschaft ausgewählten Verfahren (oder Verfahrenskombination) auf die fachspezifischen Anforderungen unter Berücksichtigung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter bis zum vollständigen Entwurf durchgearbeitet. Hierzu zählt beispielsweise auch die Aufstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsplans (in Anlehnung an BGR 128), die Bedarfsermittlung einzusetzender Spezialtechnik (z.B. Siebanlagen) und des Freischnittes, ggf. konzeptionelle Ausarbeitungen zur Entsorgung geborgener Kampfmittel, zum Baustellenverkehr und Bauablauf, zu besonderen Tiefbauarbeiten sowie zur Qualitätssicherung und -kontrolle (z.B. Prüffelder). Zusätzliche Leistungen können sich ergeben, wenn sich die Durchführung von weiteren technischen Erkundungen (Geophysik, Testfelder) sowie die Konzepterstellung für den Umgang mit kontaminiertem Boden und Grundwasser als notwendig erweisen.

### Entwurfsplanung

**Genehmigungsplanung**

- (6) In dem anzufertigenden Erläuterungsbericht ist textlich kurz gefasst und allgemein verständlich das Räumkonzept so zu beschreiben, dass eine zweifelsfreie Beurteilung aller wesentlichen Planungsschritte möglich ist. Planungsergebnisse und -entscheidungen sind stets nachvollziehbar zu begründen (siehe Kap 6.3 und Anhang 9). Zur zeichnerischen Darstellung gehören beispielsweise ein Ablaufplan, Liegenschaftspläne mit unterschiedlichen Fachinformationen und die Darstellung des Räumkonzeptes. Die erarbeiteten Unterlagen sind wiederum Grundlage für die Verhandlungen mit Behörden über die Genehmigungsfähigkeit; sie werden in einem Finanzierungs-, Bauzeiten- und Kostenplan zusammengefasst.
- (7) Im letzten Planungsschritt zum Räumkonzept, der Genehmigungsplanung, sind die Unterlagen für die erforderlichen öffentlich-rechtlichen Verfahren einschließlich der Anträge auf Ausnahmen und Befreiungen unter Verwendung der Beiträge anderer an der Planung fachlich Beteiligter zu erstellen. In der Regel sind hierfür die zur Entwurfsplanung erarbeiteten Unterlagen nutzbar und ausreichend. Mit diesen Unterlagen erfolgt die abschließende Verhandlung mit den Genehmigungsbehörden und gegebenenfalls die abschließende Vervollständigung und Anpassung der Planungsunterlagen. Damit wird eine relativ hohe Planungs- und Kostensicherheit für die Durchführung der Räummaßnahme hergestellt.

### 6.3 Dokumentation des Räumkonzeptes

- (1) Im Erläuterungsbericht wird einleitend die Ausgangslage geschildert (insbesondere Standortverhältnisse, Gefahrenlage und Räumziele). Die Entscheidung zu den für die Räumung durchzuführenden Maßnahmen ist textlich aufgrund der Untersuchungsergebnisse aus der Vorplanung zu begründen, zu beschreiben sowie zeichnerisch darzustellen. Die Räummaßnahme selbst ist in Anlehnung an die Struktur der Kostengruppen/Module des Leistungskataloges zu beschreiben. Bestandteile des Berichtes sind die Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanung unter besonderer Berücksichtigung des Nachbarschaftsschutzes, Brandschutzes, persönlichen Arbeitsschutzes und der Rettungskette sowie die Auflistung der Projektbeteiligten und der zuständigen Behörden.

Zur zeichnerischen Darstellung gehören:

- Ablaufplan,
- Liegenschaftsplan mit Fachinformationen zu (z.B.)
  - Räumsektoren,
  - kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen,
  - Vermessungspunkten,
  - relevanten baulichen Anlagen,
  - Infrastruktur, insb. zu befahrende Straßen,
  - Bodenbedeckung,
  - fließenden und stehenden Gewässern,
  - Schutzgebieten und schutzwürdigen Gebieten,
  - Geologie des relevanten Tiefenbereichs,
  - Testfeldern,
  - notwendigen räumtechnischen Einrichtungen (z.B. Bereitstellungslager Kampfmittel),
  - Kampfmittelbelastungskarte,
  - Sektoren mit hohem Gefährdungspotenzial,
  - Nutzung und Nutzungsabsichten.



## 7 Vergabe von Leistungen

### 7.1 Grundsätzliches zur Vergabe

#### Öffentliches Auftragswesen

- (1) Im Gegensatz zu privaten Auftraggebern (AG) haben öffentliche AG bei der Vergabe von Leistungen besondere gesetzliche Bestimmungen (Gesetz gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB), Vergabeverordnung (VgV), Haushaltsrecht des Bundes, der Länder und der Gemeinden), Rechtsverordnungen (z.B. VO PR 30/53 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen), Rechtsnormen und Verwaltungsanweisungen (VOL, VOB, VOF, Richtlinien usw.) zu berücksichtigen, was sich auf die Auswahl der Vertragspartner sowie die Gestaltung und Abwicklung der Verträge auswirkt.
- (2) Die Anwendung der VOB/A, Abschnitt 2, VOL/A, Abschnitt 2 und VOF sind nach dem GWB in Verbindung mit der VgV einklagbar, soweit es um Vergaben oberhalb der EU - Schwellenwerte (nach § 2 VgV) geht. Bieter können Nachprüfungsverfahren bei den Vergabekammern des Bundes und der Länder beantragen. Der öffentliche Auftraggeber darf nach Zustellung eines Antrags auf Nachprüfung den Zuschlag nicht vor einer Entscheidung der Vergabekammer erteilen.
- (3) Gemäß der Bundeshaushaltsordnung (BHO) § 7, den entsprechenden Vorschriften der Landeshaushaltsordnungen und vergleichbaren Bestimmungen der Gemeindehaushaltsverordnungen sind die Haushaltsmittel wirtschaftlich und sparsam einzusetzen. Wegen der Pflicht zur sparsamen Verwendung der Haushaltsmittel ist darauf zu achten, dass Leistungen von der öffentlichen Hand zu einem angemessenen Preis vergeben werden.
- (4) Preise, die dem Grundsatz der Wirtschaftlichkeit entsprechen, sind angemessen. Um angemessene Preise zu ermitteln, ist der öffentliche und transparente Wettbewerb, bei dem alle Bewerber und Bieter gleich behandelt werden, das wirksamste Mittel: Mit der öffentlichen Auftragsvergabe soll in einem wettbewerblichen Vergabeverfahren das wirtschaftlichste Angebot ermittelt werden. Dem Abschluss von Verträgen über alle Leistungen muss nach § 55 BHO eine öffentliche Ausschreibung vorausgehen, sofern nicht besondere Umstände die Ausnahme einer/eines beschränkten Ausschreibung/ nichtoffenen Verfahrens oder freihändigen Vergabe/Verhandlungsverfahrens rechtfertigen.
- (5) Der Geltungsbereich der VOB/A, VOL/A und VOF ergibt sich jeweils aus § 1 der v.g. Bestimmungen und §§ 4 bis 6 VgV.

## 7.2 Arten der Leistungen

- (1) Der in den Gesetzen zur Gefahrenabwehr verwendete Begriff „Kampfmittelbeseitigung“ wird oft mit allen auf den Liegenschaften und Grundstücken in diesem Zusammenhang durchzuführenden Arbeiten verwendet. Er führt zu falschen Vorstellungen über den tatsächlichen Charakter und die Art der anfallenden Leistungen.
- (2) Bei der Kampfmittelbeseitigung auf Liegenschaften und Grundstücken fallen unter Berücksichtigung der Planung in dieser Reihenfolge folgende Leistungen an:

**Tab. 1: Leistungen der Kampfmittelbeseitigung**

1.	Erkundung (Bestandsaufnahme), Bewertung bzw. Gefährdungsabschätzung	<b>Planung der Kampfmittelräumung: Ingenieurleistungen</b>
2.	Objektplanung „Kampfmittelräumung“ i.S. der HOAI	
3.	Herstellen der Räumfähigkeit	<b>Durchführung der Kampfmittelräumung: gewerbliche Leistungen</b>
4.	Sondieren und Ortung des Geländes	
5.	Freilegen der Störkörper/Kampfmittel	
6.	Identifizieren der Störkörper/Kampfmittel	
7.	Bergen der Störkörper/Kampfmittel	
8.	Transport der Kampfmittel zum Bereitstellungslager	
9.	Bereitstellung und Übergabe der Kampfmittel	
10.	Transport der Kampfmittel zur Vernichtungsstelle	<b>Kampfmittelvernichtung: hoheitliche Aufgabe</b>
11.	Sprengen, Entschärfen, Vernichten und Entsorgen der Kampfmittel	

### Gewerbliche Leistungen bei Kampfmittelräummaßnahmen

- (3) In der Praxis werden die oben beschriebenen Tätigkeiten 3. bis 9. (Ausnahme: Bombenfunde) von gewerblich tätigen Räumfirmen durchgeführt. Bei diesen Tätigkeiten geht es neben den im Zusammenhang mit der Sondierung anfallenden Arbeiten zur Beseitigung von baulichen Anlagen und Bewuchs hauptsächlich um Erd- und Tiefbauarbeiten sowie Bohrarbeiten, Wasserhaltungsarbeiten etc.. Diese Leistungen verursachen die weitaus überwiegenden Kosten bei der Kampfmittelräumung. Die von der Räumfirma geborgenen Kampfmittel werden dann in einem von ihr eingerichteten Bereitstellungslager zur Übergabe an die Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder bereitgestellt.



- (4) Die Leistungen werden in der Regel im direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Bebauung des zu räumenden Grundstücks durchgeführt. Außerdem findet die Kampfmittelräumung oftmals in Verbindung mit dem Abbruch vorhandener baulicher Anlagen statt. Darüber hinaus sind fast immer die v.g. Bauarbeiten als Voraussetzung für die eigentliche Räumungstätigkeit erforderlich. Aus diesen Gründen ist die Kampfmittelräumung in aller Regel den Bauleistungen zuzuordnen, d.h. bei der Vergabe und Vertragsabwicklung ist nach der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB) zu verfahren.
- (5) Die VOB hat sich sowohl aus formalen als auch praktischen Gründen als die geeignete Grundlage für die Vergabe und Ausführung von Leistungen zur Kampfmittelräumung erwiesen. Diese Sichtweise wird dadurch verstärkt, dass die für die Arbeitssicherheit zuständigen Gewerbeaufsichtsbehörden bei Kampfmittelräumarbeiten grundsätzlich die Berücksichtigung der Baustellenverordnung verlangen (Vorankündigung und Vorlage eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan), Benennung des Koordinators).
- (6) Soweit die Kampfmittelräumung nicht im Zusammenhang mit durchzuführenden oder geplanten Bauleistungen steht und für die Räumtätigkeit auch keine der v.g. Bauleistungen im wesentlichen Umfang erforderlich sind, kann es sich im Einzelfall um Leistungen im Sinne der Verdingungsordnung für Leistungen (VOL) handeln. Dann wäre bei der Vergabe und Vertragsabwicklung die VOL zugrunde zu legen.
- (7) Die Vernichtung von Kampfmitteln wird unabhängig von der Kampfmittelräumung durchgeführt. Die evtl. Entschärfung oder Sprengung sowie der Transport und die Vernichtung der Kampfmittel, also die eigentliche „Beseitigung“, ist eine hoheitliche Aufgabe, die grundsätzlich den Ländern obliegt; in Sonderfällen ist die Bundeswehr zuständig. Diese Leistungen sind z. Zt. nicht Gegenstand dieser Arbeitshilfen.
- (8) Bei der Projektorganisation ist im Sinne des Haushaltsrechts zu berücksichtigen, dass die Aufgaben in originäre und übertragbare Aufgaben zu unterscheiden sind.
- (9) Soweit es sich bei den Bauherrenaufgaben um die so genannten originären Aufgaben handelt, deren Erfüllung als Anordnung, Vorgabe, Entscheidung, Auswahl und hierdurch als Handlung wirkt, die Rechtsfolgen entstehen lassen, sind sie nicht delegierbar. Da die Möglichkeiten der Kostenbeeinflussung mit zunehmendem Planungsfortschritt abnehmen, fällt die wichtigste „Bauherrenleistung“ bereits in der Vorbereitung des Projektes an: Sie besteht bei Kampfmittelräummaßnahmen im Wesentlichen darin, zu prüfen, inwieweit Anlass und Art der bestehenden Gefahr in welchem Umfang Gefahrenabwehrmaßnahmen erfordern.

#### **Kampfmittelvernichtung**

#### **Planungsleistungen**

- (10) Wenn übertragbare Leistungen delegiert werden, sind sie mit einer konkreten Auftragsvergabe mit der Vorgabe von Qualitätszielen unter Beachtung des Vergaberechts, Betreuung des Freiberuflichen, der Erfolgskontrolle und der Abrechnung von Honoraren verbunden.
- (11) Neben den baufachlichen „Bauherrenaufgaben“ sind Leistungen für die Objektplanung i. S. der HOAI erforderlich. In der Regel werden freiberuflich Tätige mit Ingenieurleistungen für die Bestandsaufnahme, die Planung und die Überwachung der Ausführung beauftragt.

## 7.3 Ingenieurleistungen

### Vergabeverfahren

- (1) Objektplanungsleistungen - einschließlich Bestandsaufnahme - sind in der Regel Ingenieurleistungen, die im Rahmen einer freiberuflichen Tätigkeit, erbracht werden und somit nicht nach den Bestimmungen der VOB/A oder VOL/A ausgeschrieben und vergeben werden müssen (s. § 1 VOL/A). Die Vergabe von derartigen freiberuflichen Tätigkeiten hat nur dann nach den Bestimmungen der VOF zu erfolgen, wenn die geschätzte Gesamthonorarsumme (netto) den zutreffenden EU-Schwellenwert erreicht und der Gegenstand der Aufgabe nicht vorab eindeutig und erschöpfend beschrieben werden kann. Sollte der Gegenstand der Aufgabe jedoch ausnahmsweise eindeutig und erschöpfend zu beschreiben sein und die geschätzte Honorarsumme erreicht den zutreffenden EU-Schwellenwert, wäre die freiberufliche Tätigkeit nach den Bestimmungen der VOL/A, Abschnitt 2, auszu-schreiben und zu vergeben.
- (2) Der EU-Schwellenwert beträgt bei Aufträgen des Landes und der Kommunen 211.000,- EUR bei Aufträgen des Bundes 137.000,- EUR. Liegt die geschätzte Gesamthonorarsumme (netto) unter dem zutreffenden EU-Schwellenwert, kann die freiberufliche Tätigkeit unter Berücksichtigung sonstiger haushaltsrechtlicher Bestimmungen (bzw. entsprechender landes- und kommunalrechtlicher Bestimmungen) frei vergeben werden, d. h. es sind weder die Bestimmungen der VOL/A noch der VOF anzuwenden. Die "Richtlinien für die Durchführung der Bauaufgaben des Bundes und des Landes" (RBBau/RL-Bau, K12) verlangen, dass die Aufträge möglichst gestreut werden.

### Auswahl der Bewerber

- (3) Aufträge sind an solche freiberuflich Tätige zu vergeben, deren Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit feststeht, die über ausreichende Erfahrung verfügen und die Gewähr für eine wirtschaftliche Planung und Ausführung bieten.

- (4) Diese Anforderungen erfüllen in der Regel Ingenieurbüros, die die vorgenannten Qualifikationen nachweisen können und deren Inhaber darüber hinaus die Berechtigung zum Führen der Berufsbezeichnung "Beratender Ingenieur" erworben haben bzw. den entsprechenden Anforderungen des Ingenieurgesetzes genügen.
- (5) Darüber hinaus müssen die Bewerber für Ingenieurleistungen aus dem Bereich der Kampfmittelräumung allgemeine und besondere fachliche Kenntnisse sowie Erfahrungen nachweisen, wie sie in den Technischen Spezifikationen (TS)
  - A-9.2.1 – für Phase A,
  - A-9.3.5 – für Phase B,
  - A-9.4.1 – für Phase Cdefiniert sind und über die entsprechende technische Ausstattung verfügen.
- (6) Die öffentliche Bestellung und Vereidigung als Sachverständiger allein reicht als Qualifikationsnachweis im o.g. Sinn nicht aus, da es weder einheitliche Anforderungen, noch eine Sachverständigenorganisation zur Zulassung und Überprüfung gibt.
- (7) Die Planungsaufgabe muss mit den zu bearbeitenden Fragestellungen und der methodischen und fachlichen Vorgehensweise vom Auftraggeber präzise vorgegeben werden (siehe Kapitel 4).
- (8) Planungsschritte und Ergebnisse einer qualifizierten Ingenieurplanung müssen fachlich belegt sowie nachvollziehbar und verständlich dokumentiert werden. Weitere Hinweise sind im Kapitel 8 und in den Anhängen 7 und 9 zu finden.
- (9) In den Leistungsstufen der Historischen Erkundung (Phase A) und der Technischen Erkundung (Phase B) der Kampfmittelbelastung werden Ingenieurleistungen im Sinne von gutachterlichen Leistungen für eine Bestandsaufnahme und Bewertung erforderlich (siehe Kapitel 5 und die Anhänge 2 und 3).
- (10) Planungsleistungen für die Phase C können in Anlehnung an das universelle Leistungsbild gem. § 55 HOAI beschrieben werden:
  - Grundlagenermittlung (Ermitteln der Voraussetzungen zur Lösung der Aufgabe).
  - Vor-, Entwurfs-, Genehmigungs- und Ausführungsplanung.
  - Vorbereitung der Vergabe (Aufstellen der Verdingungsunterlagen).
  - Mitwirkung bei der Vergabe (z.B. Auswertung von Angeboten).
  - Örtliche Bauüberwachung.

#### Leistungen und Leistungsbeschreibungen

**Honorierung von Planer- und Gutachterleistungen nach HOAI**

- (11) Für die Leistungen der Phasen A und B werden Leistungskataloge und für die Phase C ein fachspezifisch ergänztes Leistungsbild gem. § 55 HOAI (siehe Anhang 7) zur Verfügung gestellt. Die Ergänzungen berücksichtigen auch die „Besonderen Leistungen“ i. S. der HOAI wie z.B. die Erarbeitung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (BaustellV, § 2 (3)) sowie die Koordinatorenfunktion (BaustellV, § 3 (1)). Hinweise dazu finden sich im Anhang 7.
- (12) Für Ingenieurleistungen, die in der HOAI erfasst sind, können die Honorare nur im preisrechtlichen Rahmen der Honorarvorschriften vereinbart und berechnet werden.
- (13) Die HOAI lässt in bestimmten Fällen, in denen sie keine Mindest- und Höchstsätze festsetzt, eine freie Honorarvereinbarung zu. Aber auch bei dieser freien Honorarvereinbarung finden die allgemeinen Vorschriften (Teil I) Anwendung. Dies ist besonders für die Abrechnung von Nebenkosten (§ 7), die Fälligkeit (§ 8) sowie die Umsatzsteuer (§ 9) von Bedeutung.
- (14) Als Grundlage einer freien Honorarvereinbarung können Kosten von vergleichbaren Objekten oder aber der ermittelte Zeitaufwand und die Nebenkosten für die Bearbeitung eines Objektes herangezogen werden, um das Honorar zu ermitteln, das angemessen und üblich ist.
- (15) Wenn die Vergütung nach dem voraus zu schätzenden Zeitbedarf berechnet wird, soweit die Leistungsbeschreibung und Erfahrung dies zulassen, empfiehlt es sich, sie jeweils als Fest- oder Höchstbetrag zu vereinbaren.
- (16) Wird eine Leistung übertragen, die weder von ihrem Gegenstand in den Leistungsbildern noch in einer anderen Bestimmung der HOAI erfasst ist, können die Vertragsparteien diese Leistung vereinbaren, ohne § 2 Abs. 3 HOAI zu berücksichtigen. Die Berechnung der Entgelte für diese sonstigen Ingenieurleistungen ist auch preisrechtlich nicht mehr an die HOAI gebunden.
- (17) Es ist jedoch den Vertragsparteien gestattet, die Geltung der HOAI für von ihr nicht erfasste Bereiche durch Vereinbarung auszudehnen. Bei diesem nur vertraglichen Einsatz der HOAI besteht die Freiheit, die Anwendung von Bestimmungen der HOAI nach den allgemeinen Regeln des Vertragsrechts wieder aufzuheben oder zu modifizieren. Bei der Vereinbarung einer Vergütung ist der öffentliche Auftraggeber jedoch auch an das Preisrecht gebunden. Nach der hierfür maßgeblichen Verordnung über die Preise bei öffentlichen Aufträgen (VO PR Nr. 30/53) vom 21. Nov. 1953 hat die marktwirtschaftliche Preisbildung Vorrang vor dem nur ausnahmsweise zulässigen Selbstkostenpreis (vgl. § 1 Abs. 1, § 4 Abs. 1, § 5 Abs. 1 VO PR 30/53).

**Honoraranfragen für Leistungen, die nicht in der HOAI erfasst sind**

- (18) Wenn ein förmliches Vergabeverfahren (z.B. für bei der Vergabe von freiberuflichen Tätigkeiten) wegen der Natur des Geschäfts nicht in Betracht kommt (siehe Nr. 7.3 (1 u.)), kann - sofern die Bestimmungen der VOF oder VOL/A nicht angewandt werden müssen - zur Ermittlung des Marktpreises eine formlose Honoraranfrage für die Vorbereitung der freihändigen Vergabe durchgeführt werden. Hierzu sollten mindestens drei geeignete Bewerber zur Angebotsabgabe aufgefordert werden.
- (19) Ohne eine ingenieurmäßige Planung stehen keine Ausschreibungsunterlagen für ein wettbewerbliches Vergabeverfahren zur Verfügung. Das Gebot zum wirtschaftlichen Handeln erfordert aber auch, auf eine ingenieurmäßige Planung zu verzichten, wenn Planungskosten den durch einen Wettbewerb gewonnenen finanziellen Vorteil übersteigen könnten. In diesen Fällen ist die Vergabe von Kampfmittelräumleistungen - unter Rückgriff auf die von den Kampfmittelbeseitigungsdiensten der Länder abgeschlossenen Rahmenverträge mit gewerblichen Auftragnehmern - mit einem Stundenlohnvertrag oder einem Selbstkostenerstattungsvertrag zulässig.

## 7.4 Gewerbliche Leistungen

- (1) Öffentliche AG haben bei der Vergabe von Bauleistungen oder sonstigen Leistungen entweder nach §§ 4 bis 6 VgV oder nach den Verwaltungsvorschriften (VV) zu § 55 BHO sowie den entsprechenden Vorschriften der Länder und Kommunen die VOB bzw. VOL anzuwenden.
- (2) Bei Erreichen des EU-Schwellenwerts für Bauleistungen von derzeit 5.278.000,- EUR (aktuell geschätzte Gesamtbaukosten netto) sind die EU-Vergabebestimmungen nach VOB/A, Abschnitt 2, zu beachten. Danach sind bei gewerkeweiser Vergabe mindestens 80% der Leistungen europaweit auszuschreiben. Die übrigen Leistungen können nach den nationalen Vergabebestimmungen (VOB/A, Abschnitt 1) ausgeschrieben werden. Bei sonstigen Leistungen (VOL) liegt der EU-Schwellenwert im Bundesbereich derzeit bei 137.000,- EUR und im Bereich der Länder und Kommunen bei derzeit 211.000,- EUR; diese Schwellenwerte beziehen sich - anders als im Baubereich - auf die geschätzte Netto-Vergabesumme/Vergabeverfahren.
- (3) Wenn Ausschreibungs- oder Vergabeverfahren europaweit durchgeführt werden müssen, sind u.a. längere Bewerbungs- und Angebotsfristen einzuhalten. Außerdem sind genaue Angaben zu den Eignungs- und Wertungskriterien in der Veröffentlichung und/oder den Vergabeunterlagen zu machen - siehe hier auch die Vergabehandbücher (VHB) für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzbauverwaltungen und die der Wasser- und Schifffahrtsverwaltungen.

### Vergabeverfahren

- (4) Die Bauleistungen oder die sonstigen Leistungen sind grundsätzlich öffentlich auszuschreiben oder - im EU-Bereich - nach offenem Verfahren zu vergeben. Von diesem Regelfall darf nur abgewichen werden, wenn einer der in §§ 3, 3a VOB/A bzw. VOL/A genannten Ausnahmetatbestände erfüllt ist.
- (5) Die zu vergebenden Bauleistungen bzw. sonstigen Leistungen sind eindeutig und erschöpfend zu beschreiben, so dass sie alle Bewerber im gleichen Sinn verstehen und ihre Preise sicher und ohne umfangreiche Vorarbeiten berechnen können. Dabei sind grundsätzlich Leistungsverträge zu Einheits- oder - wenn die Voraussetzungen vorliegen - auch zu Pauschalpreisen abzuschließen. Die Vergabe nach Stundenlohnverrechnungssätzen erfüllt diese Anforderungen grundsätzlich nicht. Außerdem dürfen Stundenlohnverträge nur bei Bauleistungen geringen Umfangs, die überwiegend Lohnkosten verursachen, vereinbart werden.
- (6) Sollte der für die Kampfmittelräumung erforderliche Leistungsumfang im Einzelfall nicht eindeutig und so erschöpfend bestimmt werden können, dass eine einwandfreie Preisermittlung möglich ist, kann ausnahmsweise auch ein Selbstkostenerstattungsvertrag abgeschlossen werden. Hierbei ist die Verordnung über die Preise bei öffentlichen Aufträgen (VO PR Nr. 30/53) - BAnz Nr. 244 vom 18.12.1953 - zu beachten.
- (7) Kampfmittelräumarbeiten dürfen nur von geeigneten Unternehmen durchgeführt werden. Dabei ist aber darauf zu achten, dass kein Unternehmen diskriminiert wird (§ 2 VOB/A oder VOL/A).
- (8) Die von den Bewerbern/Bietern vorzulegenden Eignungsnachweise legt der AG im Vergabeverfahren fest. An die Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit dieser Unternehmen sind dabei hohe Anforderungen zu stellen wie sie in den im Anhang 8.2.4 zusammengestellten Technischen Spezifikationen (TS) beschrieben sind. Die Mitgliedschaft in einer durch den RAL anerkannten Güteschutzgemeinschaft kann als Eignungsnachweis mit gewertet werden. Es sind aber auch gleichwertige Nachweise anzuerkennen, anderenfalls lege eine unzulässige Diskriminierung und Wettbewerbsbeschränkung vor. Die in den TS enthaltenen Anforderungen sind die Grundlage für die geplante Einführung einer externen Kompetenz-bestätigung/Akkreditierung.

**Teilnehmer am Wettbewerb**

- (9) Leistungsbeschreibungen (§ 9 VOB/A bzw. §§ 8,8a VOL/A) sind ein Bestandteil der Verdingungsunterlagen (§§ 10 10a VOB/A bzw. §§ 9 VOL/A). Bestandteile der Verdingungsunterlagen sind als Vertragsbedingungen:

**1 Vertragsbedingungen**

**1.2 Besondere Vertragsbedingungen (BVB)**

Hier können - ergänzend zu den allgemeinen Vertragsbedingungen (VOB/B bzw. VOL/B) - besondere Vereinbarungen getroffen werden, die sich speziell auf die zu vergebende Leistung beziehen, z.B. Termine, Sicherheiten, Lager- u. Arbeitsplätze, Vertragsstrafen  
- siehe § 10 Nr. 4 VOB/A bzw. § 9 Nr. 4 VOL/A.

**1.3 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV)**

Hier können bei der Vergabe von Bauleistungen - ergänzend zu den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen (VOB/C) - zusätzliche technische Vereinbarungen getroffen werden, mit denen die beim AG allgemein gegebenen Verhältnisse besser erfasst werden  
- siehe § 10 Nr. 3 VOB/A.

**2 Leistungsbeschreibung (Baubeschreibung + Leistungsverzeichnis)**

**2.1 Baubeschreibung und Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels**

- Allgemeine Vorbemerkungen,
- Beschreibung der Kostenwirkungsfaktoren,
- siehe Anhänge 8 und 9.

**2.2 Leistungsverzeichnis**

**Bestehend aus den standort-, kampfmittel- und verfahrensspezifischen Modulen mit Hinweis auf Anhang 9**

- siehe Anhang 8.

**2.3 Technische Spezifikationen (TS)**

TS sind sämtliche technischen Anforderungen an eine Bauleistung/sonstige Leistung, ein Material, ein Erzeugnis oder eine Lieferung, mit denen der vom AG festgelegte Verwendungszweck erfüllt wird. Dazu zählen insbesondere auch Normen und technische Zulassungen  
- siehe Anhang TS in VOB/A und VOL/A.

- siehe Anhang 9.

**2.4 Anlagen**

Bietereintragungen

Gutachten, Pläne, Zeichnungen

**Verdingungsunterlagen und Leistungsbeschreibungen**

**Leistungsvertrag -  
§ 5 Nr. 1 VOB/A**

- (10) Für Bauleistungen sollen grundsätzlich Leistungsverträge abgeschlossen werden, d.h. die Vergütung bemisst sich nach der erbrachten Leistung. Die Regel solle dabei der Einheitspreisvertrag sein, mit dem für technisch und wirtschaftlich einheitliche Teilleistungen Einheitspreise vereinbart werden. In geeigneten Fällen kann auch ein Pauschalvertrag geschlossen werden, wenn die Leistung nach Art und Umfang genau bestimmt ist und mit Änderung der Ausführung voraussichtlich nicht zu rechnen ist.

**Stundenlohnvertrag -  
§ 5 Nr. 2 VOB/A**

- (11) Stundenlohnverträge dürfen nur für Bauleistungen geringen Umfangs geschlossen werden, die überwiegend Lohnkosten verursachen. In § 15 VOB/B sind Abrechnungsregelungen zu Stundenlohnarbeiten festgelegt. Weitergehende Vereinbarungen, z.B. zu den erforderlichen Angaben in Stundenlohnzetteln sollten in den ZVB getroffen werden.

**Selbstkostenerstattungsvertrag  
- § 5 Nr. 3 VOB/A, VO PR 30/53**

- (12) Bauleistungen und sonstige Leistungen - auch größeren Umfangs - dürfen ausnahmsweise nach Selbstkosten vergeben werden, wenn sie vor Vergabe nicht eindeutig und so erschöpfend bestimmt werden können, dass eine einwandfreie Preisermittlung möglich ist. Bei der Vergabe von Leistungen zum Selbstkostenpreis ist festzulegen, wie Löhne, Stoffe, Gerätevorhaltung und andere Kosten einschließlich der Gemeinkosten zu vergüten sind und der Gewinn zu bemessen ist. Es ist zu berücksichtigen, dass die preisrechtlichen Vorschriften (VO PR 30/53 sowie die Leitsätze für die Preisermittlung aufgrund von Selbstkosten - Anlage zu PR Nr. 30/53) als hoheitliches Recht Vorrang vor den Vergabebestimmungen der VOB bzw. VOL haben. Nach der VO PR 30/53 sind grundsätzlich auch feste Preise als Markt- oder Selbstkostenfestpreis zu vereinbaren. Als Marktpreise können auch Listenpreise in Frage kommen, wenn sie allgemein und stetig angewandt werden und dadurch die wettbewerbliche Preisbildung nicht beschränkt wird.

**Zeitverträge - § 6 VOB/A**

- (13) Zeitverträge sind Rahmenverträge, mit denen ein Auftragnehmer für eine bestimmte Zeit verpflichtet wird, zu den im Rahmenvertrag festgelegten Bedingungen bestimmte Leistungen auf Abruf auszuführen. Zeitvertragsarbeiten können im Baubereich im Angebotsverfahren oder im Auf- und Abgebotsverfahren vergeben werden. Die Auftragssummen für einen Einzelauftrag dürfen 25.000,- EUR bzw. 10.000,- EUR nicht überschreiten (s. Richtlinie zu § 6 A Nr. 1.5 VHB).

**Vertragsformen nach VOL**

- (14) In der VOL sind keine besonderen Bestimmungen zu den v.g. verschiedenen Vertragsformen enthalten. Dies schließt aber nicht aus, dass grundsätzlich auch auf der Grundlage der VOL derartige Verträge geschlossen werden können.

**Prüfung und Wertung der  
Angebote -  
§§ 23 - 25a VOB/A bzw. VOL/A**

- (15) Die Angebotsprüfung und -wertung erfolgt in der Regel in **4 Stufen**.



- (16) Die **erste** Stufe ist die sachliche Prüfung, hier werden die Angebote in rechnerischer, technischer und wirtschaftlicher Hinsicht geprüft. Es wird hierbei zunächst nur das einzelne Angebot betrachtet. Erst in den folgenden Schritten werden die Angebote untereinander verglichen.
- (17) Die **zweite** Stufe ist die Eignungsprüfung, hier wird die Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Bieter beurteilt. Bei der Beschränkten Ausschreibung, Nichtoffenen Verfahren, Freihändigen Vergabe und Verhandlungsverfahren erfolgt die Eignungsprüfung bereits bei der Bewerberauswahl (§ 8 Nr. 4 VOB/A). Wenn Bieter nicht die erforderliche Eignung aufweisen, werden ihre Angebote ausgeschlossen.
- (18) Die **dritte** Stufe ist die Beurteilung der Angemessenheit der Angebotspreise. Nur Angebote, die zu angemessenen Preisen bei rationeller und sparsamer Betriebs- und Wirtschaftsführung eine einwandfreie Ausführung einschließlich Gewährleistung erwarten lassen, kommen in die engere Wahl.
- (19) Die **vierte** Stufe umfasst die Bewertung weiterer Kriterien neben dem Preis, z.B. Zweckmäßigkeit, Umwelteigenschaften, Ausführungsfristen. Bei europaweiten Vergabeverfahren dürfen nur die Wertungskriterien berücksichtigt werden, die in der Veröffentlichung oder den Vergabeunterlagen angegeben worden sind. Danach ist das wirtschaftlichste Angebot zu ermitteln.



## 8 Dokumentation

- (1) Die Dokumentation ist der erforderliche Nachweis für die Qualität und für den Nutzen einer Kampfmittelräumung.
- (2) Die Untersuchung und Räumung von Liegenschaften liefern umfangreiche Daten. Eine detaillierte, eindeutige und nachvollziehbare Dokumentation aller Arbeiten, Daten und Ergebnisse ist notwendig, um
  - Flächen, die untersucht und/oder geräumt worden sind, eindeutig lokalisieren zu können,
  - die durchgeführten Untersuchungen und deren Ergebnisse, die zu einer Bewertung und/oder Gefährdungsabschätzung geführt haben, nachvollziehbar und prüfbar zu machen,
  - einmal erhobene Daten für zukünftige Maßnahmen bereitzustellen,
  - die Qualitätskontrolle durchgeführter Untersuchungen und Räumungen sicher zu stellen,
  - die Rechnungsprüfung zu ermöglichen,
  - die Beweissicherung der Gefahrenbeseitigung zu führen.
- (3) Insbesondere die lagegetreue Lokalisierung der Verdachts- und Belastungspunkte, -objekte und -bereiche ist notwendig.
- (4) Die Kampfmittelräummaßnahmen sind prozessbegleitend zu dokumentieren. Die Grundlagen der Baufachlichen Richtlinie (BFR) Vermessung sind zu berücksichtigen. Die Sachdaten und geographischen Daten von Kampfmittelräummaßnahmen sind in einem eingeführten Geoinformationssystem, beim Bund im „Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA<sup>®</sup>“, zu führen.
- (5) Die Anforderungen an die Dokumentation in den Phasen A bis C sind in den Anhängen 6 und 9 definiert. Diese umfassen u.a.:
  - Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung,
  - Geophysikalische Untersuchungen,
  - Testfelder,
  - Räumkonzept,
  - Vermessung,
  - Prüffelder,
  - Abschlussbericht zu Räumungen,
  - Bestätigung der Kampfmittelfreiheit.

### Grundzüge der Dokumentation



## Abkürzungsverzeichnis

### (Auswahl)

AH BoGwS	Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz
AKG	Allgemeines Kriegsfolgengesetz
BaustellV	Baustellenverordnung
BFR	Baufachliche Richtlinien
BGBL	Bundesgesetzblatt
BGI	Berufsgenossenschaftliche Information für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
BGR	Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
BGV	Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
ChemG	Chemikaliengesetz
CWÜAG	Ausführungsgesetz zum Chemiewaffenübereinkommen
CWÜV	Ausführungsverordnung zum Chemiewaffenübereinkommen
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GG	Grundgesetz
HgR-KM	Historisch-genetische Rekonstruktion - Kampfmittel
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
KBD	Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder oder der von der zuständigen Behörde beauftragten Firma
KMBF	Kampfmittelbelastete Fläche
KMVF	Kampfmittelverdächtige Fläche
KrWaffG	Kriegswaffenkontrollgesetz
KVF	Kontaminationsverdächtige Fläche
LB	Leistungsbeschreibung
LHO	Landeshaushaltsordnung
LISA®	Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen
LK	Leistungskatalog
RAL	RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. (RAL = Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen)

RBBau	Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes
SiGe-Plan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
SprengG	Sprengstoffgesetz
VHB	Vergabehandbuch
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VOF	Verdingungsordnung für freiberufliche Leistungen
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen
VO PR	Verordnung PR (über Preise bei öffentlichen Aufträgen)

# Anhänge





## A-1 Verfahrensabläufe

### A-1.1 Verfahrensablauf Bund

#### A-1.1.1 Zuständigkeiten

##### Vorbemerkungen

Zur Unterstützung bei der Wahrnehmung ihrer **Bauherren- und Steuerungsaufgaben haben BMVBS und BMVg** die Oberfinanzdirektion Hannover beauftragt, Regeln und Standards zur Sicherstellung einer einheitlichen Verfahrensdurchführung bei der Erkundung, Planung und Räumung von Kampfmitteln auf Liegenschaften des Bundes zu entwickeln. Die fachliche Vorgehensweise ist Inhalt dieser Arbeitshilfen. Auch das BMF hat die Arbeitshilfen für Bundesliegenschaften in seinem Zuständigkeitsbereich eingeführt und den Ländern die Vorgehensweise auch für Nicht-Bundesliegenschaften empfohlen, bei denen für den Bund finanzielle Verpflichtungen aufgrund des Allgemeinen Kriegsfolgegesetzes (AKG) bestehen.

##### Leitfunktion der OFD Hannover

Mit der Handlungsanweisung Rüstungsaltsstandorte / Entmunitio- nierung - die 1999 / 2000 vom BMVBS / BMVg im Einvernehmen mit dem BMF herausgegeben wurde- soll u. a. durch Regelungen zur Projektorganisation die einheitliche Verfahrensdurchführung sichergestellt werden. Hierzu werden die Aufgaben der OFD Hannover in ihrer Leitfunktion festgelegt:

##### I Zentral von der OFD Hannover zu bearbeiten:

Archivalienbeschaffung und -auswertung: Archivalien- und Luft- bildbeschaffung sowie Erarbeitung von Kampfmittelbelastungs- karten durch Auswertung von Archivalien und Luftbildern (Phase A)

##### II Weitere Unterstützungsleistungen der OFD Hannover

Die OFD Hannover kann in sämtlichen Phasen die örtlichen Bau- und Liegenschaftsverwaltungen beratend unterstützen, z.B.:

Technische Erkundung: Erfassung der Kampfmittelbelastung durch geophysikalische Untersuchung und ggf. Räumung von Testfeldern (Phase B)

Konzeptionierung: Erarbeitung von Räumkonzepten, Räumpla- nungen unter Berücksichtigung bestehender Planungen (Phase C1)

Ausschreibung und Vergabe: Erarbeitung von Leistungsverzeich- nissen sowie Ausschreibung und Vergabe von Kampfmittelräumar- beiten (Phase C1)

Geländearbeiten: Überwachung von Kampfmittelräumarbeiten (örtliche Bauüberwachung) und deren Dokumentation (Phase C2)

**Projektmanagement**

Für das Projektmanagement bei Maßnahmen zur Kampfmittelräumung auf Bundesliegenschaften im Zuständigkeitsbereich des BMVBS Abt. Bauwesen (B) und des BMVg sind die örtlichen Bauverwaltungen der Länder zuständig; RBBau A-2.2.4 definiert die Kampfmittelräumung als baufachliche Aufgabe. Für die Abteilung Wasserstraßen (WS) des BMVBS gilt, dass die Wasserstraßenämter bzw. Wasserstraßenneubauämter zuständig sind.

## A-1.1.2 Projektmanagement

### 1 Projektmanagement bei den Bauverwaltungen der Länder

Nach RBBau (A) sind die Bauverwaltungen (BauVw) bei den Aufgaben des staatlichen Bauens insbesondere für die Leitung, Koordinierung und Steuerung der Maßnahmen verantwortlich. Die Gesamtverantwortung, die auch bei der Einschaltung von freiberuflich Tätigen bei den BauVw bleibt, ist begründet durch die haushaltsrechtlichen Vorschriften (§§ 7, 24, 54, 63, 64 BHO). Die BauVw hat ferner bei der Durchführung der Maßnahmen die Einhaltung der öffentlich-rechtlichen Vorschriften auf der Grundlage der jeweiligen Bundes- und Ländergesetze sicherzustellen. Die BauVw ist damit ein Teil des Bauherren in der Bauherrenvertretung, nämlich derjenige Teil, der die Sachkunde für die Erfüllung der Bauaufgaben des Bundes beisteuert und der für die ordnungsgemäße und wirtschaftliche Durchführung der Baumaßnahme einsteht. Gleichermaßen sind mit der Bauausführung die für einen Projektabschluss oft zeitaufwendigen Bauherrenaufgaben in der Leitung und Steuerung von Anspruchsverfolgung und Rechnungslegung als Teil der Abwicklung der Baumaßnahme zu erfüllen.

Die RBBau enthält im Einzelnen folgende Verfahrensregeln

RBBau	A	Organisation und Aufgaben
RBBau	B	Eingliederung der Bauausgaben in den Bundeshaushaltsplan und Bewirtschaftung der Haushaltsmittel
RBBau	C,D,E	Verfahrensabläufe zur Aufstellung von Bauunterlagen
RBBau	F	Inhalte von Bauunterlagen entsprechend § 24 und § 54 BHO
RBBau	G	Bauausführung: Planung, Steuerung und Kontrolle der Aufgaben
RBBau	H	Bauübergabe und Baubestandsdokumentation
RBBau	J	Rechnungslegung – Prüfung
RBBau	K	Einzelgebiete
	K1	Baufachliche Gutachten über das Baugrundstück
	K2	Projektmanagement; Projektleitung; Projektleiter; Projektsteuerung (§31 HOAI) Projektablauf; Qualitäts-, Termin- und Kostenplanung
	K5	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
	K6	Berichterstattung
	K8	Baunebenkosten
	K12	Vergabe freiberuflicher Leistungen
	K13	Wettbewerbe
	K14	Bauaufsichtliche Behandlung von baulichen Anlagen

RBBau und Vergabehandbuch (VHB) regeln in Verbindung mit den einschlägigen Erlassregelungen nicht nur die Zuständigkeiten, sondern auch die fachlich- inhaltlichen Anforderungen nach den haushaltsrechtlichen Vorgaben für den gesamten Prozess der Kampfmittelräumung. Mit ihrer Gesamtverantwortung gewährleistet die BauVw für die Maßnahmen, dass die Vergabe von Leistungen in einem öffentlich kontrollierten Wettbewerb erfolgt und preisrechtliche Vorgaben, wie sie für die Vergabe von öffentlichen Aufträgen gelten, beachtet werden. Sie übernimmt die Projektmanagementleistungen als typische Bauherrenaufgaben, die neben baufachlichen Leistungen der Planung im Wesentlichen bestehen aus der

- Fachlichen Beratung des Auftraggebers für das Gesamtprojekt,
- Abstimmung der Rahmenbedingungen mit dem AG (z. B. Einschaltung v. Planern),
- Beachtung des Vergabe- und Haushaltsrechts,
- Festlegung der Qualitätsanforderungen,
- Vergabe von Leistungen in einem öffentlich kontrollierten Wettbewerb,
- Koordination und Kontrolle der Projektbeteiligten,
- Kostenplanung und -kontrolle,
- Terminplanung und -kontrolle,
- rechtsgeschäftliche Abnahme,
- Leistung von Zahlungen.

Die formale Basis für die Unterscheidung in originäre (Projektleitung) und übertragbare Bauherrenaufgaben (Projektsteuerung) ist das Haushaltsrecht. Projektleitung und Projektsteuerung sind grundsätzlich **Bauherrenaufgaben**: Der staatliche Bauherr muss seine Baumaßnahmen LEITEN und den Projektverlauf so STEuern, dass die Vorgaben eingehalten und die projektbezogenen Ziele erreicht werden. Die Leistungen der Projektleitung und -steuerung sind in sämtlichen Bearbeitungsphasen der Projektdurchführung zu erbringen.

Diese baufachlichen Bauherrenaufgaben bestehen aus Leistungen, bei denen es sich dem Wesen nach insbesondere um Leitungs-, Weisungs-, Dispositions-, Koordinations-, Informations- und Kontrolltätigkeiten handelt, die **neben** den Leistungen für die Planung und Ausführung (siehe Anhang A-7.2.7) zu erbringen sind.

Dem öffentlichen Bauherren kann ein erhöhter Aufwand entstehen, da er die haushaltsrechtlich verankerten Auftrags- und Handlungsvoraussetzungen zu erfüllen hat.

### Projektleitung

Soweit es sich bei den Bauherrenaufgaben um die so genannten originären Aufgaben handelt, die er als Anordnung, Vorgabe, Entscheidung oder Auswahl erfüllt, die Rechtsfolgen entstehen lassen, sind sie **nicht delegierbar**; sie fallen in den Bereich der Projektleitung.

*Amtliche Begründung zu § 31 HOAI*

*Projektleitung ist der nicht delegierbare Teil der Auftraggeberfunktion mit Entscheidungs- und Durchsetzungskompetenz.*

Der Schwerpunkt der originären, nicht delegierbaren Leistungen der Projektleitung liegt in der Wahrnehmung einer neutralen, nicht interessenorientierten technisch-geschäftlichen Oberleitung, um das Risiko einzugrenzen und den Erfolg sicherzustellen. Die Projektleitung umfasst die auf haushaltsrechtliche Grundlagen und Zielvorgaben abstellenden Lenkungsmaßnahmen für eine fachlich einwandfreie, wirtschaftliche Projektdurchführung. **Hierbei handelt es sich im Kern um Managementleistungen von Ingenieuren**, die der Bauherr selbst erbringen muss.

### Projektsteuerung

Ab einer gewissen Projektgröße können die überwiegend organisatorischen, technisch-wirtschaftlichen Steuerungsaufgaben, die Überwachung des Zusammenspiels aller projektbeteiligten Planer und Firmen sowie sonstigen Beteiligten und die dabei gleichzeitig erforderliche Sorge für die Einhaltung von Qualitäten, Terminen und Kosten sehr umfangreich werden. Bei der Erledigung dieser baufachlichen Bauherrenaufgaben kann sich der Bauherr durch freiberuflich tätige Projektsteuerer unterstützen lassen (siehe Anhang A-7.2.9 Projektsteuerung-Leistungsbeschreibung).

## 2 Projektmanagement durch andere Verwaltungen der Länder

Soweit andere Verwaltungen der Länder als die Bauverwaltungen für das Projektmanagement von Maßnahmen der Kampfmittelräumung bei öffentlichen Aufträgen auf Bundesliegenschaften geeignet und vorgesehen sind, ist es geboten, dass der Bund als Auftraggeber vertragliche Vereinbarungen mit dem Dritten - analog zu den Regelungen der RBBau in Anlehnung an RBBau L3 - trifft:

- eindeutige Beschreibung der Aufgaben,
- Bestimmung der Rechte und Pflichten der Beteiligten,
- Klarstellung, inwieweit Verfahrensregelungen für die Durchführung von Baumaßnahmen des Bundes (RBBau / VHB) anzuwenden sind,
- Regelungen für die Durchführung von Rechtsstreitigkeiten sowie über die Haftung,
- Vereinbarung der Vergütung (z. B. in Anlehnung an Anhang 3 RBBau -Berechnung und Erstattung von Baukosten).



## A-1.2 Bundeswehr

### A-1.2.1 Definition Bundeswehr

ZDv 30/41 Begriffe der Logistik und Rüstung

<p>Bergen von Munition</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Aufnehmen von Munition an Orten mit unvorhergesehenen Ereignissen mit dem Ziel,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Munition in Sicherheit (Geborgenheit) zu bringen,</li> <li>• den Gefahrenherd an einen anderen Ort zu verlegen oder</li> <li>• die Munition anderen Bereichen/Teilbereichen des Umgangs mit Munition zuzuführen.</li> </ul> <p>1. Orte mit unvorhergesehenen Ereignissen in diesem Sinne sind z.B. Absturz-, Brand-, Abwurf-, Fundstellen.</p> <p>2. Zum Bergen zählen auch die hierbei erforderlichen Tätigkeiten wie z.B. das Aufspüren, Freilegen, Identifizieren, Bewachen, Untersuchen, Entschärfen, Wiederherstellen der Handhabungs- und Transportsicherheit und Verpacken der Munition sowie das Aufräumen der Brandstelle / Unfallstelle.</p> <p>recovery of ammunition</p> <p>recupérage de munitions</p>
<p>Bevorraten von Munition</p> <p>Anm.:</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Vorratshaltung von Munition in ortsfesten, beweglichen oder verlegefähigen militärischen Bereichen.</p> <p>1. Man unterscheidet folgende Formen der Bevorratung von Munition:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerung von Munition,</li> <li>• Aufbewahrung von Munition,</li> <li>• Bereitstellung von Munition.</li> </ul> <p>2. Die Bevorratung von Munition an Bord schwimmender Einheiten wird als "Bordlagerung von Munition" bezeichnet</p> <p>stockage of ammunition</p> <p>stockage de munitions</p>
<p>Blindgänger</p> <p>Anm.:</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Munition mit Eigenantrieb, Abwurfmunition oder Projektile, deren Wirk-, Ausstoß- oder Zerlegerladung(en) nach dem Abwurf, Abschuss, Wurf oder Start der Munition nicht oder nicht vollständig zur Wirkung gelangt ist / sind.</p> <p>Im Sinne dieser Definition zählen zu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Munition mit Eigenantrieb: Raketen, Lenkflugkörper, Torpedos;</li> <li>• Abwurfmunition: Bomben, Bombenbündel, Wasserbomben, Seemarkerer;</li> <li>• Projektilen: Geschosse, Granaten, Handgranaten.</li> </ul> <p>dud</p> <p>raté de tir</p>
<p>Chemische Munition (Kampfstoffmunition)</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Munition, deren Wirkladung in erster Linie aus chemischen Kampfstoffen besteht.</p> <p>chemical ammunition</p> <p>munitions chimiques</p>

Delaborieren von Munition E: F:	Vollständiges Entfernen der gefährlichen Stoffe aus der Munition. emptying of ammunition décharge de munition
Endgültiges Beseitigen E: F:	Siehe: Vernichten von Munition final disposal élimination
Entschärfen von Munition (Entsorgung von Munition)  Anm.:  E: F:	Beseitigen oder Herabsetzen des Risikos einer ungewollten Auslösung oder Freisetzung der Wirkladung(en) von Munition, deren sicherheitstechnischer Zustand beeinträchtigt ist oder sein kann, mit dem Ziel, die Munition handhabungs- und transportsicher zu machen.  Entschärfungsmethoden sind z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zündkettenunterbrechung (Sichern des Zünders; Zerstören, Beschädigen, Blockieren oder Entfernen von funktionswichtigen Zünderteilen usw.),</li> <li>• Entfernen der Zündvorrichtungen (Demontage, Entzündern usw.),</li> <li>• Unterbrechen von Funktionsabläufen.</li> </ul> deactivation of ammunition désarmage de munitions
Entsorgung von Munition  Anm.: E: F:	Oberbegriff für Bergen, Zwischenlagern, Verwerten, Vernichten, Ungefährlich- und Unbrauchbarmachen von Munition einschließlich der hierfür erforderlichen Tätigkeiten, wie das Aufspüren, Freilegen, Identifizieren, Dekontaminieren, Entschärfen, Öffnen und Zerlegen der Munition oder der Munitionskomponenten.  Ziel der Entsorgung ist die endgültige Beseitigung der Munition. Belange des Umweltschutzes sind zu beachten. disposal of ammunition neutralisation de munitions
Exerziermunition  Anm.: E: F:	Munition, die <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigens für Ausbildungszwecke gefertigt wurde und</li> <li>• in Form und Größe der Gefechtsmunition entspricht und</li> <li>• keine gefährlichen Stoffe enthält und</li> <li>• nur für das drillmäßige Aneignen von einsatzvorbereitenden Handhabungsfertigkeiten bestimmt ist.</li> </ul> Sie ist besonders gekennzeichnet. Zu den einsatzvorbereitenden Handhabungsfertigkeiten zählen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bezünden, Einstellen des Zünders, Entsichern, Ladungswahl;</li> <li>• Laden der Waffe, Einbau der Sprengladung, Aufmunitionieren von Waffenträgern.</li> </ul> drill ammunition; dummy ammunition munitions inertes d'instruction
Explosivstoffe E: F:	Explosionsfähige Stoffe, die als Sprengstoffe, Treibstoffe, Zündstoffe, Anzündstoffe oder pyrotechnische Stoffe hergestellt wurden. explosives explosifs



<p>Fachkundiger (Munitionswesen)</p> <p>Anm.:</p> <p>E :</p> <p>F:</p>	<p>Zu umfassenden Maßnahmen und Tätigkeiten im Munitionswesen berechnigte Person mit vielseitigen und grundlegenden rechtlichen und technischen Kenntnissen über Munition und den Umgang damit.</p> <p>Die Berechnigung ist gebunden an den Nachweis der Kenntnisse und bestimmter Fertigkeiten sowie an bestimmte charakterliche, geistige und körperliche Eigenschaften.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Berechnigung kann inhaltlich beschränkt, befristet oder mit bestimmten Auflagen verbunden sein.</li> <li>2. Auf der Grundlage bestehender Gesetze, Vorschriften und Weisungen ist der Fachkundige für jede Art des Umgangs mit der Munition befähigt und ermächtigt, für die er fachkundig ist.</li> </ol> <p>expert</p> <p>expert</p>
<p>Fremdmunition</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Munition, die sich nicht im bestimmungsgemäßen Besitz befindet und von Dritten übernommen, beschlagnahmt oder sichergestellt wurde.</p> <p>third-party ammunition</p>
<p>Fundmunition</p> <p>Anm.:</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Aufgefundene Munition oder Teile davon, die nicht ununterbrochen verwahrt, überwacht oder verwaltet worden sind, das heißt, die der frühere Besitzer verloren, zurückgelassen oder auf andere Weise aufgegeben hat.</p> <p>Fundmunition kann entsprechend ihrer Herkunft z.B. bezeichnet werden als:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundmunition aus Bundeswehrbeständen,</li> <li>• Fundmunition aus Beständen der NATO-Partner,</li> <li>• Fundmunition aus den beiden Weltkriegen,</li> <li>• Fundmunition nichtmilitärischer Herkunft,</li> <li>• Fundmunition unbekannter Herkunft.</li> </ul> <p>recovered ammunition</p> <p>munitions découvertes; munitions trouvées</p>
<p>Gefährdung</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Möglichkeit, einen Schaden in Form einer Sach- oder Gesundheitsschädigung zu erleiden.</p> <p>endangering</p> <p>mise en danger</p>
<p>Gefahrenbereich</p> <p>E:</p> <p>F:</p>	<p>Bereich, in dem Gefahren für Menschen, Tiere und / oder Sachwerte bestehen.</p> <p>hazard area; danger area; unsafe area</p> <p>zone dangereuse; gabarit de sécurité</p>
<p>Gefahrklasse</p> <p>Anm.:</p> <p>E:</p>	<p>Kategorie von Munition oder Explosivstoffen, die bei ungewollter Auslösung ein ähnliches Wirkungsbild ergeben.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Zuordnung zu einer Gefahrklasse erfolgt nach international festgelegten Regeln und Prüfverfahren.</li> <li>2. Es gibt die Gefahrklassen 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5 und 1.6. Die erste Stelle ist immer eine "1" entsprechend der Klasse 1 der UN-Einteilung der "gefährlichen Güter", die zweite Stelle ein Punkt und die dritte Stelle kennzeichnet das Wirkungsbild.</li> </ol> <p>hazard class; hazard division</p>

F:	classe de risque; division de risque
Gefahrkode	Vierstelliger alphanumerischer Kode mit Sonderzeichen an der 2. Stelle.
Anm.:	Er gibt die Gefahrklasse (1. bis 3. Stelle) und die Verträglichkeitsgruppe (4. Stelle) von Munition und Explosivstoffen an (z.B. 1.3C).
E:	hazard classification code
F:	classe de stockage et de transport
Gefährliche Stoffe	Stoffe, die sehr giftig, giftig, mindergiftig, ätzend, reizend, explosionsgefährlich, brandfördernd, hochentzündlich, leichtentzündlich, entzündlich, krebserzeugend, fruchtschädigend, erbgutverändernd sind oder sonstige chronisch schädigende oder umweltgefährdende Eigenschaften besitzen. (Nach: Chemikaliengesetz)
Anm.:	Hierzu zählen auch Verunreinigungen oder deren Zersetzungsprodukte, die geeignet sind, die natürliche Beschaffenheit von Wasser, Boden oder Luft, von Pflanzen, Tieren oder Mikroorganismen sowie den Naturhaushalt derart zu verändern, dass dadurch erhebliche Gefahren oder erhebliche Nachteile für die Allgemeinheit und die Umwelt herbeigeführt werden. Zu den gefährlichen Stoffen gehören auch radioaktive Stoffe. (1989)
E:	dangerous materials; dangerous substances; hazardous materials; hazardous substances
F:	substances dangereuses
Gefechtsmunition	Munition, die grundsätzlich für militärische Kampf- oder Kampfunterstützungszwecke vorgesehen ist.
E:	service ammunition; tactical ammunition
F:	munition de guerre; munitions réelles
Handhabungssicherheit von Munition	Sicherheit der Munition gegen ungewollte Wirkung ihrer „gefährlichen Stoffe“ bei ordnungsgemäßer Handhabung unter Berücksichtigung der handhabungsbedingten Einwirkungen.
Anm.:	Der Begriff Handhabungssicherheit umfasst auch die Sicherheit gegen ungewollte Wirkung durch Verwechseln der Einbau- oder Drehrichtung während der Handhabung.
E:	handling safety of ammunition
F:	sécurité de manutention de munitions
Identifizieren von Munition	Feststellen der wesentlichen Merkmale der Munition einschließlich der Begutachtung (Befundung) und Zustandsbeurteilung sowie Bewertung der von ihr ausgehenden unmittelbaren Gefahr.
Anm.:	Zu den wesentlichen Merkmalen gehören z.B. -Munitionsart, -Munitionsorte
E:	identification of ammunition
F:	identification de munitions
Inerte Munition	Munition, die keine gefährlichen Stoffe enthält.
E:	inert ammunition
F:	munitions inertes
Kampfmittel	Alle Munition, die Explosivstoffe, Kernspaltungs- und Kernfusionsmaterial sowie biologische und chemische Kampfstoffe enthält.
E:	Explosiv Ordnance (EO)
F:	explosives et munitions

Kampfmittelabwehr	Gesamtheit aller Maßnahmen mit dem Ziel, die Gefährdung durch Kampfmittel mit den Verfahren der Kampfmittelbeseitigung und / oder Kampfmittelräumung auszuschalten. E: Explosive ordnance defence F: Lutte contre les munitions
Kampfmittelbeseitigung	Erkundung, Identifizierung, Feldauswertung, Bergung und endgültiges Beseitigen nicht zur Wirkung gelangter Kampfmittel sowie Beseitigung von Munition, die aufgrund von Beschädigung oder Mängeln nicht mehr handhabungs- und transportsicher ist. Anm.: In Abgrenzung zur Kampfmittelbeseitigung umfasst die Kampfmittelabwehr zusätzlich auch das Räumen von Kampfmitteln, wobei Sekundärschäden bewusst in Kauf genommen werden. Dazu kann auch Munition gehören, die infolge von Beschädigungen oder Mängeln nicht mehr sicher ist. E: Explosive Ordnance Disposal (EOD) F: Neutralisation des explosifs et munitions
Kampfmittelräumung	Erkunden, Erkennen und Vernichten bestimmter Kampfmittel vor Ort im Rahmen der Kampfunterstützung mit eingeführten Verfahren. Anm.: Sekundärschäden können dabei in Kauf genommen werden. E: in-situ explosive ordnance disposal F: neutralisation sur place des explosifs et munitions
Kampfstoffmunition	Siehe: chemische Munition
Lagerung von Munition	Oberirdische Bevorratung von Munition in Versorgungseinrichtungen, die vorrangig für diesen Zweck bestimmt sind. Anm.: 1. Man unterscheidet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lagerung von Munition in Depots,</li> <li>• Lagerung von Munition in Felddepots.</li> </ul> 2. Die Bevorratung von Munition an Bord schwimmender Einheiten wird als „Bordlagerung von Munition“ bezeichnet. E: storage of ammunition F: stockage de munitions
Manövermunition	Rohrwaffenmunition, die <ul style="list-style-type: none"> <li>• eigens für Ausbildungszwecke gefertigt wurde und</li> <li>• grundsätzlich in Form und Größe der Gefechtsmunition angeglichen ist und</li> <li>• eine Treibladung, jedoch kein zielbestimmtes Projektil enthält und</li> <li>• für die Auslösung der normalen Waffenfunktionen, sowie die Darstellung von Abschussknall und / oder Mündungsfeuer bestimmt ist.</li> </ul> Anm.: Die Verwendung dieser Munition kann die Umrüstung der Waffe erforderlich machen. E: blank ammunition F: canon à jaquette ; munitions à blanc
Munition	1. Gegenstände und Komponenten, die <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosionsstoffe enthalten oder aus Explosivstoffen bestehen, Explosivstoffe und sonstige gefährliche Stoffe (z.B. Brand-, Nebel-, Reiz- oder Rauchstoffe) enthalten,</li> </ul>

<p>E: F:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keinen Explosionsstoff, jedoch andere gefährliche Stoffe enthalten oder aus diesen bestehen und als Kampf-, Darstellungs-, Beobachtungs-, Markierungs- oder Signalmittel verwendet werden,</li> <li>• weder Explosionsstoffe noch andere gefährliche Stoffe enthalten oder aus solchen bestehen, aber aus / mit Waffen verschossen bzw. eingesetzt werden.</li> </ul> <p>2. Nachbildungen dieser Gegenstände ohne gefährliche Stoffe für Ausbildungs- und Informationszwecke.</p> <p>3. Komponenten dieser Gegenstände / Nachbildungen ohne gefährliche Stoffe. (1989)</p> <p>ammunition munition(s)</p>
<p>Munitionsart Anm.: E: F:</p>	<p>Munition gleicher Grundbenennung, Nenngröße und Waffen- bzw. Gerätezugehörigkeit.</p> <p>Munitionsarten sind z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patrone 7,62 x 51,</li> <li>• Patrone 20 mm x 139,</li> <li>• vollständige Munitionseinheit (Geschoss und Treibladung) für Flugabwehr-Seezielgeschütz 127 mm,</li> <li>• vollständige Munitionseinheit (Geschoss, Geschosszünder, Treibladung und Treibladungsanzünder) für Haubitze 155 mm. (1989)</li> </ul> <p>type of ammunition type de munition; catégorie de munition</p>
<p>Munitionsfund E: F:</p>	<p>Aufgefundener Gegenstand, der als Munition identifiziert oder nach den Umständen (Form, Kennzeichnung, Fundort usw.) zunächst als solche betrachtet wird.</p> <p>discovery of unexploded ordnance découverte de munitions</p>
<p>Munitionssorte Anm.: E: F:</p>	<p>Munition mit gleichem Verwendungszweck und gleicher Wirkungsart.</p> <p>Munitionssorten sind z. B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprengmunition,</li> <li>• Hohlladungsmunition,</li> <li>• Quetschkopfmunition,</li> <li>• Splittermunition,</li> <li>• Leuchtmunition,</li> <li>• Hartkernmunition. (1989)</li> </ul> <p>nature of ammunition; type of ammunition type de munition (selon l'effet recherché)</p>
<p>Munitionstechnische Sicherheit Anm.: E: F:</p>	<p>Sachlage, bei der an einem gegebenen Ort unter üblichen Betriebsbedingungen und Anwendung sicherheitstechnischer Maßnahmen beim Umgang mit Munition Schäden durch ungewollte munitionsspezifische Wirkung auszuschließen oder vertretbar gering sind.</p> <p>(ggf. "ortsbezogene Munitionssicherheit")</p> <p>design safety of ammunition ; technical safety of ammunition sécurité technique des munitions</p>

Munitionsunfall E: F:	Unvorhergesehenes Ereignis mit Munition, bei dem eine ungewollte munitionsspezifische Wirkung zu einem Personen- oder Sachschaden führt. accident involving ammunition accident avec munitions
Splitter (Munition) E: F:	Stücke der Munition, die bei einer Detonation fortgeschleudert werden und dafür vorgesehen sind, Wirkung zu erzielen. fragments éclats; fragments
Sprengen E: F:	Gewaltsames, plötzliches Aufreißen oder Zerteilen von Gegenständen durch das Arbeitsvermögen eines sich umsetzenden chemischen Stoffes. demolition destruction (par explosif)
Submunition Anm.: E: F:	Munition mit eigenem Auslöse- und Wirkmechanismus, die in Trägermunition, Ausstoßgeräten oder Ausstoßanlagen untergebracht ist, in diesen auf den Weg zum Ziel gebracht und zu einer bestimmten Zeit oder an einem bestimmten Ort freigesetzt wird. Im Sinne dieser Definition zählen zur Trägermunition Geschosse, Bomben, Bombenbündel, Raketen, Lenkflugkörper. submunitions sous-munitions
Trainingsmunition Anm.: E: F:	Munition, die eigens für Ausbildungszwecke gefertigt wurde und in Form und Größe der Gefechtsmunition oder Teilen der Gefechtsmunition angeglichen ist und vorwiegend für das Aneignen von Fertigkeiten im Prüfen von Funktionselementen der Munition auf Funktionsfähigkeit, nicht jedoch für den Abschuss, Ausstoß, Wurf oder Abwurf aus / von Munitionseinsatzmitteln oder von Hand bestimmt ist. Bestimmte Arten der Trainingsmunition sind sowohl für Trainingszwecke im o.g. Sinne als auch für Drillzwecke (siehe Exerziermunition) bestimmt. Training ammunition munitions d'entraînement
Transport von Munition Anm.: E: F:	Außer- und / oder innerbetriebliche Ortsveränderung von Munition mit Transportmitteln. 1. Das Mitführen von Munition ist eingeschlossen. 2. Man unterscheidet nach der Transportart: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Straßentransport,</li> <li>• Eisenbahntransport,</li> <li>• Lufttransport,</li> <li>• Seetransport,</li> <li>• Binnenschifftransport.</li> </ul> Transportation of ammunition transport de munitions
Transportsicherheit von Munition Anm.:	Sicherheit der Munition gegen ungewollte Wirkung ihrer gefährlichen Stoffe bei ordnungsgemäßem Transport und Umschlag unter Berücksichtigung der transportbedingten Beanspruchungen und Einflüsse. Die Transportsicherheit von Munition schließt die Lufttransportsicherheit von Munition nicht ein.

E:	transport safety of ammunition
F:	sécurité de transport de munitions
Übungsmunition	Munition, die eigens für Ausbildungszwecke gefertigt, in der Ausbildung anstelle der Gefechtsmunition verwendet wird und für das Aneignen von Fertigkeiten im einsatzgerechten Platzieren von Wirkungsträgern im Ziel bestimmt ist.
Anm.:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Übungsmunition enthält in der Regel gefährliche Stoffe und entspricht häufig in Aufbau, Form und Größe der Gefechtsmunition.</li> <li>2. Einsatzgerechtes Platzieren ist das Treffen von Zielen (häufig auf kürzere Entfernungen), Verlegen im Zielgebiet oder Anbringen am Zielobjekt.</li> <li>3. Die für das Verlegen im Zielgebiet oder Anbringen am Zielobjekt bestimmte Übungsmunition enthält grundsätzlich eine Beobachtungsladung oder wird vor dem Einsatz damit ausgestattet.</li> <li>4. Die Verwendung von waffengebundener Übungsmunition kann die Umrüstung der Waffe erforderlich machen.</li> </ol>
E:	practice ammunition, target ammunition, target pract
F:	munitions d'exercice
Umgang mit Munition	Tätigkeiten mit oder an Munition, Explosivstoffen, Munitionspackungen und Munitionsladeeinheiten bei Entwicklung und Herstellung, Transport und Umschlag, Bevorratung, Erhaltung, Verwendung und Vernichtung von Munition und Kampfmittelbeseitigung.
Anm.:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Der Umgang mit Munition umfasst auch alle vorbereitenden, begleitenden und abschließenden Tätigkeiten, bei denen Munition, Explosivstoffe, Munitionspackungen und Munitionsladeeinheiten geprüft, geändert, bewegt oder in anderer Weise behandelt werden.</li> <li>2. Nicht zum Umgang mit Munition zählen z.B. Maßnahmen der Verwaltung, Organisation, Infrastruktur, administrative Maßnahmen der Materialbewirtschaftung und -bedarfsdeckung sowie Tätigkeiten, bei denen kein unmittelbarer Kontakt zu Munition, Explosivstoffen, Munitionspackungen oder Munitionsladeeinheiten besteht.</li> </ol>
E:	ammunition handling
F:	manipulation de munitions
Unbrauchbare Munition	Nicht verwendungsfähige Munition.
E:	unserviceable ammunition
F:	munitions non opérationnel les; munitions inopérantes
Ungefährlichmachen von Munition	Wiederherstellen der Handhabungs- und Transportsicherheit.
E:	rendering safe; safing of ammunition
F:	neutralisation; mise hors d'état de fonctionner
Vernichten von Munition	Beseitigung von munitionsspezifischen Gefahren durch Zerstören der Munition.
E:	destruction of ammunition
F:	destruction de munition
Versager	Munition, bei deren Verwendung ein oder mehrere Funktionselemente nach konstruktionsgemäßer Funktionseinleitung ausgefallen sind, ausgenommen Blindgänger.

Anm.:	Versager sind: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Patronen, Raketen und Lenkflugkörper, deren Antriebsmittel oder hierfür bestimmte Anzündmittel versagt haben,</li> <li>• Sprengladungen, Zerstörladungen, Simulatoren und Minen, deren Anzündmittel, Zündmittel oder Wirkladung versagt hat.</li> </ul>
E:	misfire; dud
F:	raté de tir
Verträglichkeitsgruppe	Kategorie von Munition oder Explosivstoffen, die zusammen befördert und gelagert werden können, ohne dass die Wahrscheinlichkeit eines ungewollten Ereignisses oder bei einem ungewollten Ereignis das Ausmaß des Schadens erhöht werden.
Anm.:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Munition und Explosivstoffe sind als verträglich zu betrachten, wenn durch ihre gemeinsame Lagerung oder Beförderung die Gefahr eines Unfalls bzw. das Ausmaß eines Unfallschadens, bezogen auf eine gegebene Menge, nicht wesentlich vergrößert wird.</li> <li>2. Die Zuordnung zu einer Verträglichkeitsgruppe erfolgt nach international festgelegten Definitionen.</li> <li>3. Die Verträglichkeitsgruppe wird durch einen Buchstaben gekennzeichnet.</li> </ol>
E:	compatibility group
F:	groupe de compatibilité
Verwendung von Munition	Bestimmungsgemäßer Gebrauch oder Verbrauch von Munition.
Anm.:	Zur Verwendung von Munition gehören z.B. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigmachen der Munition unmittelbar vor dem Einsatz,</li> <li>• Zusammenfügen von Munition und Waffen / vergleichbarem Gerät,</li> <li>• Laden und Entladen von Waffen / vergleichbarem Gerät,</li> <li>• Wiederherstellen des Ausgangszustandes der Munition bei nicht erfolgtem Einsatz und</li> <li>• vorgeschriebene Tätigkeiten bei unvorhergesehenen Ereignissen im Rahmen der Verwendung (z.B. bei Versagern oder beschädigter Munition).</li> </ul>
E:	use of ammunition
F:	emploi de munitions; mise en oeuvre de munitions
Verwerten von Munition	Herausnahme von Munition aus der bestimmungsgemäßen Verwendung (Aussonderung), um sie nutzbringend einer anderen zuzuführen.
E:	salvage of ammunition
F:	récupération de munitions
Wartezeit (Munition)	Zeitraum nach einem unvorhergesehenen Ereignis mit Munition oder nach einem Munitionsausfall, in dem aus Sicherheitsgründen mit dieser Munition nicht umgegangen werden darf.
Anm.:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Die Wartezeit beginnt mit dem Bekannt werden des unvorhergesehenen Ereignisses mit Munition oder des Munitionsausfalls.</li> <li>2. Einzelheiten wie <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dauer der Wartezeit,</li> <li>• Betreten des Gefahrenbereichs,</li> <li>• Verhalten im Gefahrenbereich,</li> </ul> </li> </ol>

<p>E: F:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit dem beteiligten Gerät (Waffe, Schleudersitz, Fahrzeug, Fördermittel usw.) werden durch Vorschriften und / oder den verantwortlichen Fachkundigen vor Ort geregelt.</li> </ul> <p>3. Einem Munitionsausfall liegen beispielsweise zugrunde: Versager, Blindgänger, Munitionsausfall beim Prüfen von Munition.</p> <p>safe waiting period période d'attente</p>
<p>Wurfstücke Anm.:</p> <p>E: F:</p>	<p>Stücke und Gegenstände, die bei einer Explosion fortgeschleudert werden. Wurfstücke sind z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Splitter,</li> <li>• Sprengstücke (Teile der Munition, ihrer Verpackung oder des Sprengobjekts, ausgenommen Splitter),</li> <li>• Trümmer (z.B. Teile von Gebäuden, Traversen und Einrichtungen),</li> <li>• Munitionsartikel, Packungen.</li> </ul> <p>projections projections</p>
<p>Zerlegen von Munition</p> <p>E: F:</p>	<p>Herauslösen von Munitionskomponenten aus dem konstruktionsbedingten Verbund.</p> <p>breakdown of ammunition démontage de munitions</p>
<p>Zustandsbeurteilung von Munition</p> <p>E: F:</p>	<p>Bewerten des Ist-Zustandes der Munition einschließlich Feststellen der Handhabungs- und Transportsicherheit.</p> <p>state evaluation of ammunition ; ammunition condition assessment expertise de l'état des munitions</p>
<p>Zwischenlagerung von Munition Anm.:</p> <p>E: F:</p>	<p>Vorübergehendes Ablegen von Munition bis zu ihrer endgültigen Entsorgung. Zwischengelagert werden z.B.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blindgänger,</li> <li>• Versager,</li> <li>• Beutemunition,</li> <li>• Fundmunition.</li> </ul> <p>in-process storage of ammunition stockage intermédiaire de munitions; stockage provisoire de munitions</p>



## A-1.2.2 Verfahrensablauf Bundeswehr

### 1 Phase A: Feststellung der Munitionsbelastung und Bewertung

Um Übungsplätze ständig einsatz- und auftragsorientiert zur Verfügung zu stellen und permanent auf qualitativ hohem Niveau nutzbar zu halten, sind unter anderem geeignete Maßnahmen zur Entsorgung von unbrauchbarer und/oder nicht zur Wirkung gelangter Munition zu treffen.

Liegen für einen Übungsplatz konkrete Hinweise auf eine Munitionsbelastung vor, ist durch die Truppenübungsplatzkommandantin bzw. den Truppenübungsplatzkommandanten oder die Standortälteste bzw. den Standortältesten die Untersuchung dieses Verdachts einzuleiten.

Wesentliche Voraussetzung zur objektiven Kategorisierung der Flächen der Übungsplätze in unterschiedliche Munitionsbelastungsgrade ist die Kenntnis der Munitionsbelastung. Die kontinuierliche, dem Nutzungsprofil angepasste Munitionssuche liefert dazu wichtige Informationen. Die Ergebnisse sind zu bewerten. Dabei ist zwischen nicht zur Wirkung gelangter Munition aufgrund der **historischen Munitionsbelastung** und/oder des **aktuellen Ausbildungsbetriebs** zu unterscheiden.

Die Lagefeststellung schließt mit einer schriftlichen Bewertung durch einen **Schießsicherheitsoffizier**<sup>(1)</sup> ab. Hat sich der Munitionsverdacht nicht bestätigt, scheidet die Liegenschaft oder Fläche aus der weiteren Bearbeitung aus. Wurde eine Gefahr für die Schutzgüter festgestellt, kann unter Berücksichtigung des Einzelfalls unmittelbar die Entsorgung/Munitionsvernichtung geplant und durchgeführt werden. In allen anderen Fällen sind weitergehende Untersuchungen, die in der Regel als technische Erkundung in der Phase B durchgeführt werden, notwendig.

### 2 Phase B: Gefährdungsabschätzung

Die Erkenntnisse zur Munitionsbelastung aus der historischen und der aktuellen Nutzung sind zusammenzufassen, die Bewertungsfaktoren in den jeweiligen Auswirkungen miteinander zu verknüpfen und die Ergebnisse zu einer Gefährdungsabschätzung abzuleiten. Der Detaillierungsgrad ist dabei so zu wählen, dass eine klare Aussage über das Gefährdungspotenzial für Schutzgüter erzielt wird.

Insbesondere die Verknüpfung der Informationen über Munition, Tiefenstufe und Nutzung führt zu einer Kategorisierung der Flächen. Geht von der festgestellten Munitionsbelastung zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung aus, sind keine weiteren Maßnahmen notwendig.

---

(1) Offizier mit Fachkunde Munition (ZDv 34/210, „Allgemeine Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Munition“) und abgeschlossener Ausbildung Schießsicherheit.

Zur Ermittlung der Gefahr werden in der Regel als Hauptbestandteil der Phase B Testfelder für das Bestimmen der Munitionsbelastung herangezogen.

Im Ergebnis der so ermittelten Munitionsbelastung ist die Gefährdungsabschätzung durchzuführen und auf dieser Grundlage die Kategorisierung in die jeweiligen Munitionsbelastungsgrade fortzuschreiben.

**Bei Nutzungsänderung ist eine Neubewertung erforderlich.**

## 2.1 Kategorisierung von munitionsverdächtigen und munitionsbelasteten Flächen

Die Nutzung der Übungsplätze unterscheidet sich nach Flächen, die für Ausbildung/Üben freigegeben, mit Nutzungsaufgaben versehen oder gesperrt sind. Die Kategorisierung für Übungsplätze in Flächen mit nachfolgenden Munitionsbelastungsgraden ist durch einen Schießsicherheitsoffizier festzulegen.

**Munitionsbelastungsgrad A** wird Flächen zugeordnet, in denen die Wahrscheinlichkeit von Blindgängern sehr gering ist. Auftreten können jedoch Darstellungsmittel, pyrotechnische Artikel und zurückgelassene Munition. Üben ist zulässig, Erdarbeiten/Schanzen und das Anlegen von Feuerstellen bedürfen der Genehmigung durch die Truppenübungsplatzkommandantur/die Standortälteste bzw. den Standortältesten.

**Munitionsbelastungsgrad B** wird Flächen zugeordnet, in denen mit einer geringen Blindgängerdichte zu rechnen ist. Erdarbeiten/Schanzen und das Anlegen von Feuerstellen sind nur nach Genehmigung durch die Truppenübungsplatzkommandantur/die Standortälteste bzw. den Standortältesten zulässig. Bei der Auswahl des Ortes für Feuerstellen und bei Erdarbeiten ist die Aufsicht durch einen Schießsicherheitsfeldwebel/-offizier erforderlich.

Als Ergebnis einer spezifischen Gefährdungsabschätzung, die eine negative Wirkung auf Schutzgüter weitestgehend ausschließt, können diese Flächen oder Teilflächen mit oder ohne Nutzungsaufgaben freigegeben werden.

**Munitionsbelastungsgrad C** wird Flächen zugeordnet, in denen mit einer hohen Blindgängerdichte oder Blindgängern der Gefechtsmunition von Panzerfäusten, Granatpistolen, von Handgranaten, Bomblets oder gefährlichen Altlasten (Kampfmittel) zu rechnen ist. Diese Flächen sind zu sperren.

## 2.2 Fortschreibung der Kategorisierung

Übungstätigkeiten mit Einsatz von Munition führen zu einem kontinuierlichen Aufwuchs an nicht zur Wirkung gelangter Munition. Die Überprüfung der Kategorisierung ist deshalb in Abhängigkeit der Nutzung, mindestens jedoch alle drei Jahre vorzunehmen.

Die Rückstufung in eine niedrigere Kategorie kann nur auf Grundlage einer aktuellen Gefährdungsabschätzung erfolgen.

### 3 Phase C: Entsorgung von Munition

Maßnahmen zur Entsorgung von Munition werden auf Grundlage der Kategorisierung der Flächen getroffen mit dem Ziel, die ständige Zunahme der Munitionsbelastung auf Übungsplätzen zu begrenzen.

Maßnahmen zur Entsorgung von Munition können, mit Ausnahme des Vernichtens von Munition, an zivile Anbieter vergeben werden.

Die Entsorgung jeglicher Art von Munition und Munitionsteilen, die im Rahmen einer Mitbenutzung des Übungsplatzes durch andere Dritte (Nr. 513) aufgrund eines Vertrages anfallen, ist Aufgabe des Mitbenutzers<sup>(2)</sup>.

#### 3.1 Durchführungsbestimmungen für die Munitionssuche

Es ist eine ständige Aufgabe des Betreibers, den Übungsplatz nach nicht zur Wirkung gelangter Munition und Munitionsteilen abzusuchen. Grundsätzlich ist dabei zwischen **ereignisorientierter** (z.B. aufgrund Blindgängermeldung) und **systematischer Suche** zu unterscheiden.

Für Flächen, die zum Üben freigegeben sind (**ohne Nutzungsaufgaben**), ist im Allgemeinen eine visuelle Entsorgung von Munition ausreichend. Für Flächen des Munitionsbelastungsgrades B, die für eine besondere Nutzung (**mit Nutzungsaufgaben**) vorgesehen sind, ist in Abhängigkeit der Munitionsbelastung und der Übungsintensität zu prüfen ob darüber hinaus weiterführende Maßnahmen durchzuführen sind. Die systematische Suche ist in Abhängigkeit der Nutzung und der Art der verwendeten Munition, mindestens jedoch alle fünf Jahre, vorzusehen.

Munitionsschrott wird mit Unterstützung der Bundeswehrdienstleistungszentren (Servicecenter) gesammelt, sortiert, gesichtet und der Verwertung zugeführt.

#### 3.2 Munitionsvernichtung

Auf Übungsplätzen sind Schießsicherheitsfeldwebel/-offiziere zuständig für das Vernichten nicht zur Wirkung gelangter Munition. Für die Entsorgung der Munition bis Ende des Zweiten Weltkrieges sind die zuständigen Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder hinzuzuziehen.

---

(2) Abweichungen sind bei SKUKdo zu beantragen

Die Vernichtung von Munition erfolgt gemäß den Vernichtungsanweisungen der für die Munition jeweils zuständigen Materialverantwortlichen. Für Munition, für die keine Vernichtungsanweisung vorhanden ist, ist eine Vernichtungsanweisung bei SKUKdo ABC-Abw/SchAufg III zu beantragen. Zur Durchführung eines für Beteiligte und Unbeteiligte sicheren Entsorgens müssen die Gefährdungen für Schutzgüter entweder durch bauliche und/oder konstruktive Schutzmaßnahmen begrenzt oder die betroffenen Geländeteile abgesperrt werden.

**Ablaufschema Bundeswehr  
Entsorgung von Munition auf Übungsplätzen**

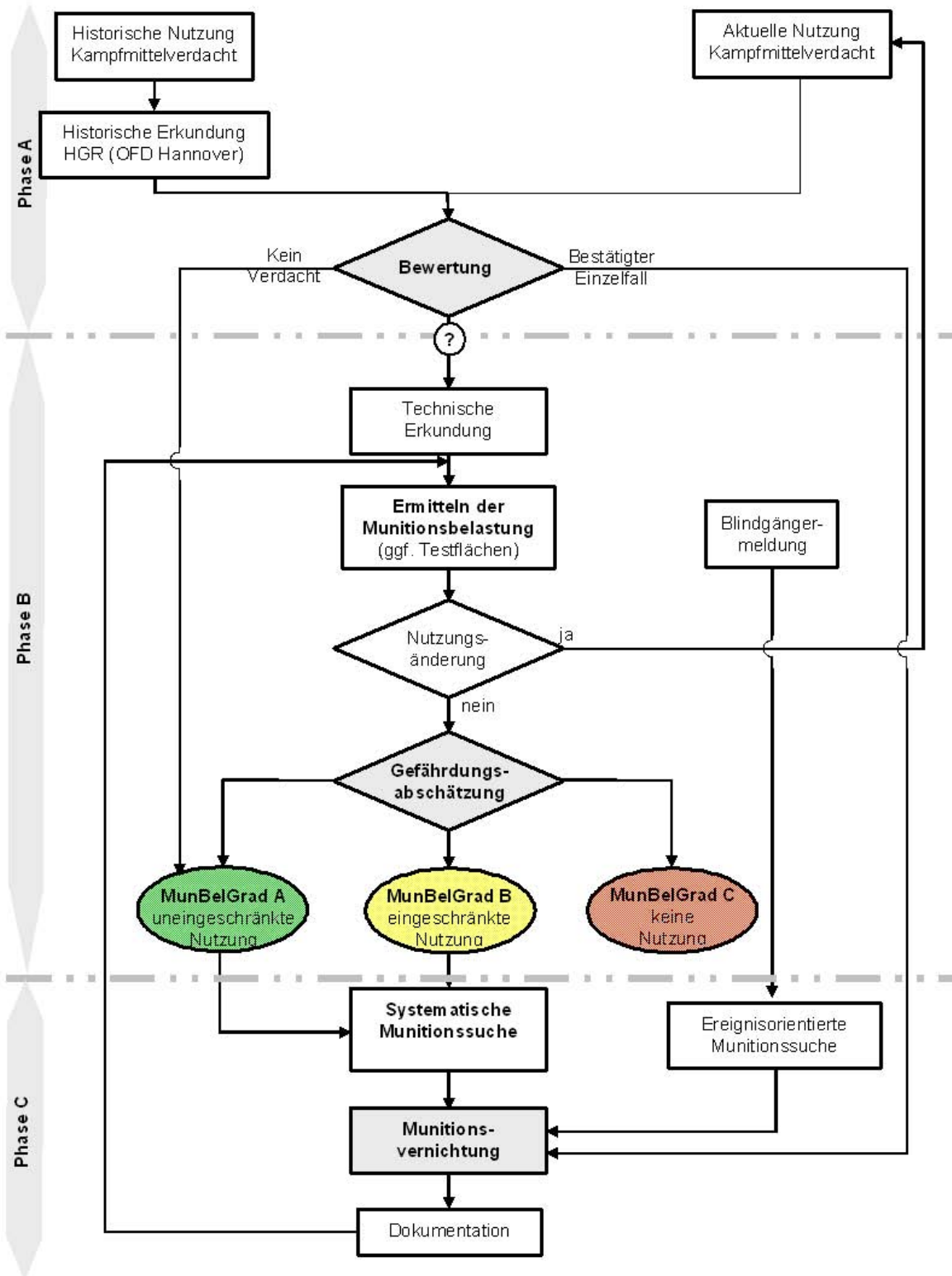


Abb. A-1.2 - 1: Ablaufschema Bundeswehr



## A-1.3 Verfahrensablauf Länder

Die Bundesländer haben das Kampfmittelbeseitigungsrecht sehr unterschiedlich geregelt. In den meisten Bundesländern existieren Kampfmittelverordnungen. In einigen Bundesländern ist Rechtsgrundlage das allgemeine Polizei- und Ordnungsrecht. Ergänzend zu den gesetzlichen Regelungen haben viele Bundesländer Verwaltungsvorschriften, Richtlinien, Empfehlungen oder Merkblätter erlassen.

Im Verhältnis zwischen den Gefahrenabwehrbehörden, anderen Verwaltungsträgern, z.B. dem Bund, und Grundstückseigentümern sind ausschließlich Gesetze und Rechtsverordnungen rechtlich bindend. Parlamentsgesetze werden als formelle Gesetze und Rechtsverordnungen als Gesetze im materiellen Sinne bezeichnet.

Landesrechtliche Verwaltungsvorschriften, ministerielle Erlasse oder sonstige Bekanntmachungen von Landesministerien binden ausschließlich die nachgeordneten Landesbehörden und entfalten grundsätzlich keine Rechtswirkungen im Außenrechtsverhältnis, z.B. gegenüber einem Grundstückseigentümer oder im Verhältnis zu anderen Verwaltungsträgern, z.B. gegenüber dem Bund.

Merkblätter und Empfehlungen sind noch weniger rechtlich bindend, auch wenn sie für die Praxis der Kampfmittelbeseitigung viele praktische Hinweise und Hilfestellungen enthalten.

Bei der Kampfmittelräumung handelt es sich um eine Aufgabe der Gefahrenabwehr. Grundsätzlich verantwortlich für die Abwehr von Gefahren ist nach den Polizei- und Ordnungsbehördengesetzen der Länder der Grundstückseigentümer und der Inhaber der tatsächlichen Gewalt, die auch als Zustandsstörer bezeichnet werden. Eine Heranziehung der Verursacher von abgeworfenen Bomben oder von verschossener Munition scheidet aus tatsächlichen und rechtlichen Gründen regelmäßig aus.

Da das Einsammeln, Bergen, Entschärfen, Transportieren, Lagern und Vernichten von Kampfmitteln aufgrund des Gefährdungspotenzials besondere Kenntnisse und technische Vorkehrungen erfordert, haben die meisten Länder in ihren Kampfmittelverordnungen oder Verwaltungsvorschriften geregelt, dass der konkrete Umgang mit Kampfmitteln speziell hierzu eingerichteten Stellen, den sog. Kampfmittelräumdiensten vorbehalten ist. Die Räumkommandos werden i.d.R. als Hilfsdienste der örtlich zuständigen Polizei- oder Ordnungsbehörden oder auf Anforderung im Wege der Amtshilfe für die Ordnungsbehörde zuständig.

Die Kampfmittelbeseitigungsdienste sind jedoch nur für den unmittelbaren Umgang mit Kampfmitteln zuständig, nicht hingegen für vorbereitende Maßnahmen wie z.B. Gefahrenerkundung, Untersuchung und Sondieren. Für diese Maßnahmen ist i.d.R. der Grundstückseigentümer, der Inhaber der tatsächlichen Gewalt oder bei Baumaßnahmen der Bauherr verantwortlich. Dies ergibt sich in den meisten Bundesländern aus den in den Kampfmittelverordnungen geregelten Aufgabenzuweisungen für die Kampfmittelräumdienste und im Übrigen aus allgemeinen Grundsätzen des Gefahrenabwehrrechts.

Im Folgenden werden die Rechtsgrundlagen und Regelungen je Bundesland gesondert dargestellt. Die einzelnen Kapitel sind dabei so aufgebaut, dass zunächst die Rechtsgrundlagen, dann die Kampf-mittelräumdienste, die Kostenverteilung zwischen Land und Pflichtigem und schließlich die länderspezifischen Besonderheiten dargestellt werden.



### A-1.3.1 Baden-Württemberg

Allgemeine Rechtsgrundlage in Baden-Württemberg ist die sog. Generalklausel im Polizeigesetz von 1992. Nach dieser Generalklausel, die sich mit ähnlichem Inhalt in fast allen Polizei- und Ordnungsgesetzen der Bundesländer wiederfindet, können die Polizei- und Ordnungsbehörden die notwendigen Maßnahmen treffen, um eine im einzelnen Fall bestehende Gefahr für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung abzuwehren.

Konkretisiert wird die Generalklausel durch die bislang nur im Entwurf vorliegende, jedoch seit 01.01.2003 Anwendung findende Verwaltungsvorschrift über die Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Innenministeriums Baden-Württemberg (Az.: 3-1115.8/227). Hiernach zählt zu den Aufgaben der Kampfmittelbeseitigung die Entschärfung von Kampfmitteln, die Beförderung geborgener Kampfmittel sowie die Vernichtung von Kampfmitteln. Ferner obliegt dem Kampfmittelbeseitigungsdienst die Beschaffung und Auswertung von Luftbildern.

Das Land hält einen Kampfmittelbeseitigungsdienst vor, der die Polizeibehörden und den Polizeivollzugsdienst bei der Beseitigung von Kampfmitteln unterstützt.

Die Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes sind dem Regierungspräsidium Stuttgart für das gesamte Landesgebiet zugewiesen.

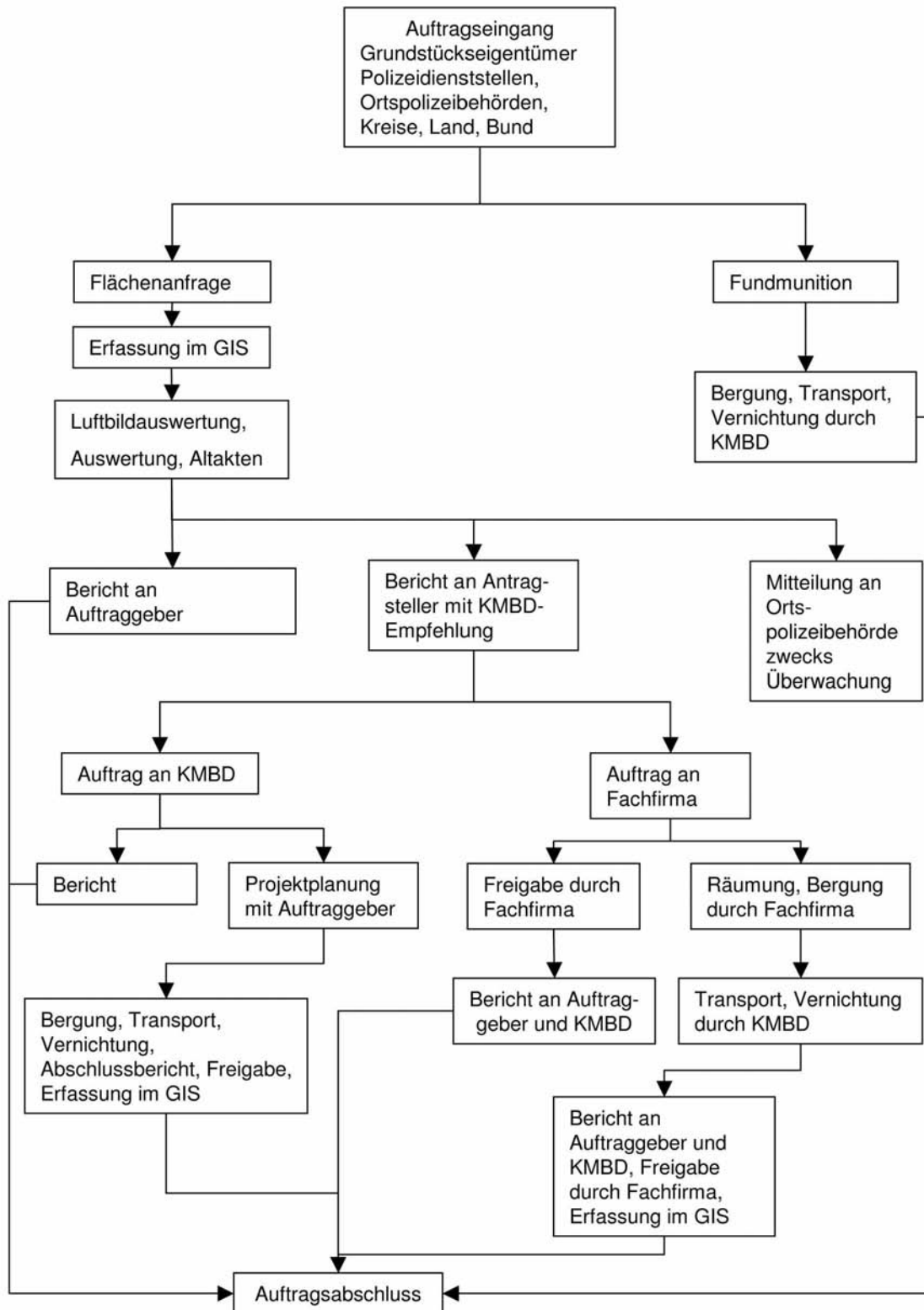
Regierungspräsidium Stuttgart  
Kampfmittelbeseitigungsdienst  
Baden-Württemberg  
Pfaffenwaldring 1  
70569 Stuttgart

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst übernimmt im Rahmen seiner Kapazität und gegen vollständige Kostenerstattung durch den Auftraggeber auch die Beratung über vermutete Kampfmittel sowie bei vollständiger Kostenübernahme durch den Auftraggeber die Suche nach und die Bergung von Kampfmitteln. Soweit der Kampfmittelbeseitigungsdienst nicht tätig werden kann, sind für diese Arbeiten private Firmen zu beauftragen. Der Kampfmittelbeseitigungsdienst hält eine Liste von Firmen vor, die nach eigenen Angaben Kampfmittelräumarbeiten ordnungsgemäß durchführen können. Für die Richtigkeit und Vollständigkeit der Liste und die Zuverlässigkeit der darin aufgeführten Firmen übernimmt der Kampfmittelbeseitigungsdienst keine Gewähr.

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg hat folgende Merkblätter mit zahlreichen praktischen Hinweisen herausgegeben:

- Informationen zur Gefährdungseinschätzung von Bombenblindgängern,
- Empfehlungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes Baden-Württemberg zur Altlastenerkundung auf Bahnhöfen,
- Empfehlungen für die Vergabe von Entmunitionierungsarbeiten (nur in elektronischer Form unter),
  - [www.rp.baden-wuerttemberg.de](http://www.rp.baden-wuerttemberg.de).

**Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Baden-Württemberg**



Grundlage: Regierungspräsidium Stuttgart  
Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg

Stand: 20.04.07

**Abb. A-1.3.1 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Baden-Württemberg**

### A-1.3.2 Bayern

Grundlage für Struktur und Verfahrensweise bei der Kampfmittelbeseitigung in Bayern ist das allgemeine Sicherheitsrecht. Rechtsgrundlage ist die Generalklausel im Bayerischen Landesstraf- und Verordnungsgesetz - LStVG vom 01.01.1983. Art. 6 LStVG lautet: „Die Gemeinden, Landratsämter, Regierungen und das Staatsministerium des Innern haben als Sicherheitsbehörden die Aufgabe, die öffentliche Sicherheit und Ordnung durch Abwehr von Gefahren und durch Unterbindung und Beseitigung von Störungen aufrecht zu erhalten.“

Aufgefundene Munition wird vorsorglich stets als Gefahr für die öffentliche Sicherheit betrachtet. Inwieweit ein bloßer Verdacht auf das Vorhandensein von Munition - etwa im Erdreich oder in Gewässern - ein sicherheitsrechtliches Einschreiten erfordert, hängt vom jeweiligen Einzelfall ab. Nach Art. 9 Abs. 2 LStVG richten sich die von den Sicherheitsbehörden zu ergreifenden Maßnahmen insbesondere gegen den Inhaber der tatsächlichen Gewalt, den Grundstückseigentümer oder einen sonst dinglich Verfügungsberechtigten.

Zur Unterstützung der örtlichen Sicherheitsbehörden bei der Abwehr unmittelbarer Gefahren auf Grund aufgefundener Kampfmittel der Weltkriege, wurde beim Bayer. Staatsministerium des Innern 1954 der Kampfmittelbeseitigungsdienst des Freistaats Bayern eingerichtet, der mit entsprechenden personellen und sachlichen Ressourcen ausgestattet ist. Er wird den nach Sicherheitsrecht zuständigen örtlichen Sicherheitsbehörden bzw. der Polizei zur Beseitigung unmittelbarer Gefahren durch Kampfmittel der Weltkriege als freiwillige und kostenfreie Leistung des Staates zur Verfügung gestellt. Der Kampfmittelbeseitigungsdienst selbst hat keine eigenen sicherheitsrechtlichen Zuständigkeiten und ist auch nicht mit hoheitlichen Rechten ausgestattet.

Regelmäßig nicht zur unmittelbaren Gefahrenabwehr gehört die vorsorgliche Nachsuche nach lediglich vermuteten Kampfmitteln. Diese Nachsuche wird etwa dann erforderlich, wenn auf einer möglicherweise kampfmittelbelasteten Fläche Tätigkeiten stattfinden sollen, die im Hinblick auf mögliche Kampfmittel problematisch sein können, wie z.B. im Zusammenhang mit einer Baumaßnahme. Hier steht in Bayern derjenige in der Pflicht, der eine solche (Bau)Maßnahme durchführen will. Er muss vor deren Beginn eine entsprechende Recherche durchführen und die Fläche falls erforderlich von einer Fachfirma räumen lassen.

Die Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern „Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel (Fundmunition)“ vom 22.07.2007 (ID4-2135.12-2) enthält Hinweise für die örtlichen Sicherheitsbehörden und die Polizei sowie Verhaltensregeln für Jedermann. Sie konkretisiert, wie bei Fundmunition und Bombenblindgängern zu verfahren ist. Bei Kampfmitteln der Weltkriege wird der Kampfmittelbeseitigungsdienst des Freistaats Bayern tätig, bei anderer Fundmunition die Technische Sondergruppe des Bayerischen Landeskriminalamtes.

Ergänzend zu der Bekanntmachung enthält das „Merkblatt über Fundmunition“ (Az.: ID4-2135.20-49) konkrete Hinweise und Informationen zur Gefahrenbewertung und zum Verhalten in tatsächlich oder mutmaßlich munitionsbelasteten Gebieten sowie beim Auffinden von Munition, außerdem zu sicherheitsrechtlichen Aspekten und Verantwortlichkeiten sowie zum Kampfmittelbeseitigungsdienst des Freistaates Bayern. Für die Fälle in denen außerhalb der unmittelbaren Gefahrenabwehr auf eigene Veranlassung und Kosten Fachfirmen beauftragt werden müssen, enthält das Merkblatt auch eine entsprechende Adressenliste.

Die operativen Einheiten des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Freistaats Bayern sind die beiden Sprengkommandos in München und Nürnberg. Das hierfür erforderliche Personal wird von einer Fachfirma gestellt, mit der das Bayer. Innenministerium einen Dienstleistungsvertrag geschlossen hat. Dienstleister ist seit dem 01.04.2001 die Fa. K.A. Tauber Spezialtiefbau GmbH & Co. in Würzburg. Gegenstand der Dienstleistung sind alle kampfmittelbezogenen Tätigkeiten, die im Zusammenhang mit der unmittelbaren Gefahrenabwehr erforderlich sind, insbesondere das ggf. erforderliche Entschärfen und Sprengen von aufgefundenen Kampfmitteln der Weltkriege sowie deren Bergung und abschließende Vernichtung, soweit diese nicht anderweitig erfolgen muss.

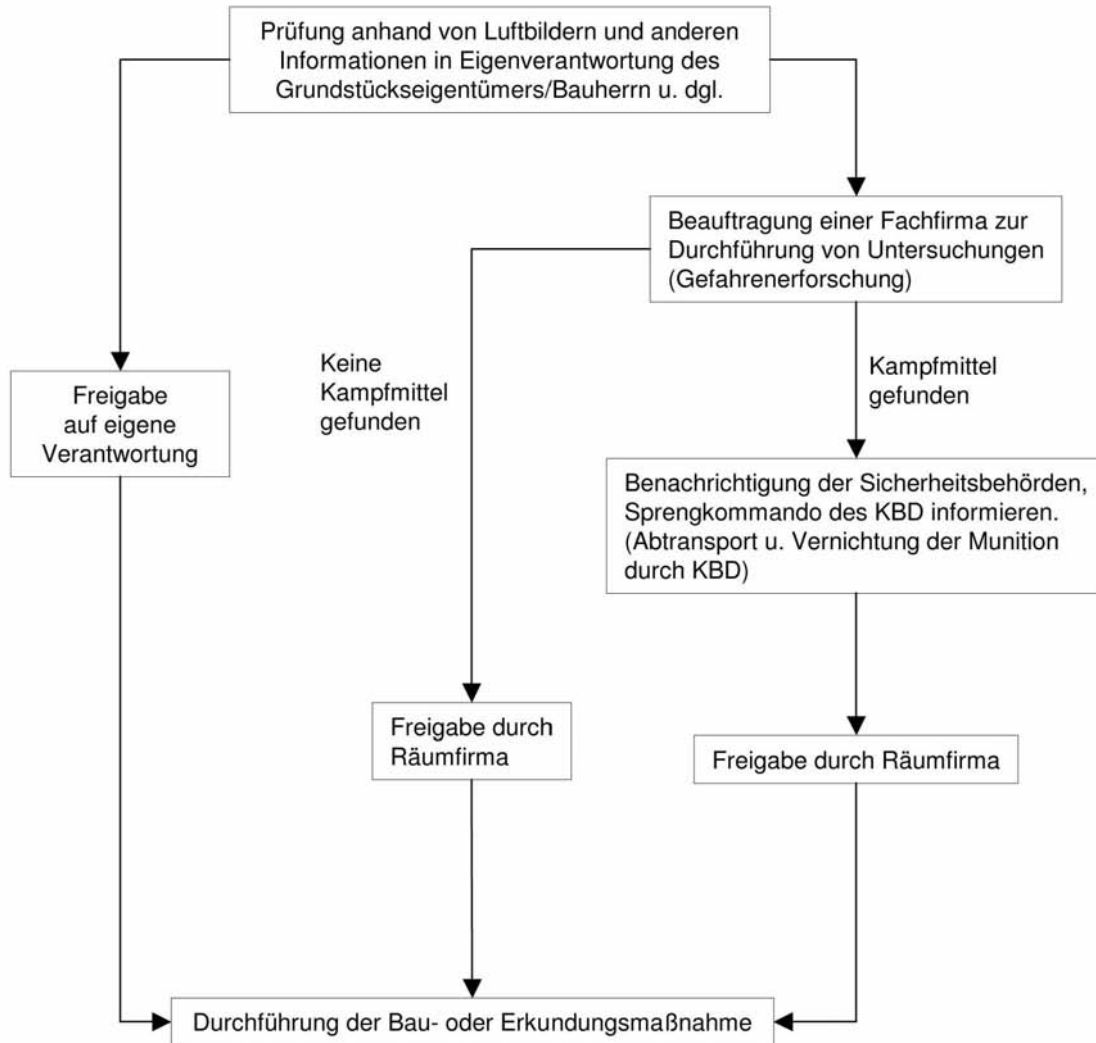
Die Adresse der für den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Freistaats Bayern zuständigen Stelle lautet:

Bayerisches Staatsministerium des Innern  
Sachgebiet ID 4  
80524 München

Informationen zum Umgang mit Kampfmitteln in Bayern enthält dessen Internetadresse, über die auch die genannten Dokumente zugänglich sind:

<http://www.stmi.bayern.de/sicherheit/innere/sicherleben/detail/09064>

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Bayern



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Bayerisches Staatsministerium des Innern  
 Kampfmittelbeseitigungsdienst  
 Referat ID 4

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.2 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Bayern



### A-1.3.3 Berlin

In Berlin ist die Zuständigkeit für die Kampfmittelbeseitigung zwischen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, bei der auch der Kampfmittelbeseitigungsdienst angesiedelt ist, und dem Polizeipräsidenten aufgeteilt. Gemäß Nr. 23, Absatz 5 des Zuständigkeitskataloges Ordnungsaufgaben zum ASOG ist der Polizeipräsident für die Vernichtung von nichtchemischen Kampfmitteln und für die Ermittlung, Bergung und Beseitigung von abgelagerten chemischen Kampfmitteln zuständig. Demgegenüber fällt in den Zuständigkeitsbereich der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung die Ermittlung und Bergung nichtchemischer Kampfmittel.

Die Adressen lauten:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung  
Referat X OA2  
Württembergische Straße 6  
10707 Berlin

Polizeipräsident des Landes Berlin  
Landeskriminalamt  
Institut Polizeitechnische Untersuchung (PTU)

Maßnahmen zur Gefahrenabwehr können sowohl von der Senatsverwaltung als auch von der Polizei auf der Grundlage der Generalklausel durchgeführt werden. § 17 Abs. 1 des Allgemeinen Gesetzes zum Schutz der öffentlichen Sicherheit und Ordnung in Berlin (ASOG Bln) vom 14.04.1992 lautet:

„Die Ordnungsbehörden und die Polizei können die notwendigen Maßnahmen treffen, um eine im einzelnen Fall bestehende Gefahr für die öffentliche Sicherheit oder Ordnung (Gefahr) abzuwehren, soweit nicht die §§ 18 – 51 ihre Befugnisse besonders regeln.“

Die Senatsverwaltung für Stadtentwicklung hat ein „Merkblatt zur Kampfmittelbergung zur Verringerung von Gefahren durch Kampfmittel in Grundstücksböden“ herausgegeben, in dem konkrete Hinweise für Grundstückseigentümer, Besitzer und Bauherren gegeben werden. U.a. wird darauf hingewiesen, dass von im Boden noch unerkannten Kampfmitteln latente Gefahren ausgehen und dass die Grundstückseigentümer und Bauherren im Rahmen des ihnen Zumutbaren und Möglichen alles zu tun haben, um bestehende Risiken möglichst gering zu halten. Dies gilt insbesondere bei Eingriffen in die Grundstückssubstanz auf Grund von Baumaßnahmen und Erdarbeiten.

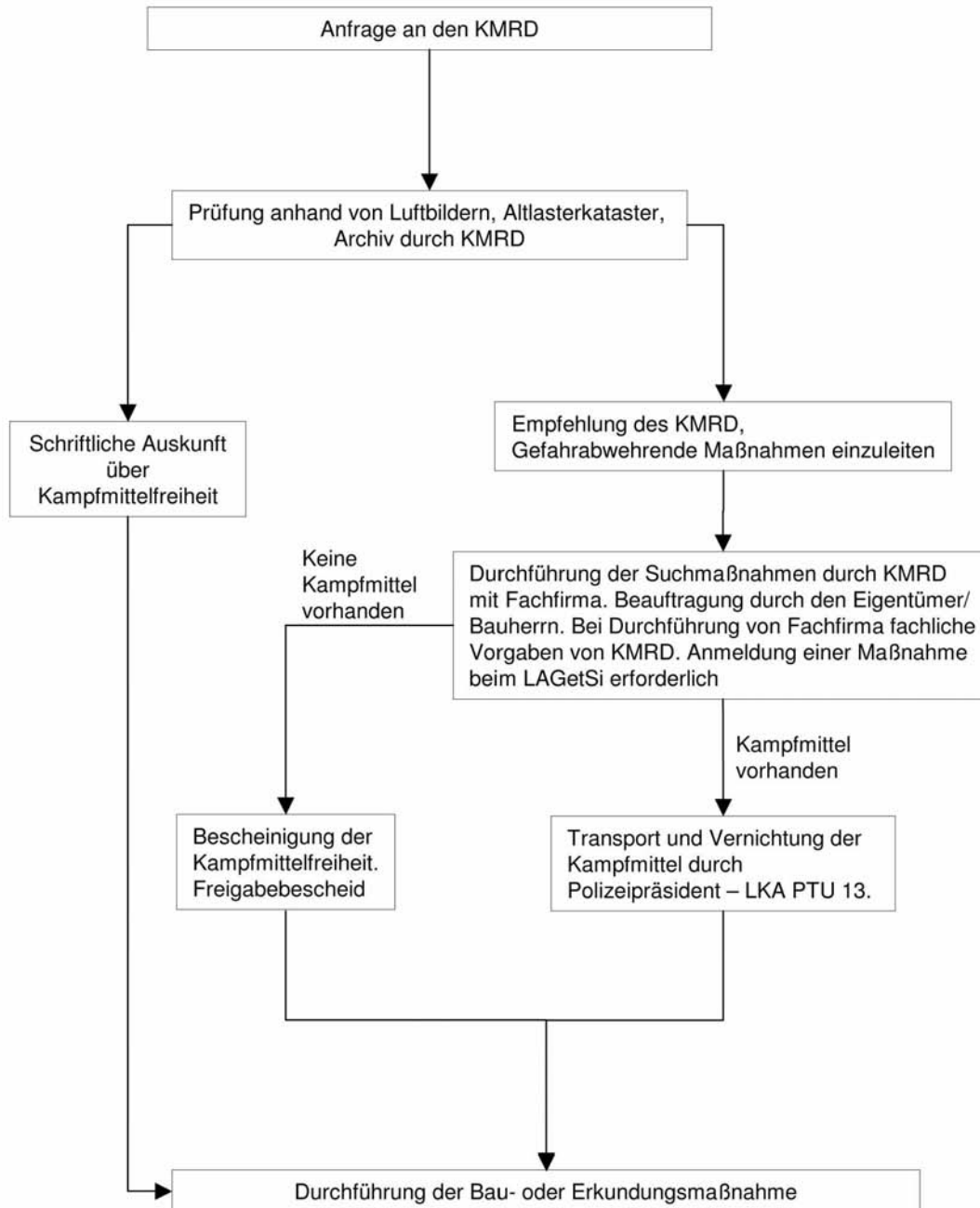
Der Kampfmittelbeseitigungsdienst leistet kostenlose Hilfe von der Erkundung, über die Gefährdungsabschätzung, Suche und Beseitigung bis hin zur Sprengung. Für den Fall, dass nach einem entsprechenden Verdacht auch Kampfmittel gefunden werden, trägt das Land Berlin bei privaten Grundstückseigentümern sämtliche Kosten. Die Kosten der Sondierung muss allerdings der Grundstückseigentümer selbst tragen.

Das Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit [LAGetSi], das für Ordnungsaufgaben nach dem Sprengstoffgesetz zuständig ist, führt eine Liste mit 30 Fachfirmen, die von dem Grundstückseigentümer beauftragt werden können.

Die Inanspruchnahme der Hilfeleistungen der Senatsverwaltung setzen einen formlosen Antrag des Grundstückseigentümers, des Bauherren oder deren Bevollmächtigter voraus, der an die Senatsverwaltung zu richten ist und dem verschiedene Unterlagen, wie z.B. Grundbuchauszug, Ablichtung der Baugenehmigung und verschiedene Angaben zur Grundstückssituation beizufügen sind.



### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Berlin



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung  
 Referat X OA2

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.3 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Berlin



### A-1.3.4 Brandenburg

Die Abwehr der von Kampfmitteln ausgehenden Gefahren gehört zu den Aufgaben der Gefahrenabwehr, die den örtlichen Ordnungsbehörden obliegen. Aufgabenträger sind die Kommunen.

Wegen der erforderlichen besonderen Fachkunde beim Beseitigen von Kampfmitteln hält Brandenburg im Geschäftsbereich des Ministers des Innern den Kampfmittelbeseitigungsdienst (KMBD) vor. Ihm wurde die Aufgabe der Kampfmittelbeseitigung in eigener Zuständigkeit übertragen. Es besteht jedoch keine Übertragung von Aufgaben der Gefahrenabwehr auf den KMBD durch Gesetz oder Verordnung. Der KMBD handelt, unabhängig von den Zuständigkeiten der örtlichen Ordnungsbehörden, als Teil der staatlichen Verwaltung des Landes.

Zu erreichen ist der KMBD wie folgt:

Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg  
Kampfmittelbeseitigungsdienst  
Verwaltungszentrum B  
Hauptallee 116/8  
15806 Zossen OT Wünsdorf

Die Vorschriftenlage zur Kampfmittelbeseitigung in Brandenburg umfasst insbesondere folgende Regelungen:

- Ordnungsbehördliche Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung für das Land Brandenburg - KampfmV) vom 23. November 1998
- Runderlass III Nr. 78/1994 des Ministeriums des Innern vom 08. November 1994 – III/9.12 – (Grundsätzliche Regelungen zum Verfahren bei der Bauleitplanung und bei der Baugenehmigung)
- Erlass des Ministeriums des Innern vom 26. August 1997 – IV/2.2-90 – (Ergänzende Verfahrensregelungen)
- Erlass des Ministeriums des Innern vom 04. Oktober 1999 – IV/9.3 – (Regelungen zu baubegleitenden Maßnahmen)

Gemäß § 2 KampfmV ist jeder, der Kampfmittel entdeckt, besitzt oder Fund- oder Lagerstätten kennt, an denen vergrabene, verschüttete oder überflutete Kampfmittel liegen, verpflichtet, dies unverzüglich der nächsten örtlichen Ordnungsbehörde oder der Polizei anzuzeigen. Gemäß § 3 KampfmV ist es verboten, nach Kampfmitteln zu sondieren, entdeckte Kampfmittel zu berühren, ihre Lage zu ändern oder sie in Besitz zu nehmen. Diese Verbote gelten nicht für zugelassene Unternehmen zur Durchführung der Sondierung, Freilegung und Bergung von Kampfmitteln. Sie sind jedoch gemäß § 4 KampfmV verpflichtet, das Sondieren, Freilegen und Bergen von Kampfmitteln mindestens zwei Wochen vor Arbeitsbeginn der örtlichen Ordnungsbehörde und dem KMBD schriftlich anzuzeigen. Transport, Lagerung und Vernichtung sind, soweit die KampfmV Anwendung findet, dem KMBD vorbehalten.

Der KMBD hat das Land einer 2-stufigen Gefährdungsabschätzung unterzogen und das Ergebnis den zuständigen Baugenehmigungsbehörden zur Verfügung gestellt. Danach dürfen Baugenehmigungen in Gebieten, die als Kampfmittelverdachtsfläche ausgewiesen sind, nur bei Vorlage einer Kampfmittelfreiheitsbescheinigung erteilt werden. Ersatzweise kann unter bestimmten Umständen auch eine kampfmitteltechnische Baubegleitung zulässig sein.

Die Überprüfung eines Grundstückes erfolgt auf Antrag durch den KMBD. Ergibt sich aus der Prüfung, dass ein Verdacht auf das Vorhandensein von Kampfmitteln ausgeschlossen werden kann, besteht Baufreiheit. Der KMBD stellt dann die erforderliche Bescheinigung aus. Soweit Maßnahmen der Kampfmittelbeseitigung notwendig sind, teilt der KMBD auch dies mit.

In beiden Fällen werden Gebühren, je nach Aufwand, in Höhe von 50,00 EUR bis 300,00 EUR erhoben, es sei denn, die im Gebührengesetz aufgeführten Ausnahmen treffen zu.

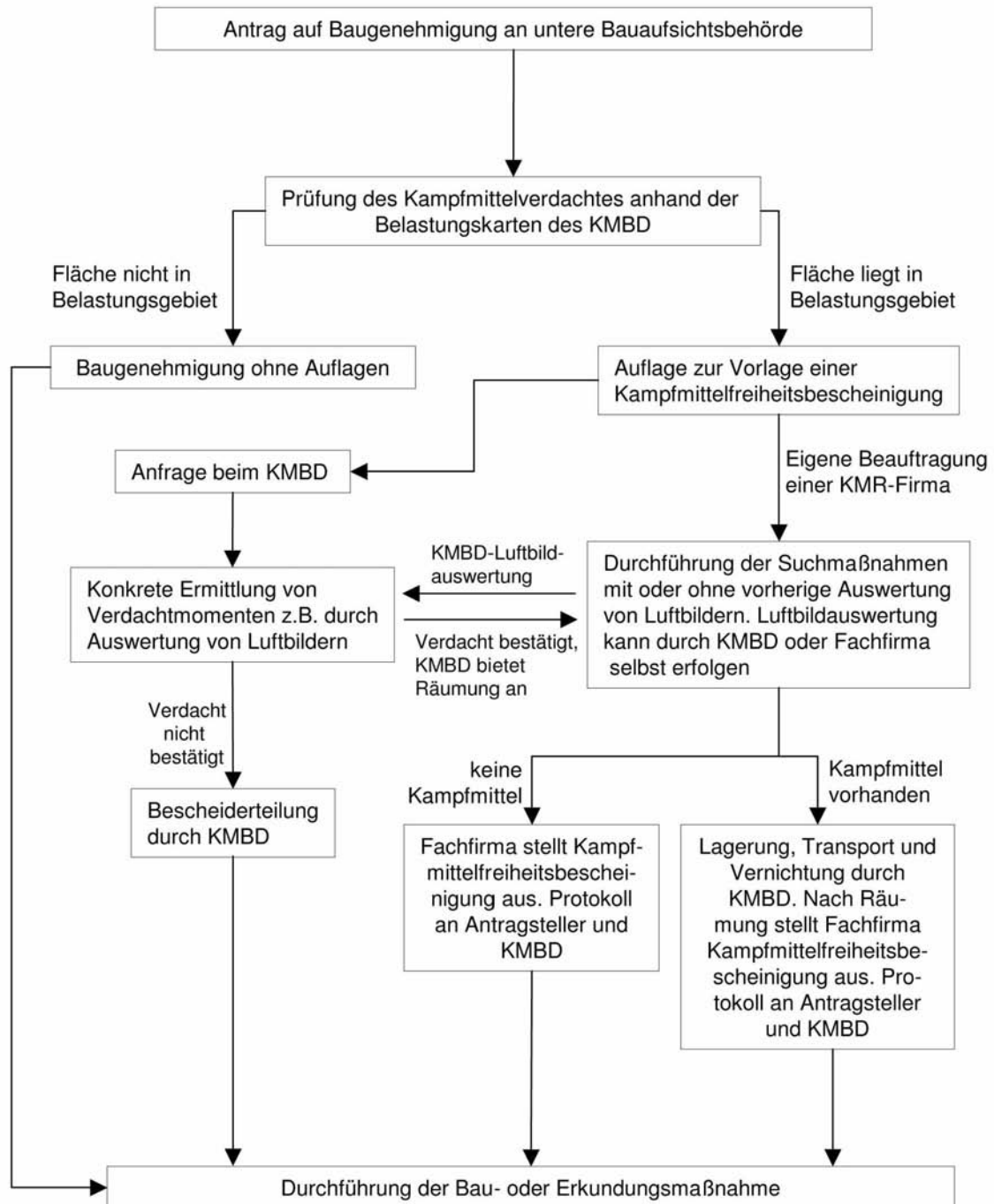
Mit den notwendigen Maßnahmen des Sondierens, Freilegens und Bergens kann der Bauherr bzw. Grundstückseigentümer eine Fachfirma, die über die entsprechenden sprengstoffrechtlichen Zulassungen gemäß §§ 7 und 20 Sprengstoffgesetz verfügt, direkt und unmittelbar beauftragen. Die Kosten hierfür trägt er dann selbst. Einen Erstattungsanspruch gibt es nicht. Eine Begleitung durch den KMBD erfolgt ebenfalls nicht.

Soweit die Bereitschaft besteht, sich dem Flächenräumprogramm des KMBD unterzuordnen, kann die Beauftragung einer Fachfirma im Rahmen zur Verfügung stehender Haushaltsmittel auch durch den KMBD und auf dessen Kosten erfolgen, soweit es sich nicht um bundeseigene Liegenschaften handelt.

Der KMBD wird gegen Kostenerstattung auch auf bundeseigenen Liegenschaften tätig, soweit hierzu eine Vereinbarung geschlossen wird. Er handelt dann im so genannten Drittauftrag.

Für die Lagerung, den Transport und die Vernichtung ist, soweit die KampfmV Anwendung findet, ausschließlich der KMBD zuständig. Kosten hierfür entstehen nicht, es sei denn, es handelt sich um bundeseigene Liegenschaften.

### Ablaufschema zur Überprüfung der Kampfmittelbelastung in Brandenburg



Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.4 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Brandenburg



### A-1.3.5 Bremen

Rechtsgrundlagen sind die Generalklausel des Bremischen Polizeigesetzes (BremPolG) vom 21.03.1983 sowie das Gesetz zur Verhütung von Schäden beim Umgang mit Fundmunition und Schrott vom 05.06.1953. Nach § 1 dieses Gesetzes ist jeder, der Munition oder Munitionsbestandteile militärischer Herkunft findet oder im Besitz hat, verpflichtet, dies unverzüglich der nächsten Polizeidienststelle anzuzeigen. Nach § 2 ist das Sammeln, Verladen, Befördern, Sortieren, Bearbeiten sowie der Besitz von Kampfmitteln verboten. Dies gilt nicht für diejenigen, die von den zuständigen Behörden mit der Beseitigung beauftragt worden sind und die im Besitz einer Erlaubnis gemäß § 7 SprengG sind. Ein Relikt aus der Nachkriegszeit stellt § 4 dieses Gesetzes dar, wonach Jugendlichen unter 18 Jahren das Sammeln, Verladen, Befördern, Sortieren, Bearbeiten sowie der Besitz von Fremdschrott untersagt ist. Das Verbot gilt nicht für Schrott, den Jugendliche in Betrieben oder Haushaltungen sammeln.

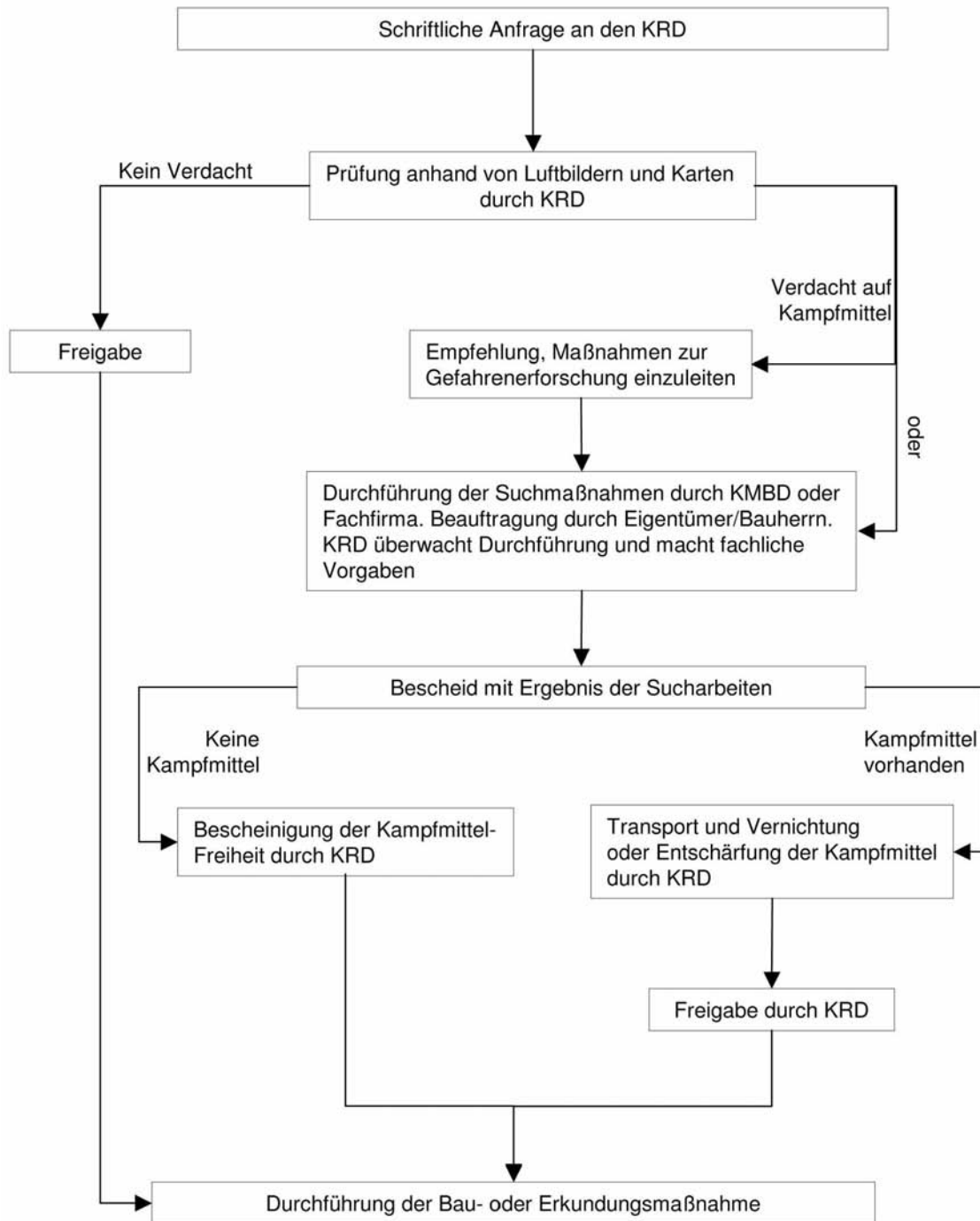
Im Gegensatz zu den meisten anderen Bundesländern ist der Kampfmittelräumdienst in Bremen direkt bei der Polizei angesiedelt und wird daher als Gefahrenabwehrbehörde tätig. Die Adresse lautet:

Polizei Bremen  
Fachdirektion Logistik L 26  
Niedersachsendamm  
28201 Bremen

Der Kampfmittelräumdienst übernimmt die Luftbildauswertung sowie in einfach gelagerten Fällen auch die Kampfmittelsuche, die Bergung und die Beseitigung. Diese Leistungen werden kostenfrei erbracht. Vor einigen Jahren wurde erwogen, durch eine neue Rechtsverordnung die Kostenbeteiligung des Grundstückseigentümers dahingehend zu regeln, dass dieser an den Kosten der Kampfmittelräumung zumindest anteilig beteiligt wird. Dieses Vorhaben war jedoch politisch nicht durchsetzbar und wurde aufgegeben.

Sofern eine private Suchfirma beauftragt wird, muss der Maßnahmenträger die Kosten tragen. Die private Fachfirma muss qualifiziert sein, über die erforderliche Zulassung nach dem Sprengstoffgesetz verfügen und in Bremen zugelassen sein.

**Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Bremen**



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Polizei Bremen  
 Fachdirektion Logistik L 26

Stand: 20.04.2007

**Abb. A-1.3.5 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Bremen**



### A-1.3.6 Hamburg

Rechtsgrundlagen sind die Generalklausel im Gesetz zum Schutz der öffentlichen Sicherheit und Ordnung (SOG) vom 14.03.1996 sowie die Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (KM-VO) vom 13.12.2005. In der KM-VO wird der Begriff Kampfmittel definiert und eine Anzeigepflicht für das Entdecken und den Besitz von Kampfmitteln normiert. Gleichzeitig ist es verboten, entdeckte Kampfmittel zu berühren, zu transportieren oder in Besitz zu nehmen. Der Transport, das Entschärfen und Vernichten von Kampfmitteln ist nur den vom Senat damit beauftragten Stellen gestattet.

Zuständig für die Kampfmittelbeseitigung in Hamburg ist das Amt Feuerwehr in der Behörde für Inneres. Der Kampfmittelräumdienst wird ähnlich wie in Bremen als Sonderordnungsbehörde tätig. Die Adresse lautet:

Freie und Hansestadt Hamburg  
Behörde für Inneres -Feuerwehr-  
Kampfmittelräumdienst F 0413  
Großmoorbogen 8  
21079 Hamburg

Die Einschaltung des Kampfmittelräumdienstes ist mit der KM-VO nicht zwingend vorgeschrieben, doch ist der Grundeigentümer für die Gefahren, die durch Kampfmittel von seinem Grundstück ausgehen, verantwortlich. Dazu zwingen berufsgenossenschaftliche Vorschriften die Baufirmen, für den Spezialtiefbau die Freigabe (Kampfmittelfreiheit) einzuholen. Die Auswertung von Luftbildern ist gebührenpflichtig.

Die Bauordnungsämter schalten den Kampfmittelräumdienst gemäß der Hamburgischen Bauordnung (HBO) bei konzentrierten Baugenehmigungsverfahren nach § 62 ein oder fragen nach konkreten Hinweisen, wenn ein Kampfmittelverdacht beim flächenbezogenen Informationssystem (GIS) des Landesbetriebes Geoinformation und Vermessung vorliegt.

Die Kampfmittelbelastung ist Teil des Baugenehmigungsverfahrens und ist im Baugenehmigungsbescheid als „Bauaufschiebende Maßnahme“ eingetragen.

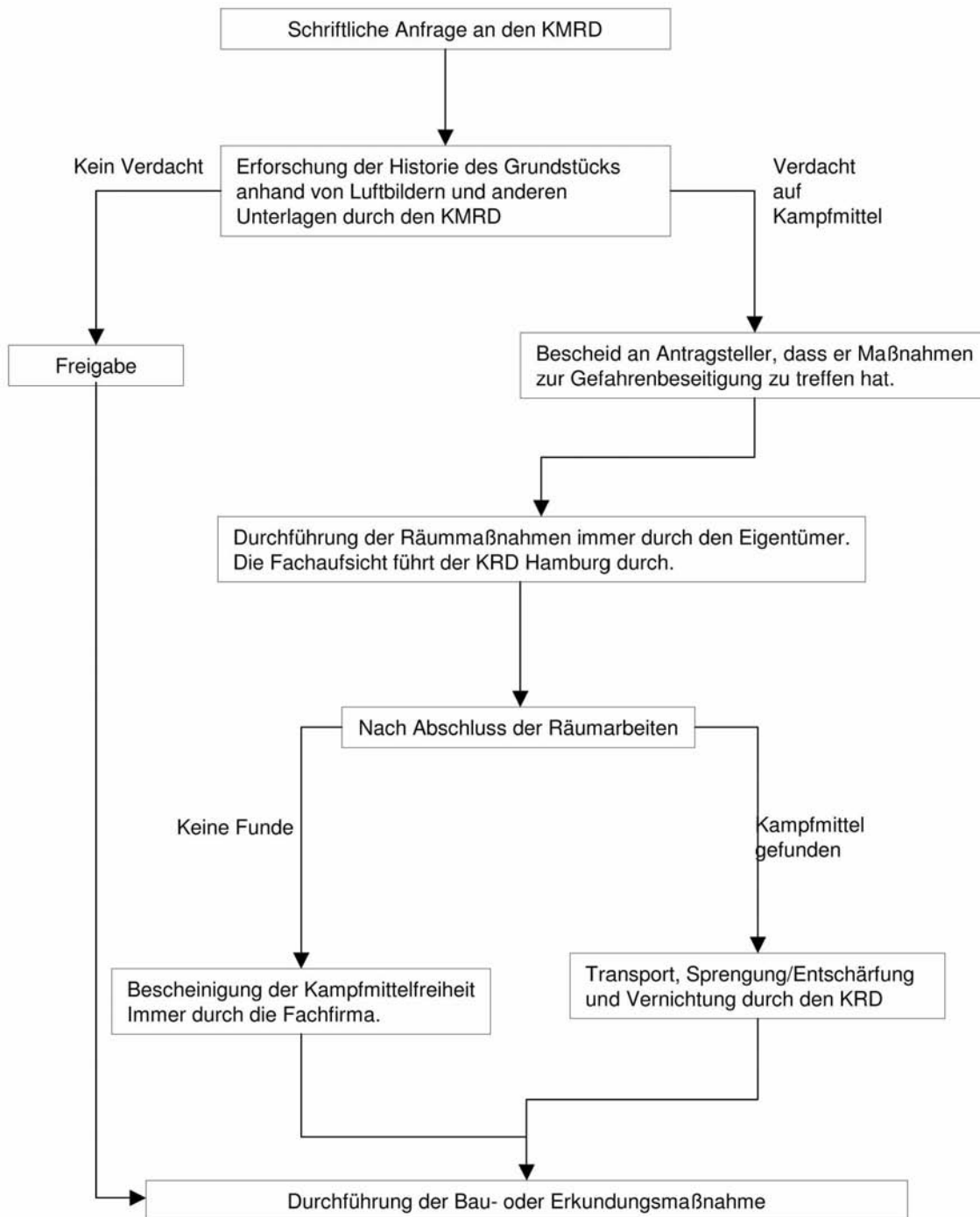
Die Kampfmittelbergung, der Transport und die Entschärfung/Vernichtung werden ausschließlich vom Kampfmittelräumdienst durchgeführt, die Beauftragung und Bezahlung der Fachfirmen für die Suche nach Kampfmitteln obliegen dem privaten oder behördlichen Grundeigentümer. Die Fachfirmen müssen über die Befähigung nach § 7 und § 20 SprengG verfügen.

Das Bergen, Entschärfen und Vernichten von Kampfmitteln ist für den Grundstückseigentümer nach der Staatspraxis als Aufgabe der Gefahrenabwehr kostenfrei.

Die Fachfirma wird vom Grundstückseigentümer direkt beauftragt; der KRD berät ihn und überwacht die Räumarbeit.

Sind Vorbereitungen und Wiederherstellungsmaßnahmen erforderlich, trägt diese der Grundeigentümer.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in der Freien- und Hansestadt Hamburg



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Freie u. Hansestadt Hamburg  
 Behörde für Inneres, Feuerwehr  
 Kampfmittelräumdienst F 53

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.6 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in der Freien- und Hansestadt Hamburg

### A-1.3.7 Hessen

Rechtsgrundlage ist die Generalklausel des Hessischen Sicherheits- und Ordnungsgesetzes (HSOG). Eine Rechtsverordnung existiert nicht.

Der Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen ist zentral beim Regierungspräsidium Darmstadt angesiedelt. Seine Adresse lautet:

Regierungspräsidium Darmstadt  
Dezernat I 18  
- Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen -  
Luisenplatz 2  
64278 Darmstadt

Empfehlungen zum Vorgehen bei Kampfmittelfunden und zur Kampfmittelräumung hat das Regierungspräsidium Darmstadt in zwei Bekanntmachungen veröffentlicht. In der Bekanntmachung vom 02.12.1997 „Beseitigung von Kampfmitteln aus dem 1. und 2. Weltkrieg“ (Az.: III 13 KMRD 6 b 02-01) werden Grundstückseigentümer darauf hingewiesen, dass die Kampfmittelräumung, d.h. das Suchen, Auffinden, Bergen und Zwischenlagern von Kampfmitteln in ihrem Auftrag und auf eigene Kosten zu erfolgen hat.

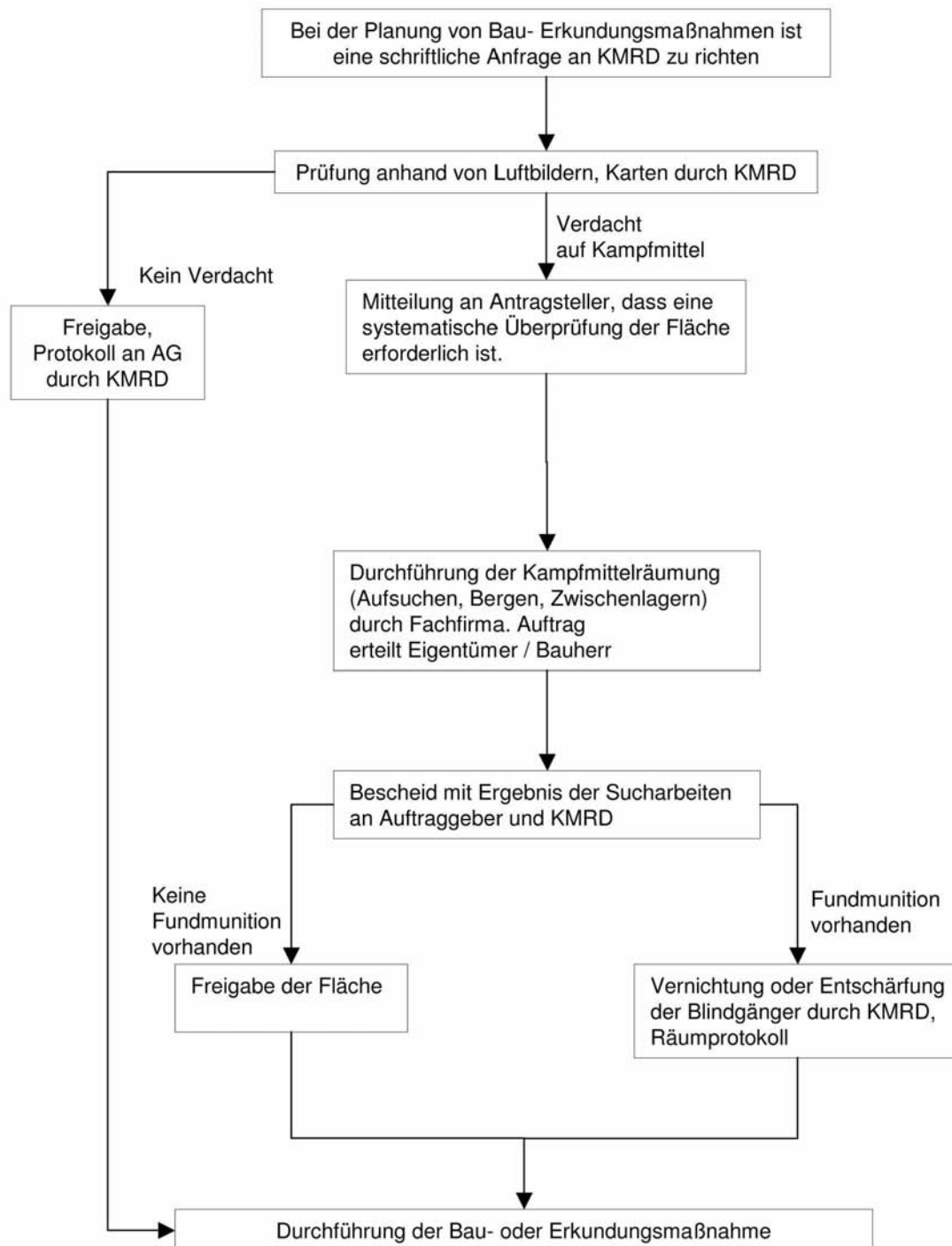
Der Transport zur Kampfmittelbeseitigungsanlage des Landes Hessen sowie die Sprengung oder die Entschärfung an der Fundstelle erfolgen durch den Kampfmittelräumdienst oder im Auftrag des Kampfmittelräumdienstes durch ein Vertragsunternehmen. Die Kosten für Entschärfung, Abtransport und Vernichtung trägt das Land Hessen.

Beim Auffinden ehemals reichseigener Munition kann der private Grundstückseigentümer einen Kostenerstattungsanspruch gegen den Bund geltend machen. In diesen Fällen übersendet der Eigentümer die prüffähigen Rechnungen zusammen mit Unterlagen an den Kampfmittelräumdienst, der die Rechnungen prüft und an die zuständige OFD weiterleitet. Diese überweist den Geldbetrag dann an den Kampfmittelräumdienst, der das Geld wiederum dem Antragsteller erstattet.

Die „Allgemeinen Bestimmungen für die Kampfmittelräumung im Lande Hessen“ des Regierungspräsidiums Darmstadt enthalten Hinweise zu den Bearbeitungsschritten der Kampfmittelräumung sowie allgemeine Angaben zu Durchführungs- und Sicherheitsbestimmungen.

Informationen können im Internet unter [www.rpda.hessen.de](http://www.rpda.hessen.de) abgerufen werden.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Hessen



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Regierungspräsidium Darmstadt  
 Kampfmittlräumdienst des Landes Hessen

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.7 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Hessen

### A-1.3.8 Mecklenburg-Vorpommern

Rechtsgrundlage für Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen ist die „Landesverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel“ (Kampfmittelverordnung) vom 08.06.1993, die in § 1 Begriffsbestimmungen vornimmt und den Anwendungsbereich absteckt. Nach § 3 KampfmV ist die Verhütung von Schäden durch Kampfmittel eine Aufgabe der Gefahrenabwehr, für die das Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz (LPBK) als Sonderordnungsbehörde zuständig erklärt wird. Beim LPBK ist der Munitionsbergungsdienst Mecklenburg-Vorpommern (MBD M-V) angesiedelt, dessen Adresse wie folgt lautet:

Munitionsbergungsdienst  
Mecklenburg-Vorpommern  
Graf-Yorck-Straße 6  
19061 Schwerin

§ 2 KampfmV regelt, dass der Umgang mit Kampfmitteln - hierzu zählen das Orten, Sammeln, Befördern, Bearbeiten und das sonstige Behandeln von Kampfmitteln sowie deren Besitz - nur dem MBD M-V und vom Innenminister mit der Beseitigung beauftragten Stellen, dies sind die beauftragten Fachfirmen, gestattet ist. Die Auftragsvergabe erfolgt ausschließlich durch das LPBK, dem auch gemäß § 4 KampfmV die Fachaufsicht über die Fachfirmen obliegt. Eine direkte Auftragsvergabe durch Dritte an eine Räumfirma ohne Beteiligung des Munitionsbergungsdienstes ist nicht zulässig.

Jeder, der Kampfmittel entdeckt, im Besitz hat oder Kenntnis von Lagerstellen erhält, ist verpflichtet, die örtlich zuständigen Ordnungsbehörden hierüber unverzüglich zu informieren. Nach allgemeinem Haftungsrecht obliegt dem Grundstückseigentümer zusätzlich die Verkehrssicherungspflicht, d.h. er muss verhindern, dass Unbeteiligte auf seinem Grundstück durch Kampfmittel zu Schaden kommen.

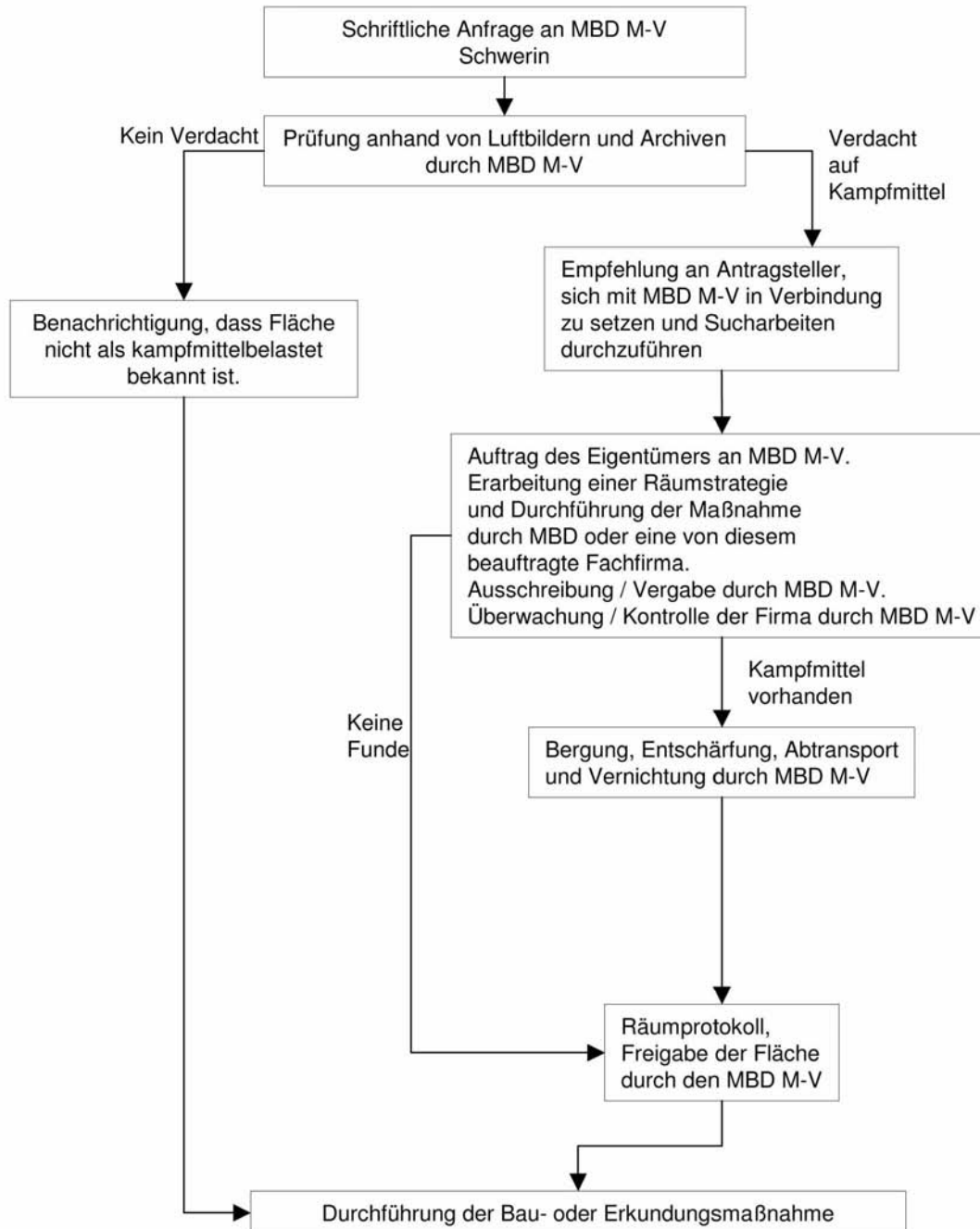
Nach der Feststellung eines Kampfmittelverdacht erfolgt eine Gefährdungsabschätzung durch den MBD M-V. Bestätigt sich der Gefahrenverdacht, wird die betroffene Fläche in den sog. „Flächenräumplan“ des Landes aufgenommen, d.h. sie erhält eine Nummer und eine Bezeichnung und wird unter dieser als kampfmittelbelastete Fläche geführt.

Für die Durchführung weiterer Maßnahmen muss der Grundstückseigentümer den MBD M-V beauftragen. Hierzu zählt zum einen die Belastungsanfrage, bei der dem Anfragenden mitgeteilt wird, ob die betroffene Fläche als kampfmittelbelastet bekannt ist oder nicht. Die Auskunft ist in der Regel gebührenpflichtig. Bei Kampfmittelverdacht können dann weitere Maßnahmen auf der Liegenschaft selbst beauftragt werden wie die Untersuchung, Sondierung, Freilegung, Bergung und Beseitigung von Kampfmitteln. Sofern die Arbeiten nicht durch den MBD M-V selbst durchgeführt werden können, werden die Arbeiten vom LPBK an Fachfirmen nach einer Ausschreibung vergeben. Hierbei werden Pauschalpreise vereinbart. Bei der Beauftragung von Fachfirmen erfolgt durch den MBD M-V die „Fachaufsicht“ nach § 4 der KampfmV, d.h. die Überwachung und Kontrolle der durchgeführten Arbeiten sowie die Bestätigung der Kampfmittelfreiheit.

Private Grundstückseigentümer haben die Kosten für die Sondierung und für das Freilegen als Vorsorgemaßnahmen zu tragen. Das Entschärfen, Bergen, Sprengen, Zwischenlagern, Transportieren und Vernichten von Kampfmitteln finanziert das Land bei kommunalen und privaten Grundstückseigentümern aus Billigkeitsgründen als Maßnahme der Gefahrenabwehr. Bei bundeseigenen Liegenschaften trägt der Bund auch diese Kosten. Grundlage der Finanzierung aller Maßnahmen zur Kampfmittelbeseitigung ist die "Verordnung über die Kosten für die Kampfmittelbeseitigung (Kampfmittelbeseitigungskostenverordnung – KaBeKostVO M-V)" vom 21. Februar 2005.

In den Fällen, in denen der Bund Liegenschaften veräußert, ohne diese vorher zu beräumen, stellt das Land dem neuen Eigentümer sämtliche Kosten der Kampfmittelräumung in Rechnung. Das Land Mecklenburg-Vorpommern vertritt insoweit die Auffassung, dass sich der Bund seiner Kostentragungspflicht für Kampfmittelbeseitigung auf eigenen Grundstücken nicht durch eine Veräußerung an Dritte entziehen dürfe. Daher werde der neue Eigentümer wie der Bund behandelt.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Mecklenburg - Vorpommern



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Landesamt f. Brand- u. Katastrophenschutz  
 Munitionsbergungsdienst Mecklenburg-Vorpommern

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.8 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Mecklenburg-Vorpommern





### A-1.3.9 Niedersachsen

Ein Gesetz oder eine Rechtsverordnung existieren nicht. Im Runderlass „Kampfmittelbeseitigung“ des Umweltministeriums vom 08.12.1995 (Az.: 505-62827/40) wird die Kampfmittelbeseitigung als Aufgabe der Gefahrenabwehr bezeichnet, für die nach dem allgemeinen Niedersächsischen Gefahrenabwehrgesetz (NGefAG) grundsätzlich die Gemeinden in ihrem Gebiet als Ordnungsbehörden zuständig sind. Zur Unterstützung der Ordnungsbehörden hat das Land Niedersachsen bei der Zentralen Polizeidirektion ein Kampfmittelbeseitigungsdezernat eingerichtet, das selbst keine Gefahrenabwehrbehörde ist, sondern auf dem Wege der Amtshilfe tätig wird. Seine Adresse lautet:

Zentrale Polizeidirektion  
Dezernat 23 – Kampfmittelbeseitigung  
Marienstraße 34 - 36  
30171 Hannover

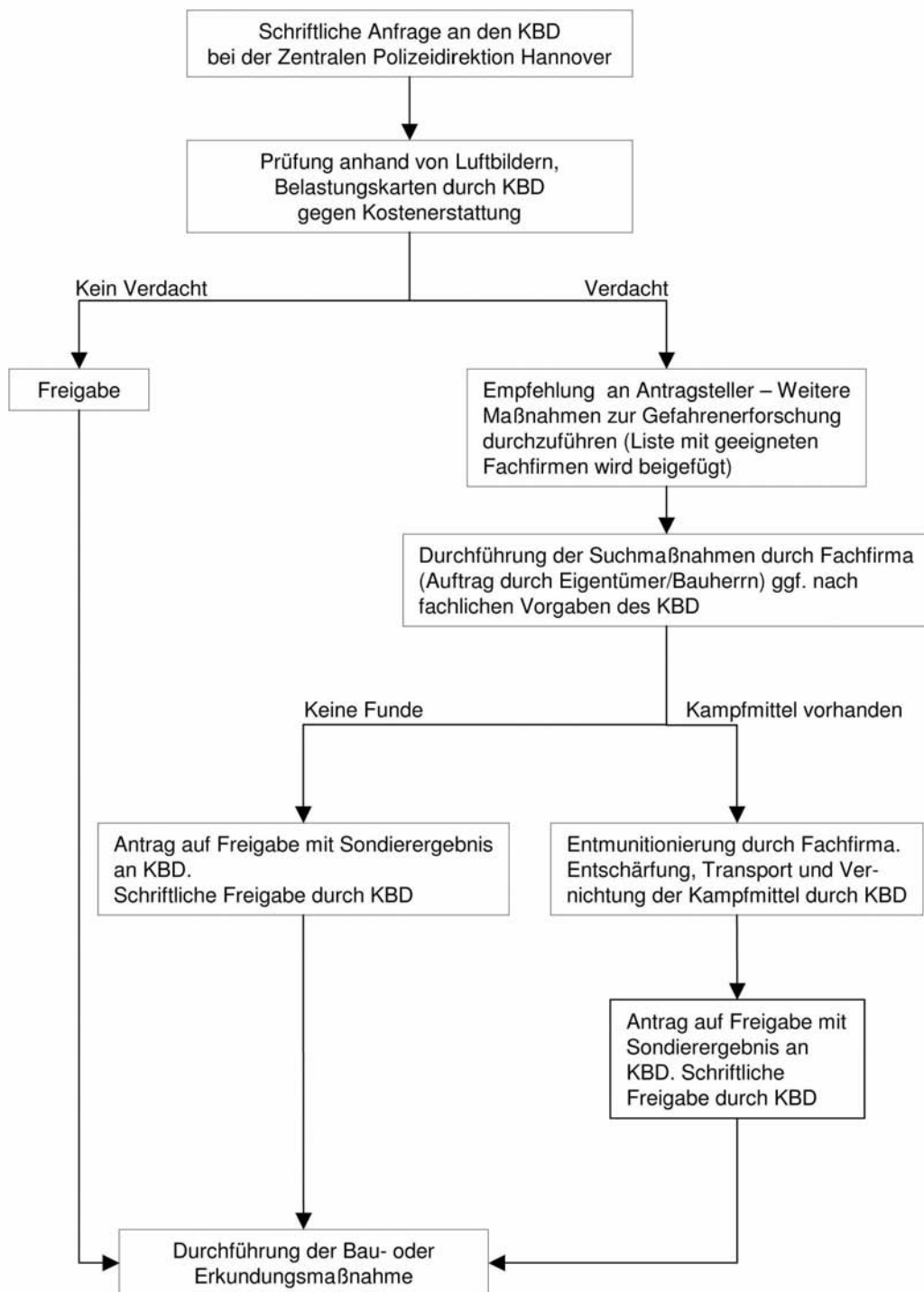
Nach Ziff. 1 Abs. 3 des Runderlasses sind die Gefahrenabwehrbehörden, d.h. die Gemeinden, für die notwendigen Gefahrenforschungsmassnahmen einschließlich Sondierungsmassnahmen zuständig. Gegebenenfalls führt der Kampfmittelbeseitigungsdienst eine sicherheitstechnische Voruntersuchung durch, um die Gefahrenabwehrbehörden bei der Gefährdungsabschätzung zu unterstützen. Die Sondierung wird im Auftrag und auf Kosten des Grundstückseigentümers oder des Bauherrn von einer zugelassenen Fachfirma durchgeführt. Diese wird vom Kampfmittelbeseitigungsdienst fachtechnisch überprüft.

Die Bergung von Kampfmitteln wird ebenfalls von privaten Räumfirmen im Auftrag und auf Rechnung der Gemeinden oder des Grundstückseigentümers bzw. Bauherrn durchgeführt. Hierbei spricht der Kampfmittelbeseitigungsdienst Empfehlungen über Art und Weise der Bergung aus. Die Beseitigung erfolgt durch den KBD. Sofern die Vernichtung nicht an Ort und Stelle erfolgt, werden die Kampfmittel zum landeseigenen Munitionszerlegebetrieb in Munster transportiert, wo die weiteren Verfahrensweisen zur Beseitigung festgelegt und umgesetzt werden.

Gemäß Runderlass erfolgt die Kampfmittelbeseitigung (nur Abtransport und Vernichtung bzw. Vernichtung vor Ort) für den privaten Grundstückseigentümer und Bauherren kostenlos. Eine Luftbildauswertung inkl. einer Empfehlung für notwendige Massnahmen erfolgt vom Kampfmittelbeseitigungsdezernat gegen Kostenersatzung. Die Massnahmen des Sondierens, Freilegens, Bergens und Zwischenlagerns werden von zugelassenen Fachfirmen auf Kosten des Eigentümers oder des Bauherren durchgeführt.

Bei der Kostentragung ist zwischen alliierter und ehemals reichseigener Munition zu unterscheiden. Bei alliierter Munition trägt das Land Niedersachsen die Kosten der Beseitigung, bei ehemals reichseigener Munition kann ein Kostenerstattungsantrag an die Finanzverwaltung des Bundes eingereicht werden.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Niedersachsen



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
Gepr. durch: Zentrale Polizeidirektion Hannover  
Dezernat 23 / Kampfmittelbeseitigung

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.9 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Niedersachsen

### A-1.3.10 Nordrhein-Westfalen

Kampfmittelbeseitigung ist eine Aufgabe der Gefahrenabwehr, die den örtlichen Ordnungsbehörden obliegt <sup>(1)</sup> <sup>(2)</sup>. Zu deren Unterstützung unterhält das Land einen staatlichen Kampfmittelbeseitigungsdienst (KBD) bei den Bezirksregierungen Arnsberg und Düsseldorf:

- BezReg Arnsberg- Dez. 22/ KBD: zuständig für den westfälisch-lippischen Landesteil (Regierungsbezirke Arnsberg, Detmold und Münster),
- BezReg Düsseldorf- Dez. 22/ KBD: zuständig für den rheinischen Landesteil (Regierungsbezirke Düsseldorf und Köln).

Der staatliche Kampfmittelbeseitigungsdienst ist die einzige Stelle, die aus fachlicher Sicht das staatliche Handlungserfordernis festlegt. Er plant und organisiert die notwendigen Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen, führt sie durch und vergibt Aufträge.

#### Ansprechstellen:

Bezirksregierung Arnsberg  
Dez. 22/ Kampfmittelbeseitigungsdienst  
In der Krone 31  
58099 Hagen-Bathey  
Telefon: 02331-6927-0  
Telefax: 02331-6927-3898  
Email: KBD-WL@bezrg-arnsberg.nrw.de

Bezirksregierung Düsseldorf  
Dez. 22/ Kampfmittelbeseitigungsdienst  
Postfach 300 865  
40408 Düsseldorf  
Telefon: 0211-580986-0  
Telefax: 0211-580986-22  
Email: kbd@bezreg-duesseldorf.nrw.de

Die Hauptaufgaben des KBD NRW sind:

- Räumung von Zufallsfunden,
- Überprüfung und gegebenenfalls Räumung von Flächen (Baugrundüberprüfungen),
- Vernichtung der geräumten Fundmunition.

Die Gefahrenforschung ist eine allgemeine Aufgabe der örtlichen Ordnungsbehörden.

Die als Eigentümer bundeseigener Flächen handelnden Bundesdienststellen oder ihre Rechtsnachfolger wenden sich im Bedarfsfall an die örtliche Ordnungsbehörde oder die zuständige Bauaufsichtsbehörde entsprechend der Richtlinie für die Zusammenarbeit zwischen den Bauaufsichtsbehörden und dem Kampfmittelbeseitigungsdienst<sup>(3)</sup>.

(1) Ordnungsbehördengesetz NRW in der Fassung der Bekanntmachung vom 13.05.1980 (GV.NRW.S.528), zuletzt geändert durch Gesetz vom 08.07.2003 (GV.NRW.S.410)

(2) Ordnungsbehördliche Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 12.11.2003 (GV.NRW.S.685)

Die Kosten der eigentlichen Kampfmittelbeseitigung trägt der Staat, wogegen die Kosten der Vorbereitung und Unterstützung von Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen auf nicht bundeseigenen Flächen vom Grundstückseigentümer oder der örtlichen Ordnungsbehörde zu tragen sind <sup>(4)</sup>.

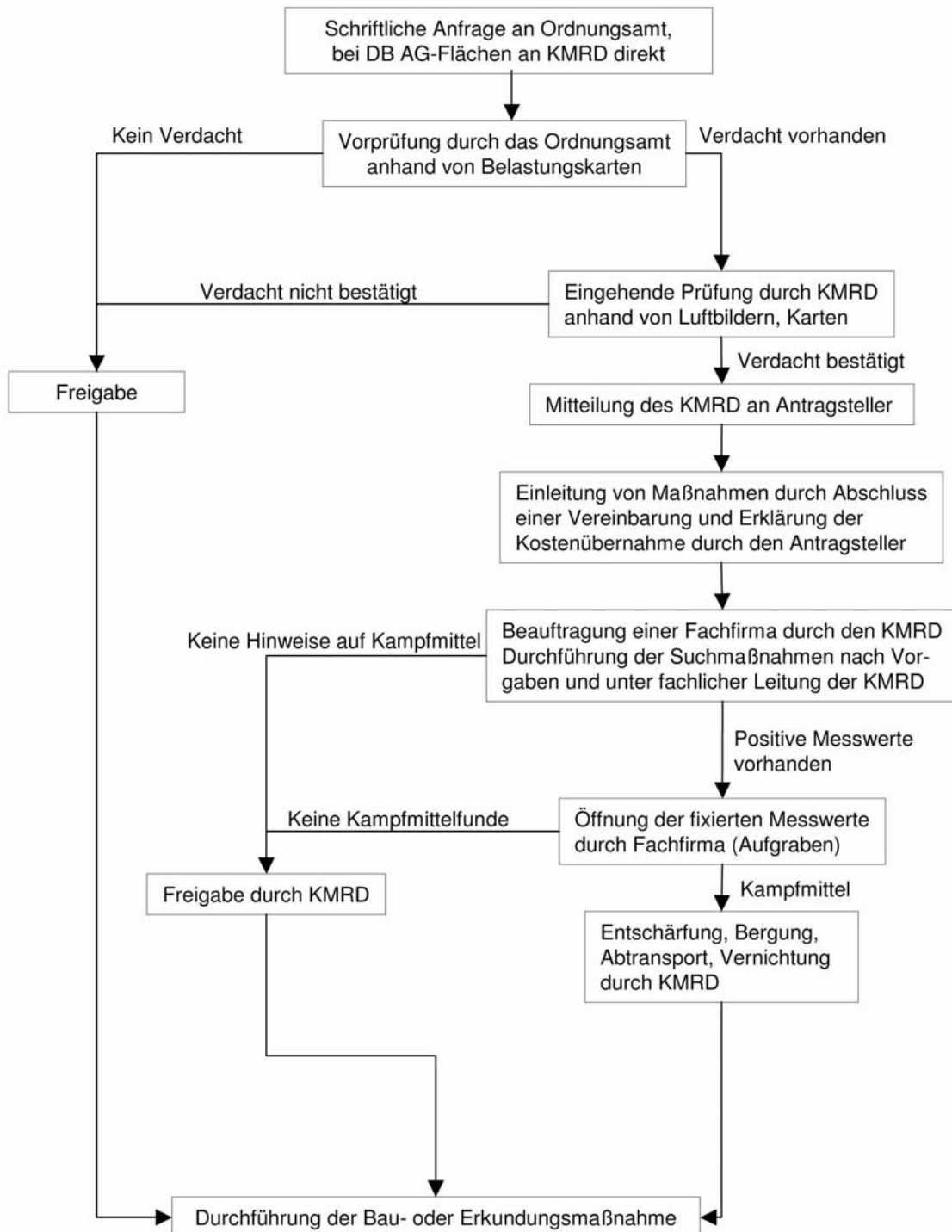
Auf Flächen des Bundes oder seiner Rechtsnachfolger tragen diese die gesamten Kosten. Die Bezirksregierung schließt mit der zuständigen Stelle eine Verwaltungsvereinbarung ab.

Auf Flächen, die vom Bund oder seinen Rechtsnachfolgern erworben wurden, trägt der Erwerber die gesamten Kosten, es sei denn, er legt die Kostenübernahmeerklärung des Veräußerers vor, so dass mit diesem eine Verwaltungsvereinbarung geschlossen werden kann.

Die Aufgabenwahrnehmung ist in der Technischen Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung im Land Nordrhein-Westfalen (TVVKpfMiBesNRW) <sup>(5)</sup> geregelt.

- 
- (3) Richtlinie für die Zusammenarbeit zwischen den Bauaufsichtsbehörden und dem Kampfmittelbeseitigungsdienst; Gemeinsamer Runderlass des Innenministeriums -75-54.06.06- und dem Ministerium für Bauen und Verkehr -VA3-16.21- vom 08.05.2006; download bei: [www.im.nrw.de/sch/725.htm](http://www.im.nrw.de/sch/725.htm)
- (4) siehe §19 Abs.2 AKG (Gesetz zur allgemeinen Regelung durch den Krieg und den Zusammenbruch des Deutschen Reiches entstandener Schäden, Allgemeines Kriegsfolgengesetz AKG vom 05.11.1957, zuletzt geändert am 31.10.2006)
- (5) Technische Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung im Land Nordrhein-Westfalen (TVVKpfMiBes), Runderlass des Innenministeriums vom 03.08.2005 -75-54.07.03 (MB1.NRW.2005 S.900 und S.968; download bei: [www.im.nrw.de/sch/725.htm](http://www.im.nrw.de/sch/725.htm))

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Nordrhein-Westfalen



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
Gepr. durch: Innenminister des Landes Nordrhein-Westfalen  
Referat 56

Stand 20.04.2007

Abb. A-1.3.10 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Nordrhein-Westfalen



### A-1.3.11 Rheinland-Pfalz

Rechtsgrundlage für die Kampfmittelbeseitigung ist allein das Polizei- und Ordnungsgesetz Rheinland-Pfalz, und hier insbesondere die Generalklausel. Ergänzende Hinweise enthält die „Vorläufige Dienstanweisung für den Kampfmittelräumdienst Rheinland-Pfalz, Organisation und Aufgaben“ des Ministeriums des Innern und für Sport (Az.: 342/19 901, 32 B/III) vom 30.10.1997.

Die Kampfmittelbeseitigung gilt als Aufgabe der ordnungsbehördlichen Gefahrenabwehr, für die grundsätzlich die örtlichen Ordnungsbehörden zuständig sind. Zur Erfüllung ihrer Aufgaben können sich diese an einen eigens eingerichteten staatlichen Kampfmittelräumdienst wenden. Zuständige Verwaltungsbehörde im Hinblick auf die organisations-, dienst- und haushaltsrechtlichen Aufgaben ist die Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion Trier, die die Dienst- und Fachaufsicht über den Kampfmittelräumdienst ausübt, der aus einer Leit- und Koordinierungsstelle in Ulmen sowie aus drei Räumgruppen in Koblenz, Trier und Worms besteht. Die Adresse des Kampfmittelräumdienstes lautet:

Aufsichts- und Dienstleistungsdirektion  
Kampfmittelräumdienst Rheinland-Pfalz  
Leit- und Koordinierungsstelle  
Postfach 320125  
56044 Koblenz-Rübenach

Der Kampfmittelräumdienst wird auf Ersuchen der örtlichen Ordnungsbehörden oder von Bürgern tätig. Ihm obliegen die zentrale Luftbildauswertung, die Fachaufsicht über beauftragte Fachfirmen, die Planung und federführende Begleitung von Großmaßnahmen, die Führung eines Kampfmittelbeseitigungskatasters und die Sicherstellung der Kampfmittelbeseitigung.

Die Kosten des Kampfmittelbeseitigungsdienstes trägt grundsätzlich das Land Rheinland-Pfalz, soweit es den Einsatz vorhandenen Gerätes sowie vorhandenen Personals betrifft.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Rheinland-Pfalz



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
Gepr. durch: KMRD Rheinland-Pfalz

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.11 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Rheinland-Pfalz



### A-1.3.12 Saarland

Rechtsgrundlage für die Tätigkeit des Kampfmittelbeseitigungsdienstes ist das Saarländische Polizeigesetz (SPolG). Hinweise und Erläuterungen zur Organisation und den Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes enthält der Runderlass des Ministeriums für Inneres und Sport vom 26.05.1997 (Az.: B 4-6250.3).

Der Schutz der Bevölkerung vor Gefahren, die von Kampfmitteln der beiden Weltkriege ausgehen, ist eine Aufgabe der Gefahrenabwehr im Sinne des § 1 Abs. 2 SPolG. Zuständig als untere Gefahrenabwehrbehörde ist die Ortspolizeibehörde, daneben – bei Gefahr im Verzug und wenn die Ortspolizeibehörde nicht rechtzeitig erreichbar ist – die Vollzugspolizei im Rahmen ihrer ergänzenden Notkompetenz. Die Polizeibehörden können zu ihrer Unterstützung den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Saarlandes einschalten. Seine Adresse lautet:

Ministerium für Inneres und Sport  
Referat B 4 (Kampfmittelbeseitigungsdienst)  
Mainzer Straße 136  
66121 Saarbrücken

Maßnahmen der Gefahrenabwehr bei Munitionsfunden liegen in der Zuständigkeit der Ortspolizeibehörde oder der Vollzugspolizei. Im Rahmen der Bauleitplanung und bei der Erstellung der Bebauungspläne schalten die Bauplanungsbehörden den Kampfmittelbeseitigungsdienst ein, der die beplanten Flächen im Hinblick auf Munitionsgefährdungen beurteilt. Diese Beurteilung fließt (in der Regel) in die Bebauungspläne ein. Diese Hinweise enthalten im Falle der Feststellung einer Munitionsgefährdung die Aufforderung, vor Beginn von Baumaßnahmen den Kampfmittelbeseitigungsdienst des Saarlandes einzuschalten. Grundsätzlich sind die Ortspolizeibehörden als untere Verwaltungspolizeibehörden zuständig für die Beurteilung und Feststellung von Munitionsgefährdung, Versicherungsaufgaben gegenüber dem Planungsträger und Bauherren vor Beginn der Erdarbeiten und für die Veranlassung des vorsorglichen Absuchens einer munitionsgefährdeten Fläche.

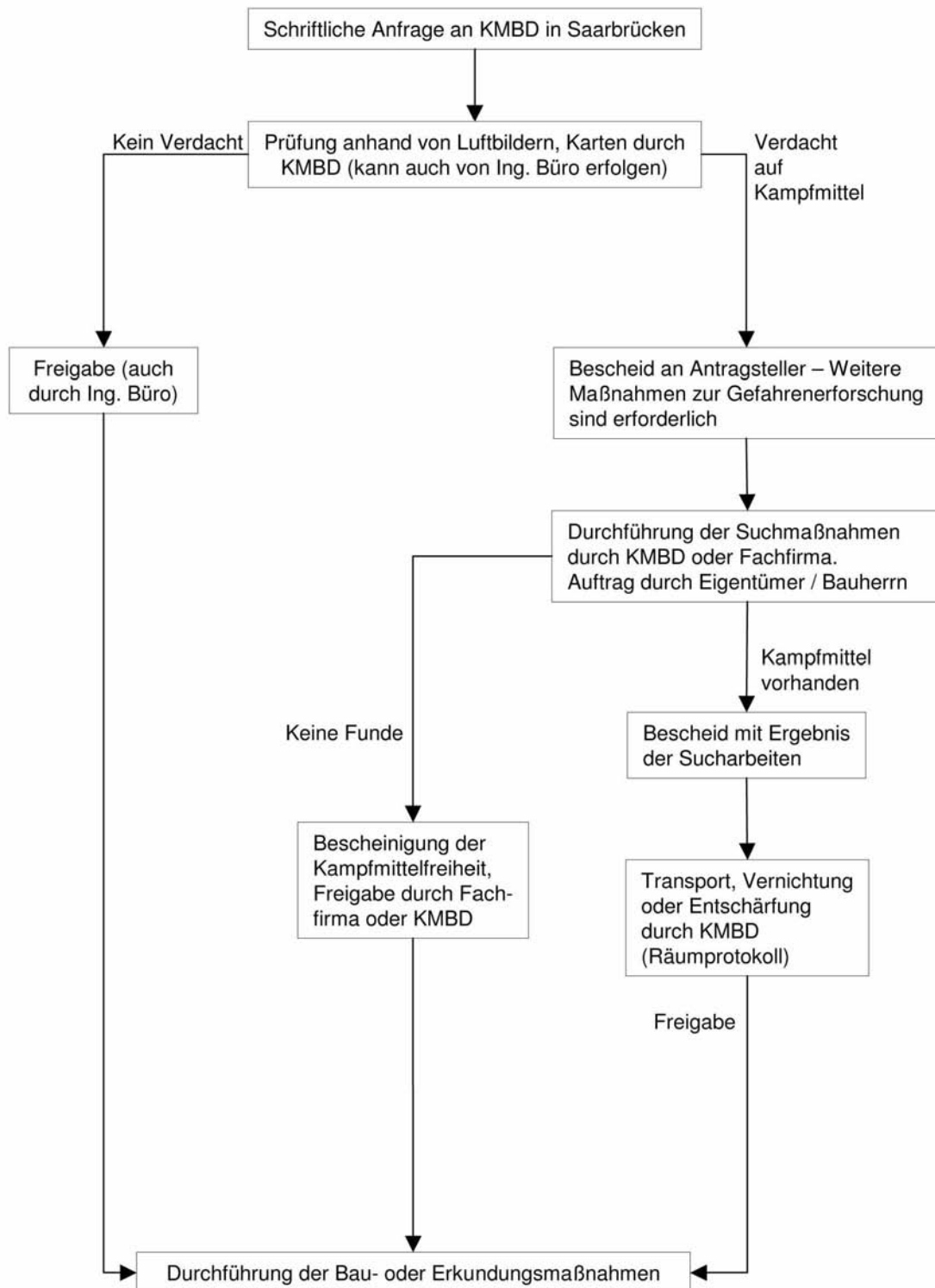
Bei Bestätigung eines Gefahrenverdachts wird der Kampfmittelbeseitigungsdienst auf Anforderung der Ortspolizeibehörde oder einer Privatperson tätig und führt dann die Detektion, Bergung, Entschärfung, den Transport, die Zwischenlagerung und die Vernichtung von freigelegter oder freigewordener Kriegsmunition durch.

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst wird auch auf schriftliche Anforderung des Grundstückseigentümers oder von sonstigen Berechtigten kostenlos tätig und sucht munitionsgefährdete Flächen vor Beginn geplanter Erdarbeiten ab.

Soweit der Kampfmittelbeseitigungsdienst zur Gefahrenabwehr tätig wird, zum Beispiel bei Absuchmaßnahmen oder Einzelmunitionsfunden, trägt das Land die Kosten der Kampfmittelräumung. Das Land als Träger des Kampfmittelbeseitigungsdienstes rechnet mit dem Bund nach Maßgabe des AKG die Tätigkeit des Kampfmittelbeseitigungsdienstes ab. Vorarbeiten wie Rodungen oder der Einsatz von Baggern sowie zusätzlichem schweren Gerät, sowie der Einsatz von Spezialfirmen (Bohrlochsondierungen) gehen zu Lasten des Eigentümers bzw. des Bauherren.

Für Bundesbehörden oder bei Einsatz auf ehemaligen Konversionsgeländen ist der Einsatz des saarländischen Kampfmittelbeseitigungsdienstes kostenpflichtig.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung im Saarland



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Kampfmittelbeseitigungsdienst Saarland

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.12 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung im Saarland



### A-1.3.13 Sachsen

Der Freistaat Sachsen hat folgende Rechtsverordnungen und Verwaltungsvorschriften erlassen:

- Polizeiverordnung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (KampfMV) vom 04.02.1994,
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern über die Beseitigung von Kampfmitteln (VwV Kampfmittelbeseitigung) vom 07.03.2000,
- Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums des Innern über Benutzungsgebühren und Auslagen für wirtschaftliche Leistungen der Polizei des Freistaates Sachsen (PolBGVO) vom 08.04.1997,
- Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern zur Verordnung über Benutzungsgebühren und Auslagen für wirtschaftliche Leistungen der Polizei des Freistaates Sachsen (VwV-PolBGVO) (Az.: 35-0531.2/1) vom 09.04.1997.

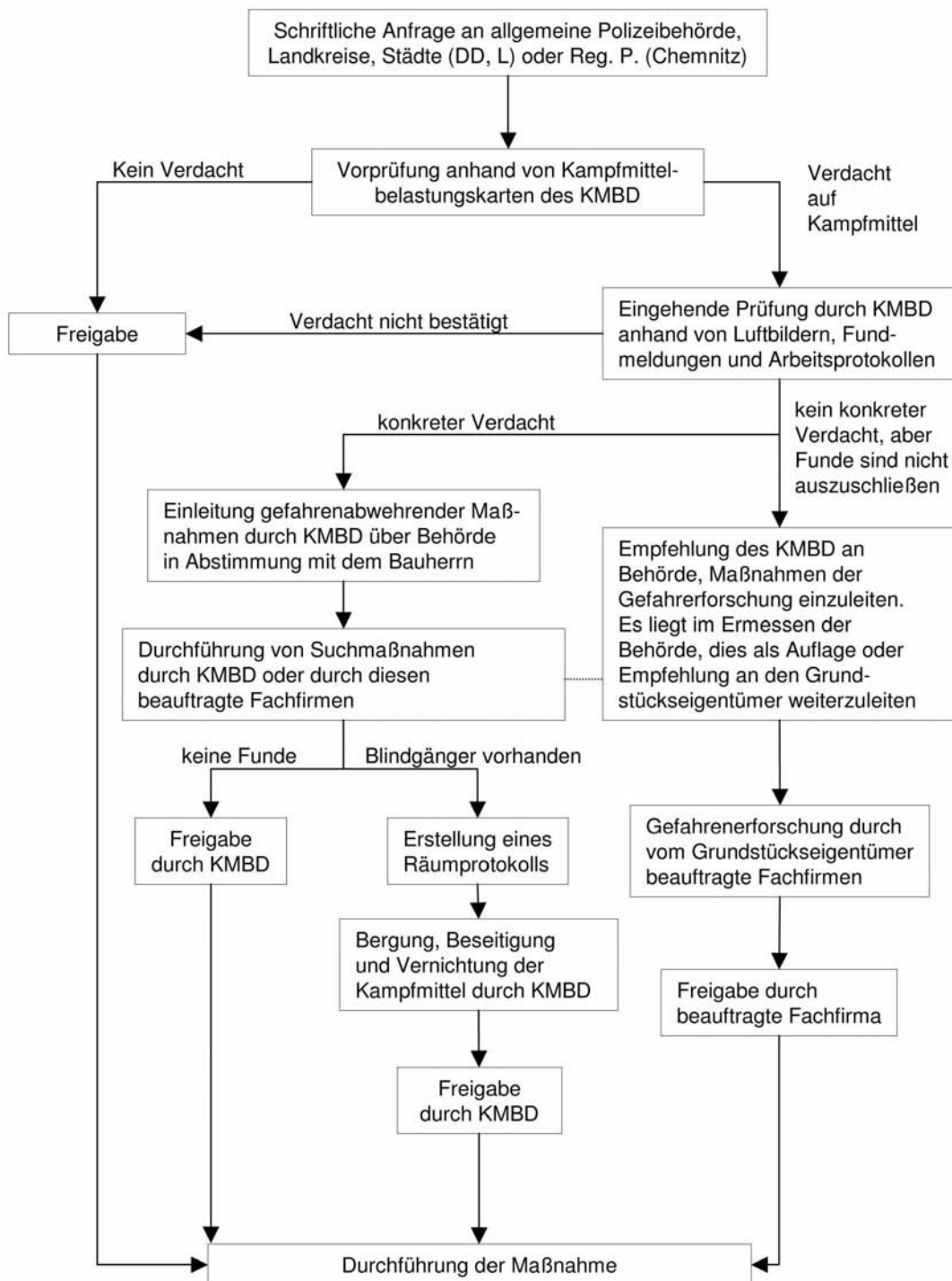
Die Kampfmittelbeseitigung obliegt als Aufgabe der Gefahrenabwehr den Ortspolizeibehörden. Diese sind für Sicherungs- und Absperrmaßnahmen zuständig. Zur Unterstützung der allgemeinen Polizeibehörden hat der Freistaat Sachsen bei der Landespolizeidirektion Zentrale Dienste Sachsen einen Fachdienst Kampfmittelbeseitigung eingerichtet, der auf Ersuchen der Polizeibehörden Amtshilfe leistet. Die Adresse des Kampfmittelbeseitigungsdienstes lautet:

Landespolizeidirektion Zentrale Dienste Sachsen  
Fachdienst Kampfmittelbeseitigung  
Neuländer Straße 60  
01129 Dresden

Die Amtshilfe umfasst die Suche nach Kampfmitteln, sofern dies zur Gefahrenabwehr erforderlich ist, die Räumung, Beförderung und Vernichtung von Kampfmitteln. Der Kampfmittelbeseitigungsdienst kann hierzu Aufträge an private Räum- und Bergungsunternehmen vergeben.

Auf der Grundlage der Verordnung vom 08.04.1997 erhebt der Kampfmittelbeseitigungsdienst Gebühren für seine Tätigkeiten, sofern der Auftrag an den Kampfmittelbeseitigungsdienst nicht unmittelbar der Abwendung von Gefahren gedient hat. Gemäß Ziff. 2.1 der dazugehörigen Verwaltungsvorschrift (VwV-PolBGVO) ist eine Unmittelbarkeit gegeben, wenn die Gefahr entweder gegenwärtig ist oder wenn nicht vorhergesehen werden kann, zu welchem Zeitpunkt Leib und Leben von Menschen geschädigt werden können. Auch bei einer latenten Gefahr liegt das Kriterium der Unmittelbarkeit als Voraussetzung für die Kostenfreiheit vor, sofern die latente Gefahr auf Kenntnis bzw. auf indiziengestützter Vermutung beruht. In allen anderen Fällen, d.h. wenn weder eine Gefahr noch eine latente Gefahr gegeben ist, hat der Grundstückseigentümer bzw. Bauherr die Kosten der Gefahreerkundung bzw. Gefahrenvorsorge zu tragen.

**Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Sachsen**



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Landespolizeidirektion Zentrale Dienste Sachsen  
 Fachdienst Kampfmittelbeseitigung

Stand: 20.04.2007

**Abb. A-1.3.13 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Sachsen**

### A-1.3.14 Sachsen-Anhalt

Die Kampfmittelbeseitigung im Land Sachsen-Anhalt erfolgt aufgrund folgender Rechtsvorschriften:

- Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung des Landes Sachsen-Anhalt i.d.F. der Bekanntmachung vom 16. November 2000 (GVBl. LSA, S. 594), zuletzt geändert durch § 1 des Gesetzes vom 10. Juli 2003 (GVBl. LSA, S. 150),
- Gefahrenabwehrverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel vom 5. Mai 1995 (GVBl. LSA, S. 118), zuletzt geändert durch die Verordnung und Gefahrenabwehrverordnung zur Änderung von Verordnungen zur öffentlichen Sicherheit und Ordnung vom 30. Juli 2003 (GVBl. LSA, S. 198),
- Verordnung über die Zuständigkeiten auf verschiedenen Gebieten der Gefahrenabwehr vom 31. Juli 2002 (GVBl. LSA, S. 328).

Die Kampfmittelbeseitigung ist eine Aufgabe der Gefahrenabwehr und obliegt grundsätzlich den örtlich zuständigen Sicherheitsbehörden. Dies sind die Landkreise, die kreisfreie Stadt Dessau und in Magdeburg sowie Halle die jeweilige Polizeidirektion.

Eine gesetzliche Verpflichtung des Grundstückseigentümers zur Einschaltung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes bei Bauvorhaben besteht nicht. Allerdings verlangen die Baugenehmigungsbehörden vom Bauherrn, dass vor Baubeginn ein Verdacht auf Kampfmittel durch geeignete Untersuchungen auszusräumen ist. Durch Auflagen in Baugenehmigungen werden die Bauherren verpflichtet, mit dem Bauen erst dann zu beginnen, wenn eine sogenannte Unbedenklichkeitserklärung (Freigabeerklärung) vorliegt.

Diese Bescheinigung erteilt auf Antrag und nach Beteiligung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes die zuständige Sicherheitsbehörde (Landkreise, kreisfreie Stadt Dessau, in Magdeburg und Halle die Polizeidirektion). Dazu bittet die jeweils zuständige Sicherheitsbehörde den Kampfmittelbeseitigungsdienst im Rahmen der Amtshilfe um fachliche Stellungnahme zu einer möglicherweise vorliegenden Kampfmittelbelastung der Baufläche. Im Technischen Polizeiamt des Landes werden die vorliegenden Unterlagen und Erkenntnisse ausgewertet und der Sicherheitsbehörde eine Stellungnahme zugeleitet. Die Sicherheitsbehörde erstellt aufgrund der Stellungnahme des Kampfmittelbeseitigungsdienstes gegebenenfalls die Unbedenklichkeitsbescheinigung für den Bauherren oder veranlasst die Durchführung von weiteren Gefahrerforschungs- bzw. Gefahrbeseitigungsmaßnahmen.

Die notwendigen Kampfmittelräummaßnahmen können je nach Einzelfall vom Kampfmittelbeseitigungsdienst oder von einer privaten Kampfmittelräumfirma im Auftrag und auf Kosten des Grundstückseigentümers durchgeführt werden. Sofern der Kampfmittelbeseitigungsdienst private Fachfirmen beauftragt, erfolgt die Vergabe auf der Grundlage einer öffentlichen Ausschreibung.

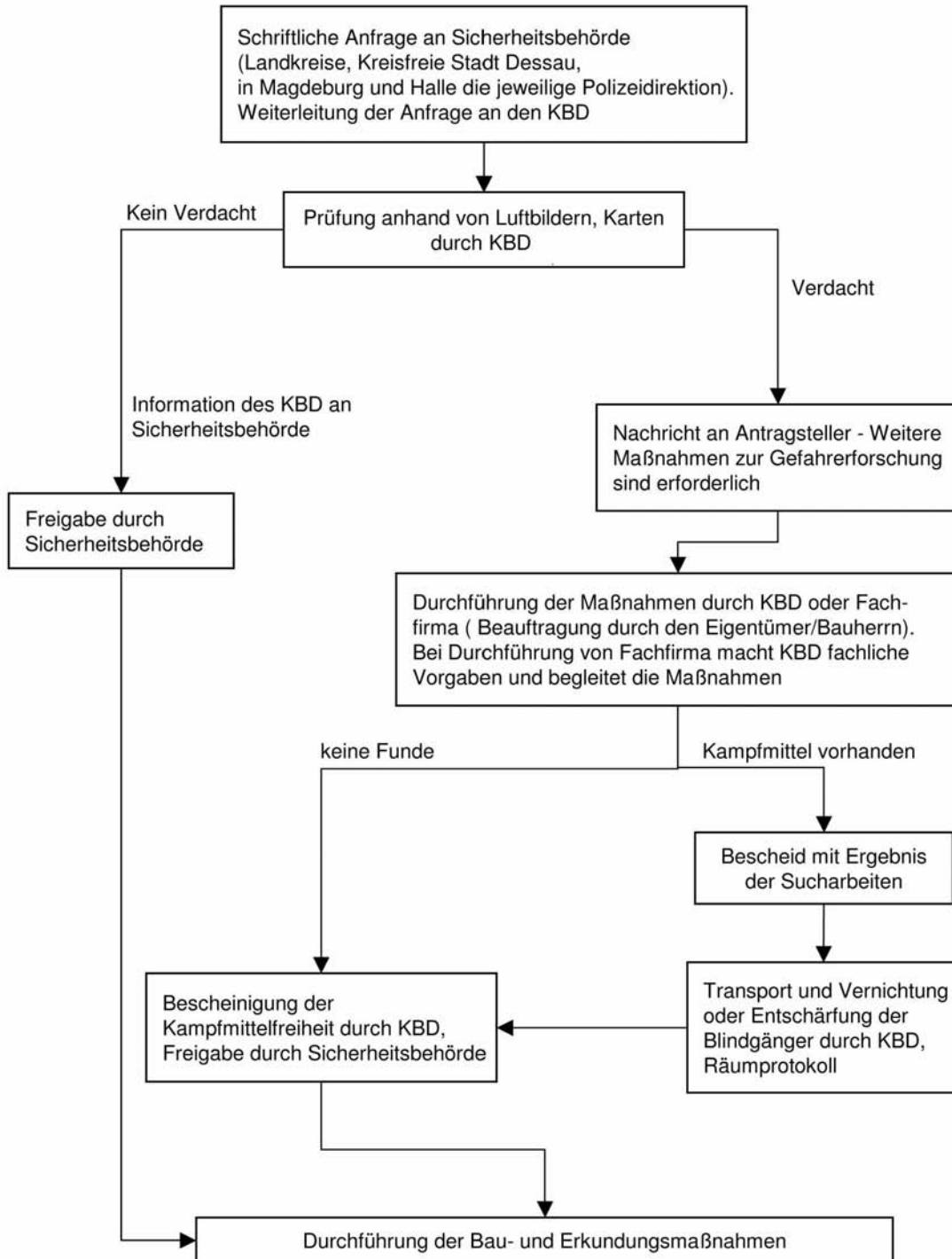
Die Kosten für Gefahrerforschungsmaßnahmen sowie für vorbereitende und nachbereitende Arbeiten bei Gefahrenabwehrmaßnahmen hat im Regelfall der Grundstückseigentümer zu tragen.

*Hinweis d. Redaktion:*

*Die Gefahrenabwehrverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (KampfM-GAVO) des Landes Sachsen-Anhalt vom 27.04.2005 wird derzeit modifiziert.*



### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Sachsen-Anhalt



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001  
 Gepr. durch: Technisches Polizeiamt Sachsen-Anhalt  
 Dezernat 15, Kampfmittelbeseitigungsdienst

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.14 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Sachsen-Anhalt



### A-1.3.15 Schleswig-Holstein

Gemäß der Landesverordnung zur Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel (Kampfmittelverordnung) vom 24.04.1998 ist die Kampfmittelbeseitigung Bestandteil der Gefahrenabwehr und obliegt als besondere Zuständigkeit dem Innenministerium als Landesordnungsbehörde. Dieses hat die Kampfmittelräumung zentral dem Amt für Katastrophenschutz in Kiel zugewiesen. Die Adresse lautet:

Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein  
Amt für Katastrophenschutz - IV AfK -  
Düsternbrooker Weg 104  
24105 Kiel

Gemäß § 1 Abs. 1 gilt die Kampfmittelverordnung nicht für die Polizei, die Bundeswehr, den Bundesgrenzschutz und den Zollgrenzdienst bei der Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben.

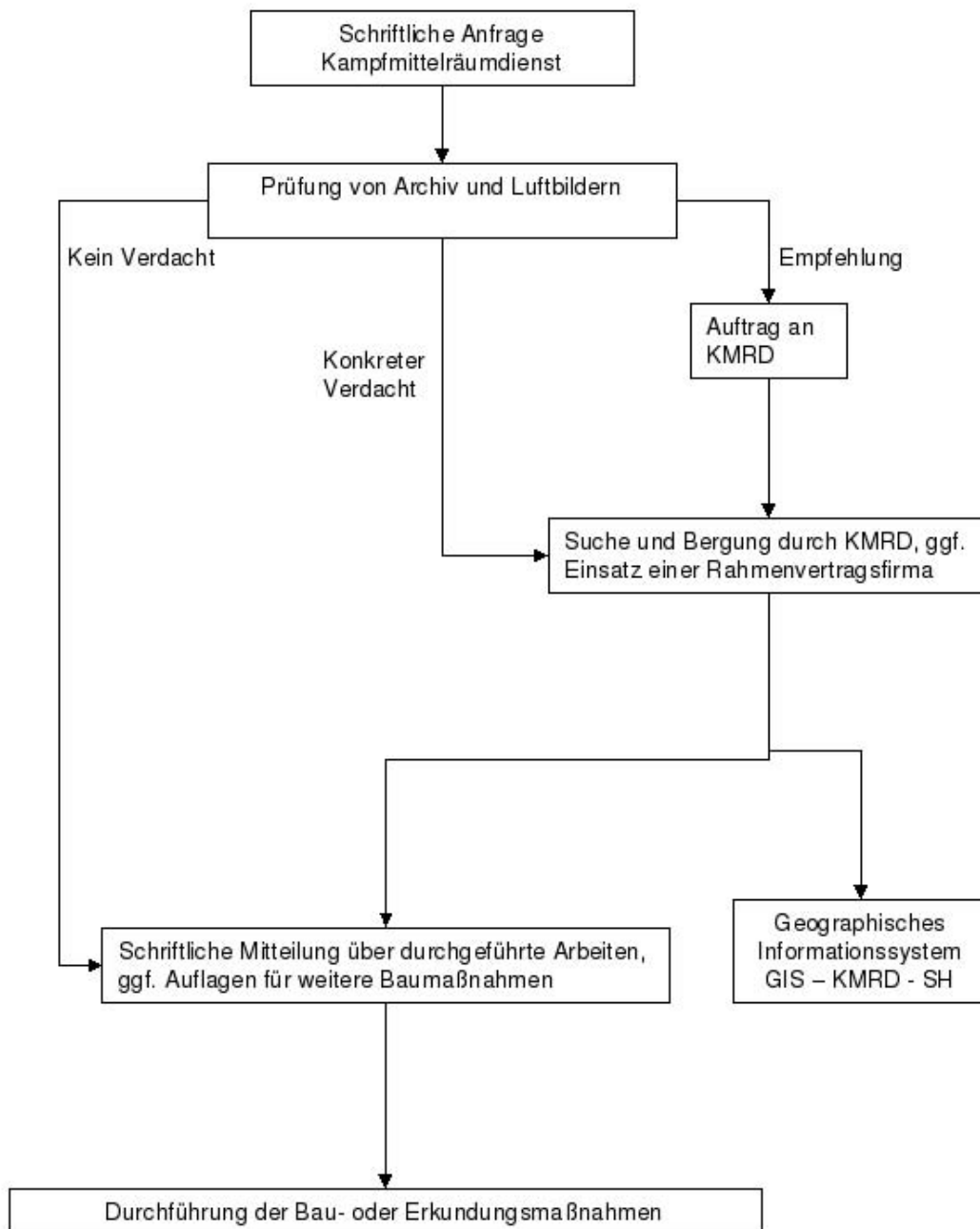
Der Kampfmittelräumdienst wird auf Antrag (des Grundstückseigentümers), von Amts wegen oder im Wege der Amtshilfe für die örtlichen Ordnungsbehörden tätig. Die gesamte Abwicklung übernimmt der Kampfmittelräumdienst. Hierzu zählt auch die Gefährdungsabschätzung und die Sondierung, die als Serviceleistung gegen Bezahlung gemäß Gebührenordnung abgerechnet wird. Die Beseitigung und Vernichtung der Kampfmittel wird ausschließlich vom Kampfmittelräumdienst mit eigenen Kräften durchgeführt.

In § 3 Abs. 4 Kampfmittelverordnung ist eine Sonderregelung für Liegenschaften des Bundes getroffen worden. Hiernach darf die Kampfmittelräumung auf Grundstücken oder Flächen im Eigentum des Bundes nur im Einvernehmen mit der jeweils zuständigen Stelle des Bundes oder seines Beauftragten durchgeführt werden.

Auf schriftlichen Antrag hin überprüft der Kampfmittelräumdienst auch im Vorfeld Baumaßnahmen auf Kampfmittelverdacht. Eine gesetzliche Verpflichtung zur Einschaltung des Kampfmittelräumdienstes besteht insofern, als die Landesbauordnung von einer Bebaubarkeit der Grundstücke ausgeht. Darüber hinaus sind die Vorschriften der Berufsgenossenschaften anzuwenden.

Für private Grundstückseigentümer oder Maßnahmenträger trägt das Land aus Billigkeitsgründen die Kosten der Gefährdungsabschätzung durch Einsichtnahme in Belastungskarten. Die Kosten für eine Luftbildauswertung und für Sondierungsmaßnahmen müssen der Grundstückseigentümer oder Bauherr tragen. Die Überprüfung auf Kampfmittel ist bei überwiegend privat genutzten Grundstücken kostenlos.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Schleswig-Holstein



Grundlage: Deutsche Bahn AG  
 Gepr. durch: Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein  
 Amt für Katastrophenschutz  
 Referat IV AfK

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.15 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Schleswig-Holstein

### A-1.3.16 Thüringen

Die Kampfmittelbeseitigung basiert auf folgenden Rechtsvorschriften:

- Ordnungsbehördliche Verordnung über die Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel (KampfMGAVO) vom 26.09.1996,
- Erlass des Innenministeriums vom 23.02.1998 (Az.: 52-2135.22-004) zur Übertragung von Entschärfung, Transport, Lagerung und Vernichtung von Kampfmitteln auf die Firma Tauber GmbH.

Aus fiskalischen Gründen hat der Freistaat Thüringen im Jahre 1996 die Kampfmittelbeseitigung nahezu vollständig privatisiert. Gemäß § 4 Abs. 1 KampfMGAVO obliegen die Beurteilung der Kampfmittelfreiheit, das Sondieren, Freilegen, Sammeln und Zwischenlagern sowie Vernichten von Kampfmitteln nicht mehr dem staatlichen Kampfmittelräumdienst sondern den hiermit beauftragten Unternehmen. Zunächst konnten mit der Kampfmittelsuche nur drei zugelassene Fachfirmen beauftragt werden. Seit dem 01.04.2001 ist die Kampfmittelsuche nunmehr vollständig freigegeben. Der Grundstückseigentümer kann im freien Wettbewerb ein zugelassenes Unternehmen seiner Wahl beauftragen. Zu den frei zu vergebenden Maßnahmen zählen die historische Recherche, das Suchen nach Kampfmitteln, die Untergrunduntersuchung und die Ausgabe einer Freigabebescheinigung.

Wegen der Gefährlichkeit der Entschärfung, des Transportes, der Lagerung und der Vernichtung von Kampfmitteln und um diese Tätigkeiten durch staatliche Stellen besser überwachen zu können, hat der Freistaat Thüringen diese Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen ausschließlich einem Unternehmen übertragen, nämlich der Firma Tauber Delaborierung GmbH in Erfurt. Die Aufgabenübertragung auf die Firma Tauber erfolgte nach einer öffentlichen Ausschreibung auf der Grundlage eines 10-Jahres-Vertrages. Bestandteil dieses Vertrages war, dass sich die Firma Tauber zur Übernahme des Personals des ehemals staatlichen Kampfmittelräumdienstes und zur Vereinbarung von einheitlichen Preisen für private und öffentliche Auftraggeber verpflichtet. Diesem Vertrag dürfte Drittwirkung zukommen, so dass sich die Auftraggeber hierauf berufen können.

Als Auftraggeber muss der Grundstückseigentümer bei Gefahr im Verzuge (Einzelfundstellen)

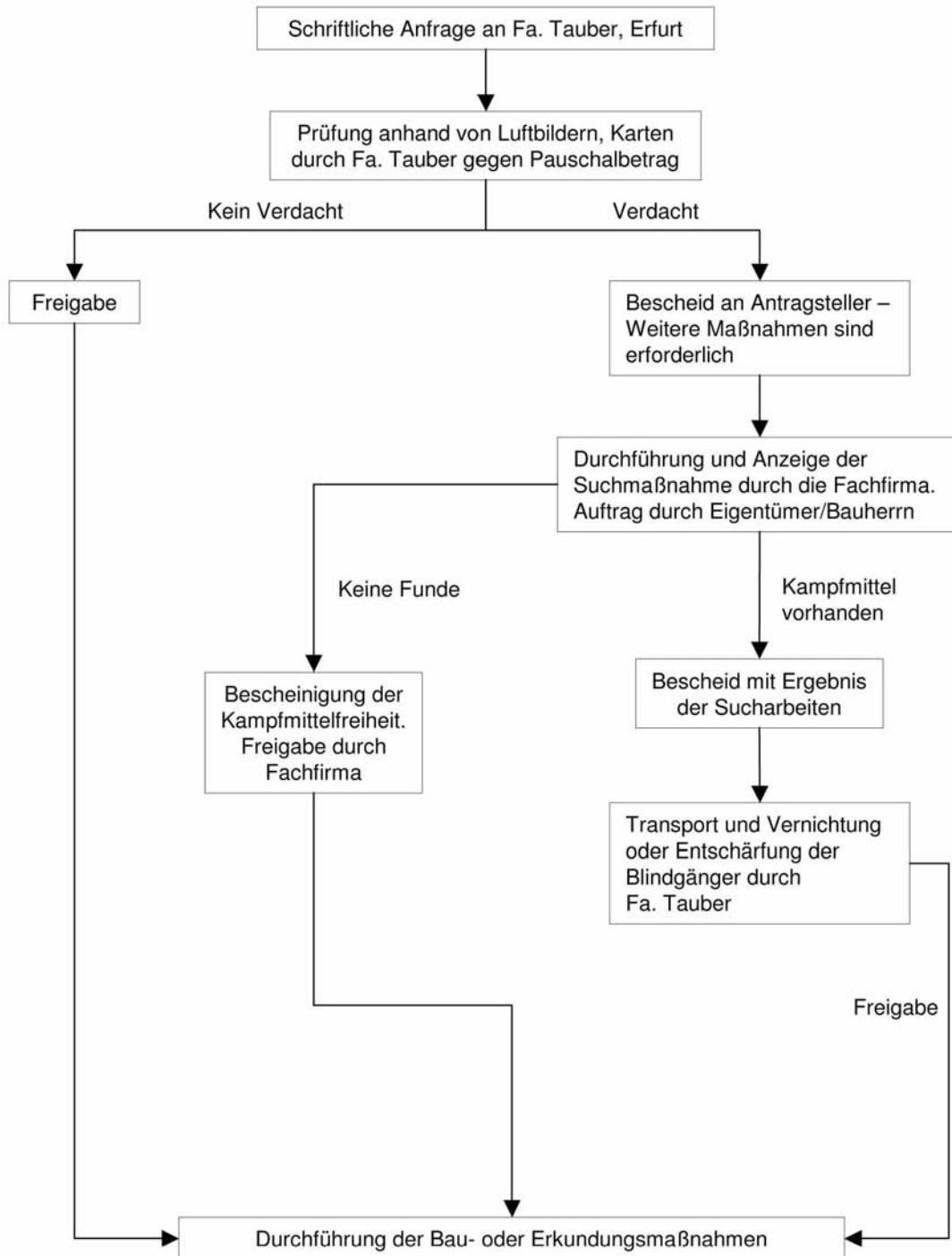
- als Kommune zunächst die Kosten tragen,
- als Privatperson keine Kosten tragen.

Aus Billigkeitsgründen und ohne Anerkennung einer Rechtspflicht erfolgt auf Antragstellung die Kostenübernahme bei Privatpersonen und die Kostenrückerstattung bei Kommunen durch das TIM, es sei denn, es handelt sich um eine gewerblich genutzte Immobilie.

Beim Auffinden von ehemals reichseigener Munition beantragt das TIM eine Kostenrückerstattung beim Bund bzw. bei der zuständigen OFD.

Bei allen anderen Maßnahmen sind sämtliche Kosten durch den Grundstückseigentümer/Bauherrn zu tragen.

### Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Thüringen



Grundlage: Deutsche Bahn AG  
 Gepr. durch: Thüringer Innenministerium  
 Referat 21a

Stand: 20.04.2007

Abb. A-1.3.16 - 1: Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Thüringen

## A-2 Phase A

### A-2.1 Historische Erkundung

#### A-2.1.1 Einleitung

Mit der „historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM)“ werden Standorte untersucht, die

- zeitweise oder ständig militärisch genutzt wurden bzw. werden und/oder
- während des Zweiten Weltkriegs von Kampfhandlungen (z.B. Bodenkämpfen oder Luftangriffen) betroffen wurden.

Die daraus möglicherweise entstandene Kampfmittelbelastung ist in aller Regel während eines länger zurückliegenden Zeitpunktes oder Zeitraums eingetreten. Für die Erfassung der Kampfmittelbelastung und deren Erstbewertung ist eine historisch orientierte Untersuchungsstrategie notwendig. Sie bildet den Schwerpunkt der Phase A – Historische Erkundung.

In den folgenden Kapiteln werden die

- historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung,
- Szenarien für Ursachen von Kampfmittelbelastungen,
- verfügbaren Quellen für die historische Erkundung,
- nutzungstypabhängigen Beschreibungen von möglichen Belastungen

erläutert.

Die Anhänge A-7 und A-9 enthalten Leistungsbilder und -kataloge bzw. Technische Spezifikationen für die Arbeiten im Zusammenhang mit der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung.





## A-2.1.2 Die historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung

### 1 Ziele

Besteht für eine Liegenschaft oder eine Fläche der Verdacht auf eine Kampfmittelbelastung, ist dem Verdacht im Rahmen einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (Phase A) nachzugehen. Deren Ziele sind die Ursachen und räumliche Ausdehnung einer (möglichen) Kampfmittelbelastung aufzuklären, diese zu bewerten und ggf. weitere Maßnahmen zu empfehlen.

### 2 Vorgehensweise

Um die für eine Fläche relevanten Vorgänge und Handlungen rekonstruieren und bewerten zu können, ist die systematische und multitemporale Auswertung von verschiedenen Datenquellen erforderlich:

- Liegenschaftsbezogene und liegenschaftsübergreifende Archivalien (z.B. Akten, Karten, Pläne, Fotos),
- Luftbilder,
- Sekundärquellen (z.B. Literatur, Internetinformationen, aktuelle Gutachten, Räumprotokolle),
- Aussagen von Zeitzeugen,
- Ergebnisse von Geländebegehungen.

Für eine fundierte Rekonstruktion sind die notwendigen Informationen bei in- und/oder ausländischen Dienststellen, Archiven und sonstigen Informations- und Wissensquellen zu beschaffen. Art und Umfang der Recherchen und Beschaffungen richten sich nach dem Einzelfall und werden in der Regel in zwei Arbeitsschritten durchgeführt:

- Grundlagenermittlung,
- Archivrecherchen.

#### Grundlagenermittlung

Bei der Grundlagenermittlung werden die bereits in den verschiedenen Dienststellen vorhandenen Informationen zusammengetragen und hinsichtlich ihrer Aussagekraft in Bezug auf die spezifische Fragestellung ausgewertet und bewertet. Im Einzelnen beruht die Grundlagenermittlung auf der

- Abfrage der Archivaliendatenbank des Bundes bei der OFD Hannover (s. Anhang A-2.2),
- Recherche und Beschaffung der bei den Eigentümern eines Grundstücks, der zugehörigen Liegenschaftsverwaltung und bei Liegenschaftsnutzern sowie anderen Wissensträgern vorhandenen Informationen,

- Recherche und Beschaffung sekundärer Quellen (z.B. veröffentlichte Literatur, nicht veröffentlichte Literatur aus lokalen Archiven und Dienststellen, Internetrecherche),
- Recherche und Beschaffung von Luftbildern (siehe A-2.2).

Die Auswertung der Unterlagen führt in aller Regel bereits zur Beantwortung von Fragen und zur Konkretisierung der primären Aufgabenstellung und damit des weiteren Recherchebedarfs. Darauf aufbauend wird eine Recherchestrategie durch Klärung der Frage erarbeitet: In welchen Archiven und deren Beständen können gemäß den fachtechnischen Anforderungen die notwendigen Informationen wirtschaftlich hinsichtlich

- der Wahrscheinlichkeit des Auffindens,
- des schnellen Zugriffs (Wartezeiten, Benutzungszeiten),
- der zeitnahen Bereitstellung (Zeiten bis zur Bereitstellung von Reproduktionen),
- erforderlicher Nebenkosten (Reproduktions-, Reisekosten)

beschafft werden? Alle Ergebnisse werden in einem Bericht zur Grundlagenermittlung dokumentiert.

### Archivrecherchen

Die Archivrecherchen basieren auf den Ergebnissen der Grundlagenermittlung und der vom Auftraggeber bestätigten, konkretisierten ursprünglichen Aufgabenstellung. Sie umfassen:

- die organisatorische Planung der Archivrecherchen unter Berücksichtigung notwendiger Vorbereitungs-, Durchführungs- und Lieferzeiten in Hinblick auf den festgelegten Fertigstellungstermin der Archivrecherchen,
- die Durchführung der eigentlichen Archivrecherchen nebst deren jeweiliger Recherchedokumentation (Erfassungsblatt, siehe TS A-9.2.2) und dem kontinuierlichen Abgleich der neu gewonnenen Erkenntnisse mit der Aufgabenstellung,
- das Erstellen eines zusammenfassenden Rechercheberichts und Übergabe der einzelnen Recherchedokumentation und der recherchierten Archivalien und Luftbilder.

In den meisten Fällen decken die recherchierten Unterlagen den relevanten Nutzungszeitraum weder zeitlich noch inhaltlich lückenlos ab. Durch eine kombinierte und multitemporale Auswertung aller Quellen wird dennoch eine umfassende und realistische Erstbewertung möglich. Dabei sind die Unterlagen im Kontext historischer Vorgänge zu bearbeiten. Grundlage für die zielgerichtete und wirtschaftliche Informationsbeschaffung ist die genannte Recherchestrategie. Die Auswertung aller Quellen und Informationen sowie die Analogiebearbeitung von Standorten setzen detaillierte Fachkenntnisse, langjährige Erfahrung und eine sorgfältige Vorgehensweise voraus. Hierfür sind an den Auswerter besondere Ansprüche hinsichtlich seiner Fachkenntnisse und Erfahrungen zu stellen.

### 3 Inhalte und thematische Arbeitsschwerpunkte

Eine historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung untersucht und bewertet folgende thematische Schwerpunkte:

- Standortchronik,
- Verursachungszenarien,
- Sekundäre Kampfmittelbelastung,
- Kampfmittelräumungen,
- Baumaßnahmen,
- Kostenwirkungsfaktoren,
- Kontaminationsverdächtige Flächen,
- Darstellung und Bewertung der Ergebnisse,

Die Arbeitsschwerpunkte werden im Folgenden näher erläutert.

#### Standortchronik

Für den Untersuchungsbereich ist eine „Standortchronik“ zu erarbeiten. Sie stellt die Ereignisse, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können, in den historischen Zusammenhang mit der Standortentwicklung.

Eine Standortchronik umfasst

- eine „Nutzungschronik“ mit allgemeinen Informationen zur Nutzung des Untersuchungsgebietes,
- eine „Angriffschronik“ mit Daten z.B. zu Bodenkämpfen und Luftangriffen,
- eine „Handlungschronik“ mit Angaben z.B. zu Munitionsvernichtungen, Unfällen und Havarien sowie Tätigkeiten während des militärischen Regelbetriebs (z.B. Truppenübungen).

Die Angaben der Standortchronik sind den Anforderungen des Einzelfalls entsprechend ausführlich darzustellen. Dabei ist zu beachten, dass fehlende oder fälschliche Angaben zu Fehlinterpretationen führen und damit möglicherweise weit reichenden Konsequenzen haben können (z.B. unerkannt bleibende Bombardierungen).

Die Nutzungschronik beschreibt die Entwicklung des Untersuchungsbereichs. Sie gibt einen allgemeinen Überblick über (wesentliche) Nutzungen und Nutzer. Im Vergleich zu detaillierten geschichtlichen Abhandlungen reicht es bei der HgR-KM im allgemeinen aus, die für die Entwicklung wesentlichen Angaben darzustellen. Sind die Informationen allerdings für die Betrachtung der Kampfmittelbelastung von Relevanz, sind sie ausführlich zu beschreiben.

Die Angriffschronik hat demgegenüber die Vorgänge eingehend aufzuführen, die im Zusammenhang mit Kampfhandlungen standen. Hierzu gehören beispielsweise Luftangriffe, Bombardierungen und Bodenkämpfe. Wesentlich ist die vollständige Erfassung aller Vorgänge. Vermutete oder tatsächliche Kenntnislücken sind deutlich darzustellen.

Alle weiteren Handlungen und Vorgänge, die ebenfalls zu einer Belastung mit Kampfmitteln geführt haben können, sind in der Handlungschronik ebenfalls aufzuführen. Hierzu gehören zum Beispiel Munitionssprengungen, Munitionsvergrabungen und Havarien. Kenntnislücken sind wiederum ausdrücklich zu nennen.

Das folgende Beispiel verdeutlicht eine Standortchronik, in der die Nutzungschronik, Angriffschronik und Handlungschronik zusammengeführt wurden.

**Tab. A-2.1 - 1: Beispiel einer Standortchronik**

Sept. 1936	Baubeginn [Quelle: 1]
1.5.1939	Einweihung und Stationierung der 3. Inf.Div. [2]
Mai 42 bis Mai 43	Erweiterung des Standortes um ... [3]
11.08.1944	1. Luftangriff durch Einheiten der 8. USAAF [4]
31.01.1945	2. Luftangriff durch die 9. USAAF [4]
Ende April 45	Demontagen und Sprengungen durch [5]
Ende April 45	Nutzungsende durch deutsche Truppen [2]
Mai 45 - Juli 49	Nutzung durch die 23. US-Infanteriedivision [6]
Juli 45	Munitionssprengungen im östlichen Teil [6]
Ab Aug 1949	Zivile Nutzung durch Kleingewerbe [7]

Fallweise können Nutzungschronik, Angriffschronik und Handlungschronik auch getrennt dargestellt werden. Dann wird jedoch empfohlen, wesentliche Entwicklungspunkte der Liegenschaftsentwicklung in die Angriffs- und Handlungschronik zu integrieren. Für alle Angaben sind die Quellen anzugeben (vgl. hierzu Anhang A-2.2.3).

#### **Ursachen einer Kampfmittelbelastung: Verursachungsszenarien**

Die Vorgänge und Handlungen, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können, sind in ihrer zeitlichen und räumlichen Ausprägung und Veränderung umfassend zu rekonstruieren, detailliert und nachvollziehbar zu beschreiben und lagemäßig zu kartieren. Diese Ursachen werden systematisch in die „Verursachungsszenarien“ eingeordnet:

- Luftangriffe,
- Bodenkämpfe,
- Munitionsvernichtung,
- Militärischer Regelbetrieb,
- Munitionsproduktion und -lagerung.

Der Untersuchungsbereich ist auf alle möglichen Verursachungsszenarien hin zu untersuchen. Die bestätigten Verursachungsszenarien sind in der HgR-KM ausführlich zu beschreiben. Für nicht bestätigte Verursachungsszenarien ist dieser Sachverhalt kurz gefasst zu belegen.

### **Sekundäre Kampfmittelbelastung**

Kampfmittel können in Folge von Erdbewegungen (z.B. bei Baumaßnahmen) unbemerkt verlagert worden sein. „Sekundäre Kampfmittelbelastungen“ auf vormals unbelasteten Flächen einer Liegenschaft können die Folge sein. Derartige Vorgänge sind nicht auf die Zeit unmittelbar nach dem Ende des Zweiten Weltkriegs beschränkt, wie zahlreiche Beispiele in jüngster Zeit belegen. Dabei wurden Kampfmittel unwissend beim Aushub von Böden transportiert und verlagert.

Hinweise auf sekundäre Kampfmittelbelastungen ergeben sich insbesondere bei der Verlagerung von Böden innerhalb eines kampfmittelverdächtigen Standortes oder in dessen unmittelbare Umgebung. Gerade länger zurückliegende Massenverlagerungen lassen sich mit Archivalien manchmal nicht eindeutig rekonstruieren. In derartigen Fällen kann eine Betrachtung der Höhendifferenzen zwischen ursprünglicher und heutiger Geländeoberfläche erfolgversprechend sein. Bohrungen, Schürfe und anderen Bodenaufschlüsse liefern weitere wesentliche Informationen.

### **Kampfmittelräumungen**

Das Untersuchungsgebiet ist auf bereits durchgeführte Kampfmittelräumungen zu überprüfen. Hierzu sind alle Unterlagen zu früheren Kampfmittelräumungen zu beschaffen. Räumprotokolle von benachbarten Grundstücken können wichtige Informationen zur tatsächlichen Kampfmittelbelastung der Untersuchungsfläche enthalten. Sie sollten deshalb ebenfalls beschafft und ausgewertet werden.

Die Recherche nach Dokumenten zu durchgeführten Räumungen erfolgt zunächst bei den zuständigen Kampfmittelräumdiensten. Darüber hinaus können aber auch die Archive der Liegenschaftseigentümer und der Bauverwaltungen derartige Dokumente besitzen. Weitere Unterlagen, v.a. auch zu länger zurückliegenden Räumungen sind häufig auch in den Bundesarchiven, Landesarchiven und teilweise auch in kommunalen Archiven überliefert. Demgegenüber enthalten Firmenarchive von Räumfirmen häufig nur Unterlagen zu Räumungen der jüngeren Vergangenheit.

Zahlreiche Beispiele belegen, dass vermeintlich heute noch kampfmittelbelastete Flächen bereits geräumt wurden. Ohne Recherche derartiger Informationen wäre möglicherweise eine erneute und damit vermeidbare Räumung durchgeführt worden. Deshalb soll die Recherche nach durchgeführten Kampfmittelräumungen umfassend und erschöpfend erfolgen. Die Dokumentation länger zurückliegender Räumungen ist zumeist unvollständig. Nur aus dem Zusammenführen aller Informationen lässt sich häufig ein verlässliches Bild bereits durchgeführter Kampfmittelräumungen rekonstruieren.

### **Baumaßnahmen**

Tiefbaumaßnahmen, die nach Ende von kampfmittelbelastungsverursachenden Vorgängen und Handlungen stattfanden, können zur teilweisen oder vollständigen Beseitigung von Kampfmitteln geführt haben. Beispielsweise sind Stellungssysteme, die Tiefen von 1,5 bis 2 m i.d.R. nicht überschreiten, bei der Anlage von unterkellerten Gebäuden bei der Auskoffering meist entfernt worden. Andererseits können tiefer liegende Bombenblindgänge bei unterkellerten Gebäuden überbaut worden sein, da die Baugrube häufig nicht bis in die Tiefenlage von Bombenblindgängern reichte.

Art und Umfang derartiger Tiefbaumaßnahmen sind deshalb zu recherchieren und darzustellen. Insbesondere die Tiefe der Baugrube, der Zeitpunkt der Baumaßnahme und mögliche Kampfmittelräumaßnahmen oder Kampfmittelfunde sind zu ermitteln und zu dokumentieren.

### **Kostenwirkungsfaktoren**

Über den Standort, die Kampfmittelbelastung und die rechtlich relevanten Rahmenbedingungen werden eine Vielzahl von Informationen für die historisch-genetische Rekonstruktion und die Gefährdungsabschätzung benötigt. Diese Informationen fließen in der Regel auch in das Räumkonzept ein. Wegen ihrer Kostenwirksamkeit sind sie für eine eindeutige Beschreibung der Kampfmittelräumung unverzichtbar. Sie werden deshalb als Kostenwirkungsfaktoren bezeichnet.

Die Kostenwirkungsfaktoren werden in die Gruppen „Standortfaktoren“, „kampfmittelbedingte Faktoren“ und „rechtliche Rahmenbedingungen“ gegliedert.

Die Kostenwirkungsfaktoren werden in der Anlage A-9.1.2 aufgeführt und beschrieben.

Viele der Kostenwirkungsfaktoren sind für eine historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung und der damit einhergehenden Bewertung relevant. Sie sind gemäß den Anforderungen des Einzelfalls zu erheben.

### **Kontaminationsverdächtige Flächen (KVF)**

Durch die Auswertung der Quellen werden i.d.R. Hinweise auf kontaminationsverdächtige Flächen gefunden. Sie sind gemäß den Anforderungen der Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz zu dokumentieren.

### **Darstellung und Bewertung der Kampfmittelbelastung**

Die Untersuchungen und Ergebnisse einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung sind textlich und kartografisch nachvollziehbar zu dokumentieren. Insbesondere die lagegetreue Lokalisierung aller Verdachtspunkte, -objekte und -bereiche ist notwendig. Hierfür sind die vom Bund eingeführten Geographischen Informationssysteme (GIS) einzusetzen. Anforderungen zur Gliederung und den Inhalten einer HgR-KM sind in der Technischen Spezifikation Anhang A-9.2.9 definiert.

Die getroffenen Aussagen sind eindeutig zu zitieren. Insbesondere sind Zitate und sinngemäß wiedergegebene Aussagen im Gegensatz zu subjektiven Interpretationen deutlich zu kennzeichnen. Zudem sind alle Quellen nachvollziehbar aufzuführen. Nähere Hinweise finden sich im Anhang A-2.2.3.

Auf Grundlage aller erhobenen Daten und deren eindeutiger und nachvollziehbarer Darstellung ist eine Bewertung der möglichen Kampfmittelbelastung vorzunehmen. Hierzu gehört auch die kritische Wertung der Quellenlage, um Kenntnislücken und offene Fragen aufzeigen zu können.

Die Bewertung erfolgt gemäß den Anforderungen des Kap. 5 des Textteils und den Anhängen A-2.5.





## A-2.1.3 Informationsquellen

### 1 Einleitung

Im Rahmen der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung sind Informationen zu beschaffen und auszuwerten. Die zielgerichtete und wirtschaftliche Informationsbeschaffung beruht auf einer einzelfallbezogenen Recherchestrategie.

Die methodische Vorgehensweise und die verschiedenen Quellen und Quellenarten werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

### 2 Archive

Die Informationen können aus unterschiedlichen Quellen stammen:

- Archive auf Staats-, Landes- und Kommunalebene in Deutschland,
- Archive auf Staats- und Landesebene im Ausland,
- Archive sonstiger öffentlicher und privater Einrichtungen (z.B. Museumsarchive, kirchliche Archive, Wirtschaftsarchive) im In- und Ausland,
- Zuständige Behörden (z.B. der Finanzbauverwaltung),
- Bibliotheken,
- Internet,
- Zeitzeugen, Historiker u. ähnl.,
- Geländebegehungen.

### 3 Archivalien und Akten

Die Beschaffung und Auswertung historischer Unterlagen, sog. Archivalien, sind wesentliche Arbeitsschritte bei der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung.

Unter Archivalien im Sinne dieser Arbeitshilfen werden nicht mehr in der Bearbeitung befindliche Unterlagen (Berichte, Schriftstücke, Briefe, Karten und Pläne etc.) verstanden. Sie werden in Archiven aufbewahrt. Im Gegensatz dazu werden Akten noch genutzt. Sie sind von den zuständigen Behörden zu erhalten oder befinden sich in speziellen Zwischenarchiven.

Formell gehören Luftbilder zu den Archivalien. Wegen der besonderen Bedeutung werden die Luftbilder in einem eigenen Abschnitt behandelt.

Weitere Informationen können aus sog. Sekundärquellen (veröffentlichte und unveröffentlichte Literatur, Gutachten, Internetinformationen etc.), aus mündlichen Aussagen von Zeitzeugen oder Historikern und visuellen Befunden aus Geländebegehungen stammen.

### Archivalien und Akten

## Gruppen von Archivalien und Akten

Archivalien und Akten können in Form von Schriftstücken verschiedenen Inhalts sowie als Luftbilder, Karten, Pläne, Fotos und auch Filmaufnahmen vorliegen. Sie werden inhaltlich drei Gruppen zugeordnet:

Tab. A-2.1 - 2: Gruppen von Archivalien und Akten

Gruppe	Beschreibung	Beispiele
Gruppe 1: Archivalien allgemeinen Inhalts	Allgemeine Archivalien für bestimmte historische Nutzungen und Handlungsabläufe, die i.d.R. keine konkreten liegenschaftsbezogenen Informationen enthalten. Sie sind aber für das generelle Verständnis von kampfmittelbelastungsverursachenden Vorgängen unentbehrlich.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dienstvorschriften</li> <li>• Kriegstagebücher</li> <li>• Befehle</li> </ul>
Gruppe 2: Archivalien mit liegenschaftsbezogenen Inhalten	Mit ihnen können Handlungsabläufe, Vorgänge, Unfälle und Havarien, aber auch Kampfhandlungen und Demontagen etc. rekonstruiert und die potenzielle Kampfmittelbelastung qualitativ und quantitativ bestimmt werden.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alliierte Angriffsunterlagen zu Bombardierungen</li> <li>• Unterlagen zu Bodenkämpfen</li> <li>• Dokumente zum Regelbetrieb von Standorten</li> <li>• Berichte zu Demontagen und Kampfmittelräumungen</li> </ul>
Gruppe 3: Archivalien, die eine Analogbearbeitung ermöglichen	Archivalien, die Informationen zu vergleichbaren Standorten liefern und zwecks Analogieschlüssen mit auszuwerten sind. Dieser Archivalientyp kann für die Klärung des konkreten, liegenschaftsbezogenen Kampfmittelverdachts unverzichtbare Angaben enthalten.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Archivalien über die Demontage bestimmter Standorte bzw. Nutzungstypen</li> <li>• Unterlagen zur Struktur und zum Betriebstyp- und Nutzungsgleicher Standorte</li> </ul>

Die folgende Tabelle (Tab. A-2.1 - 3) gibt einen Überblick über wichtige Archive für Archivalien der drei Hauptgruppen der Verursachungszenarien:

**Tab. A-2.1 - 3: Überblick über wichtige Archive für Archivalien der drei Hauptgruppen**

Quellen		Archivalien und Akten für den Zeitraum					
		bis Mai 1945 (Nutzung bis zum Ende des Zweiten Weltkriegs und Kriegsereignisse)			ab Mai 1945 bis 1949 (Nutzung während der Besatzungszeit)		ab 1949 (BRD, DDR, D)
		Milit. u/o zivile Nutzung (Regelbetrieb)	Luftangriffe	Bodenkämpfe	Munitionsvernichtung	Milit. u/o zivile Nutzung (Regelbetrieb)	Milit. u/o zivile Nutzung (Regelbetrieb)
Bund	Bundesarchive	+	o	+	+	+	+
	Vorm. Bundesvermögen	-	-	-	o	o	+
	Bauverwaltung	-	-	-	-	-	o
	Militär. Dienststellen	-	-	-	-	-	+
	Internet / Bibliotheken	+	+	+	+	+	+
	Sonst. Quellen	+	o	o	o	o	+
Land	Landesarchive	o	o	o	+	+	+
	Kampfmittelbeseitigung	-	o	o	o	-	-
Kreis etc.	Lokale Archive	+	+	+	+	+	o
UK	The National Archive	+	+	+	+	o	o
	Imperial War Museum	+	o	o	-	-	-
USA	National Archives	+	+	+	+	+	+
	Militärische Archive	+	+	+	o	o	o
Frankreich, Russland etc.		+	=	+	+	=	=
<p>Erläuterungen:</p> <p>+ Quelle, die zum Thema regelmäßig relevante Informationen besitzt</p> <p>o Quelle, die zum Thema häufig relevante Informationen besitzen kann</p> <p>- Quelle, die zum Thema ausnahmsweise Informationen besitzen kann</p> <p>= Quelle, die zum Thema Unterlagen (evtl.) besitzt, die aber derzeit nicht oder nur in Teilen freigegeben sind</p>							

Zu berücksichtigen ist, dass deutsche Unterlagen aus der Zeit des Zweiten Weltkriegs (und ältere Dokumente) infolge unterschiedlicher Kriegseinwirkungen selten vollständig vorhanden sind. Bombardierungen, gezielte Vernichtungen sowie die Übernahme durch die Siegermächte sind die Gründe für die nur fragmentarisch überlieferten Bestände (umfangreiche Sammlungen deutscher Originaldokumente befinden sich heute noch in ausländischen Archiven).

Die Tabelle (Tab. A-2.1-3) verdeutlicht, dass die Archivalien zu einem Thema bzw. einem Verursachungszenarium in vielen verschiedenen Archiven vorhanden sein können. Die Erfahrung zeigt zudem, dass nicht alle Verursachungszenarien gleich gut mit Archivalien belegt sind:

- die Luftangriffe der Alliierten sind sowohl von der Art als auch der Menge der Abwurfmunition generell sehr gut zu rekonstruieren.
- Bodenkämpfe lassen sich häufig zeitlich und räumlich bestimmen, die eingesetzten Munitionsarten, -sorten und -mengen sowie die genauen Belastungsbereiche sind i.d.R. nicht dokumentiert und können nur über die eingesetzten Waffensysteme und die Beschreibung der Bodenkämpfe abgeschätzt werden.
- Havarien und Unfälle weisen einen sehr unterschiedlichen Dokumentationsgrad auf. Neben umfangreichen Darstellungen mit exakten Angaben finden sich aber auch nur kurze Hinweise ohne konkrete Angaben.
- Die Demontage und Munitionsentsorgung zum und nach Ende des Zweiten Weltkriegs sind ebenfalls sehr unterschiedlich dokumentiert. Während systematische Munitionsvernichtungen durch Sprengungen häufig gut belegt sind, finden sich über unsystematische Munitionsentsorgungen (z.B. in aufgegebenen Stellungen) nur selten Archivalien.
- Der militärische Regelbetrieb kann generell gut rekonstruiert werden. Allerdings fehlen häufig genaue Angaben zur Art und Menge der bei Übungen eingesetzten Munition.

Die folgende Tabelle (Tab. A-2.1 - 4) führt die wesentlichen Archive auf, die Archivalien zu sekundären Kampfmittelbelastungen, Kampfmittelräumungen und Baumaßnahmen nach Ende des Zweiten Weltkriegs besitzen können. Ergänzend sind die Quellen genannt, die Luftbilder archivieren.

**Tab. A-2.1 - 4: Wesentliche Archive der Archivalien zu sekundären Kampfmittelbelastungen, Kampfmittelräumungen und Baumaßnahmen nach Ende des Zweiten Weltkriegs**

Quellen		Archivalien und Akten für den Zeitraum ab 1945			Luftbildsammlungen	
		Sekundäre Kampfmittelbelastung	Kampfmittelräumungen	Baumaßnahmen	bis 1946	ab 1946
Bund	Bundesarchive	+	+	+	o	+
	Vorm. Bundesvermögen	o	o	o	-	-
	Bauverwaltung	-	o	+	-	-
	Militär. Dienststellen	-	o	o	-	+
	Internet / Bibliotheken	-	-	o	-	-
	Sonst. Quellen	o	-	o	+	o
Land	Landesarchive	+	+	+	+	o
	Kampfmittelbeseitigung	-	+	-	+	-
Kreis etc.	Lokale Archive	+	o	+	o	o
UK	The National Archive	-	o	o	+	=
	Imperial War Museum	-	-	-	o	-
USA	National Archives	-	-	+	+	=
	Militärische Archive	-	o	+	+	=
Frankreich, Russland etc.		-	-	o	=	=
Erläuterungen: + Quelle, die zum Thema regelmäßig relevante Informationen besitzt o Quelle, die zum Thema häufig relevante Informationen besitzen kann - Quelle, die zum Thema ausnahmsweise Informationen besitzen kann = Quelle, die zum Thema Unterlagen (evtl.) besitzt, die aber derzeit nicht oder nur in Teilen freigegeben sind						

Für eine wirtschaftliche und fachlich erfolgreiche Recherche sind die Archive und deren Bestände zu ermitteln, die für die jeweilige Frage aussagekräftige Informationen liefern können (Recherche-strategie).

**Auswahl und Archive**

**Provenienzprinzip**

Jede Recherche ist deshalb auf Grundlage des sog „Provenienzprinzips“ durchzuführen. Archive legen die Unterlagen nach deren Herkunft (=Provenienz) ab. In der Regel werden dabei die historischen Organisationsstrukturen von Behörden, militärischen Einheiten etc. zu einem bestimmten Zeitpunkt zu Grunde gelegt. Vor einer Recherche sind die für eine bestimmte Fragestellung relevanten Organisationen, deren Strukturen und mögliche Beteiligte zu ermitteln. Für die Rekonstruktion von komplexen, über einen längeren Zeitraum reichenden Vorgängen, können deshalb umfangreiche Vorstudien notwendig sein. Erst auf Basis dieser Vorarbeiten können die Archive abgeleitet werden, die die entsprechenden Archivalien besitzen (können).

Ohne die Berücksichtigung des Provenienzprinzips ist eine erfolgversprechende Archivrecherche nicht möglich. Lediglich unsystematische Zufallsfunde sind zu erwarten.

**Recherchestrategie**

Für jedes (liegenschaftsbezogene) Projekt ist auf Basis der genannten Vorarbeiten eine Strategie zur Informationsbeschaffung und Archivrecherche zu erarbeiten: relevante Archive und deren Bestände sind zu identifizieren, die Bearbeitungspriorität ist zu entwickeln und alternative Datenquellen sind zu benennen. Die Recherchestrategie ist detailliert zu dokumentieren.

Für erfolgreiche Recherchen sind detaillierte Kenntnisse über die möglichen Quellen und langjährige Erfahrung in den relevanten Archiven und deren Beständen erforderlich.

**Archivaliendatenbank des Bundes**

Die OFD Hannover hat eine Archivaliendatenbank entwickelt, um

- Doppelbearbeitungen durch wiederholte Recherchen in gleichen Beständen oder Akten zu vermeiden,
- Synergien aus verschiedenen Recherchen und Liegenschaftsbearbeitungen zu erzielen,
- die Inhalte der bearbeiteten Archivalien zu dokumentieren und für die Liegenschaftsbearbeitung des Bundes allgemein zur Verfügung zu stellen.

Sämtliche recherchierte Archivalien werden hierin aufgenommen und stehen damit für die Bearbeitung anderer Standorte zur Verfügung. Nähere Hinweise zur Archivaliendatenbank, deren Nutzungsmöglichkeiten und -bedingungen finden sich im Anhang A-2.2. Im Anhang A-2.2.1 findet sich eine aktuelle Statistik über die durchgeführten und archivierten Recherchen.

**Bedeutung von Luftbildern****4 Luftbilder**

Die Luftbildauswertung ist ein zentraler Aspekt der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung. Ohne eine Luftbildauswertung kann die Kampfmittelbelastung eines bestimmten Gebietes nicht oder nur ausnahmsweise beurteilt werden.

Luftbilder sind objektive „Zeitzeugen“ einer Region zum Zeitpunkt der Aufnahme. Ihre realitätstreue Darstellung lässt Rückschlüsse auf die Nutzung einer Liegenschaft zu. So können z.B. Munitionslager und -anwendungsbereiche wie z.B. Flakstellungen, Schießbahnen, Spreng- und Brandplätze, aber auch Kampfgebiete erkannt werden.

Besondere Bedeutung haben Luftbilder bei der Auswertung alliierter Bombardierungen. Gebäudeschäden und Bombentrichter zeigen getroffene Bereiche an. Unter bestimmten Bedingungen können Blindgängerverdachtspunkte luftbildsichtig erkannt werden.

Luftbilder werden in Schräg- und Senkrechtaufnahmen unterschieden. Für die wissenschaftlich-analytische Auswertung werden grundsätzlich stereoskopische Paare von Senkrechtaufnahmen genutzt, die die dreidimensionale, d.h. räumliche Betrachtung eines bestimmten Gebietes ermöglichen. Luftbilder können drei Entstehungszeiträumen zugeordnet werden:

- Flächendeckende Luftbilder wurden erstmals in den Jahren 1934-1941 („Reichsluftbildkarte“) aufgenommen. Als Folge des Zweiten Weltkriegs ist dieser Bestand nicht mehr vollständig erhalten. Ältere Luftbilder liegen nur in Ausnahmefällen und zumeist als Schrägluftbilder vor.
- Durch die strategisch-taktische Kriegsaufklärung und die alliierten Bombardierungen wurde eine große Zahl von Luftbildern (Schätzungen belaufen sich auf bis zu ca. 3 Millionen Stück) aufgenommen. Sie umfassen die Zeit von ca. 1940 bis 1945 und sind primär in britischen und US-amerikanischen Archiven verfügbar. Teile dieser Bestände sind mittlerweile auch in Deutschland bei den zuständigen Landesbehörden (z.B. Landesvermessungsämter oder den Kampfmittelbeseitigungsdiensten) vorhanden.
- Luftbilder der Nachkriegszeit wurden zunächst durch die Besatzungsmächte, später dann durch verschiedene deutsche militärische und zivile Einrichtungen angefertigt.

### Arten von Luftbildern

**Luftbildarchive**

Für Deutschland existieren umfangreiche Luftbildbestände in verschiedenen Archiven und Dienststellen im In- und Ausland. Die folgende Tabelle (Tab. A-2.1 - 5) gibt einen Überblick über die relevanten Luftbildarchive und die von deren Sammlungen abgedeckten Zeiträume (vgl. auch Tabelle (Tab. A-2.1 - 3) in Abschnitt Archivalien):

Tab. A-2.1 - 5: Luftbildarchive

Quellen verfügbarer Luftbilder	Zeitschnitte							
	Vor 1934	1934 - 1940	1941 - 1945	1946 - 1955 West	1946 - 1955 Ost	1956 - 1991 West	1956 - 1991 Ost	Seit 1991
Bundesarchiv Koblenz u. Berlin		+	+	+	o			
AGeoBW			-			o	+	+
Staats-, Landes(haupt)archive	+	+				o	o	
Landesvermessungsämter	+	+	+	+		+	o	+
Kampfmittelbeseitigungsdienste			+	o	o			
Private Luftbildarchive			+		+			
NARA, Washington/USA			+	=		=		
University of Keele/GB			+					

**Luftbildbeschaffung durch die OFD H**

Luftbilder für einen Standort müssen zumeist aus verschiedenen Archiven beschafft werden. Um die Beschaffungskosten zu reduzieren und Synergien zu nutzen, beschafft die OFD Hannover die Luftbilder zentral und stellt sie zur Verfügung. Das Verfahren hierzu ist in der Handlungsanleitung Rüstungsaltslasten/Entmunitionierung beschrieben (s. Anhang A-2.4). Die OFD Hannover bewahrt derzeit ca. 16.000 Luftbilder auf und hat direkten Zugriff auf weitere ca. 2 Mio. Luftbilder.

**Einschränkungen der Luftbildauswertung**

In vielen Fällen können nicht alle relevanten Zeiträume durch Luftbilder abgedeckt werden. Fehlende Luftbilder schränken die Auswertung einer historisch-genetischen Rekonstruktion i.d.R. stark ein.

Der Zeitraum zwischen einem Ereignis (z.B. Bombardierung) und der Aufnahme des Luftbildes sollte möglichst kurz sein. Andernfalls können Merkmale des Ereignisses, die luftbildsichtig wären, beseitigt bzw. überprägt worden sein. Dies kann die Auswertung und deren Aussagekraft stark einschränken.

Deshalb ist es notwendig, zunächst alle Luftbilder zu sichten und die für eine Auswertung relevanten und geeigneten Bilder auszuwählen.

Können die erforderlichen Luftbilder nicht aus deutschen Quellen beschafft werden, werden Recherchen bzw. Beschaffungen in ausländischen Archiven notwendig.



Obwohl Luftbilder ein Gebiet oder Gelände zu einem bestimmten Zeitpunkt objektiv darstellen, sind die luftbildsichtigen Objekte durch den Auswerter zu interpretieren. Um Fehlansprachen und -deutungen zu minimieren, sind an den Auswerter besondere Anforderungen v.a. hinsichtlich der Erfahrung zu stellen. Zusätzlich sind analoge und digitale Auswertestationen einschließlich der notwendigen Software erforderlich (siehe auch Anhänge A-9.2.3 bis A-9.2.6).

## Anforderungen an den Luftbildauswerter

## 5 Sekundärquellen

Zu den sog. Sekundärliteratur zählen beispielsweise Bücher, wissenschaftliche Abhandlungen, Fachgutachten und Zeitschriften sowie Informationen aus dem Internet.

## Arten von Sekundärquellen

Geeignete Bücher, Zeitschriften etc. sind in den einschlägigen wissenschaftlichen und lokalen Bibliotheken zu recherchieren.

Bei Sekundärquellen ist deren Seriosität zu prüfen. Gute Hinweise darauf sind die Quellenangaben.

## Gutachten

Gutachten und Berichte können bei Behörden vorhanden sein. Die zuständigen Behörden sind zu bestimmen. Die Zuständigkeit kann aus unterschiedlichen Gründen gegeben sein, so dass eine fundierte Analyse möglicher Behörden notwendig ist. Gutachten und Berichte werden i.d.R. im Rahmen der Amtshilfe bereitgestellt.

## Internet

In den letzten Jahren hat sich das Internet als wichtige Datenquelle etabliert. Die Informationsfülle des Internets erfordert eine fundierte Suchstrategie und die Prüfung der Quellen hinsichtlich ihres Inhalts und ihrer Zuverlässigkeit.

Die Dynamik des Internets bedingt eine relative Kurzlebigkeit der Inhalte. Um die Rechercheergebnisse später nachvollziehen zu können, ist eine genaue Dokumentation des Rechercheweges, der verwendeten Internet-Adressen und Links sowie der Rechercheergebnisse notwendig.

Internet-Recherchen erfordern eine große Erfahrung, um wirtschaftlich Ergebnisse erzielen zu können. Es ist deshalb in vielen Fällen empfehlenswert, umfangreiche Internet-Recherchen spezialisierten Fachleuten zu übertragen.

## 6 Zeitzeugen

Unter dem Begriff Zeitzeugen sollen hier diejenigen Personen zusammengefasst werden, die aus eigener Erfahrung bzw. aus eigenen Erlebnissen Informationen zu z. B. Luftangriffen, Kriegshandlungen, Nutzungen, Produktions- und Handlungsabläufen oder Demilitarisierungsvorgängen liefern können. Es handelt sich in der Regel um Personen, die

- Tätigkeiten in der Kriegswirtschaft ausgeführt haben oder organisatorisch oder indirekt mit ihr verbunden waren (z.B. ehem. Arbeiter und Angestellte, Zwangsarbeiter, Angehörige der lokalen und regionalen Verwaltungsbehörden und des Militärs),
- in militärischen Einrichtungen als Zivilpersonen oder als Angehörige des Militärs tätig waren,

- als Soldaten bei militärischen Operationen eingesetzt wurden,
- als Anwohner in der Nähe von Liegenschaften oder Kampfgebieten bzw. bombardierten Flächen lebten,
- als Angehörige der Besatzungsmächte und als ehem. Personal der nach Kriegsende eingesetzten lokalen und regionalen Verwaltungen sowie insbesondere der Kampfmittelbeseitigungsstellen in den Besatzungszonen und den später gegründeten Bundesländern tätig waren.

Zeitzeugen können beispielsweise

- Kriegereignisse beschreiben,
- Örtlichkeiten identifizieren,
- inoffizielle oder illegale Handlungen benennen,
- technische Einzelheiten z.B. zu Fertigungstechniken, Demilitarisierungstechniken, Vorschriften oder Havarien liefern,
- Archivalien, Fotos, Karten und Publikationen besitzen sowie Hinweise auf weitere Zeitzeugen geben.

Zunächst sind geeignete Zeitzeugen zu finden. Lokale Archive, Ortschronisten, die örtliche Presse oder Verbände bieten gute Ansatzmöglichkeiten. Eine sinnvolle Befragung kann dann nur durch einen persönlichen Besuch i.d.R. vor Ort erfolgen. Die Befragung selbst ist sorgfältig vorzubereiten. Psychologische Gesichtspunkte sind zu berücksichtigen. Bei einer Bewertung der Zeitzeugenaussagen sind dann u.a. folgende Aspekte zu berücksichtigen:

- bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges bestanden hohe Sicherheits- und Geheimvorkehrungen, damit war der Personenkreis von Wissensträgern für kriegsrelevante Angelegenheiten stets klein,
- Zeitzeugen, die an Kampfhandlungen teilgenommen haben bzw. erleiden mussten, waren hohem Stress ausgesetzt. Psychologische Gesichtspunkte (Abwehr, Verdrängung) beeinflussen das Auskunftsverhalten und die Informationsinhalte,
- Zeitzeugen aus dieser Zeit haben mittlerweile ein hohes Alter erreicht, das Erinnerungsvermögen kann dadurch nachgelassen haben,
- durch den langen Zeitraum können die historischen Gegebenheiten über- oder untertrieben oder tatsächlich dargestellt werden.

Zeitzeugenaussagen sind immer kritisch zu würdigen und stets zu hinterfragen. Hierzu dienen beispielsweise Archivalien, Luftbilder und Aussagen weiterer Zeitzeugen sowie der Abgleich mit dem Gelände.

## 7 Geländebegehung

Die aus der Auswertung der Archivalien und anderer Quellen sowie der Zeitzeugenbefragung resultierenden Ergebnisse sind zunächst als theoretisch zu betrachten. Um sicher zu gehen, dass die recherchierten Daten mit den realen Verhältnissen übereinstimmen, ist eine Überprüfung vor Ort notwendig. Erst mit dieser Geländebegehung kann die historisch-genetische Rekonstruktion als abgeschlossen gelten.

In Abhängigkeit des zu untersuchenden Standortes und der konkreten Aufgabe können zu unterschiedlichen Zeitpunkten Geländebegehungen sinnvoll sein:

- eine initiale Geländebegehung vor den eigentlichen Recherchen, um sich einen allgemeinen Eindruck von der Liegenschaft zu verschaffen, erste Kontakte zu örtlichen Wissensträgern aufzubauen und bereits vorhandenes Wissen zu erhalten,
- im Bedarfsfall können während der Ausarbeitung der historisch-genetischen Rekonstruktion weitere Geländebegehungen notwendig werden, um beispielsweise Teilergebnisse abzugleichen und die weiteren Recherchen und Auswertungen zielgerichteter zu gestalten,
- zum Abschluss der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung ist eine Geländebegehung des gesamten Standortes vorzusehen, um die bis dahin vorliegenden Ergebnisse zu überprüfen. Die Befunde der Geländebegehung sind in die Rekonstruktion einzuarbeiten, die erst danach abgeschlossen ist.

In aller Regel werden Geländebegehungen auf Flächen durchgeführt, die einen Kampfmittel- und damit Gefahrenverdacht aufweisen. Insofern sind die einschlägigen Sicherheitsvorschriften einzuhalten. Eine Geländebegehung kann die Teilnahme einer Verantwortlichen Person gem. § 19 SprengG erforderlich machen.

Geländebefunde sind eindeutig und nachvollziehbar zu beschreiben und lagemäßig mit Koordinaten zu erfassen. Hierzu bieten sich Liegenschaftspläne und Luftbildpläne aus historischen und aktuellen Luftbildern an.

Weitere Hinweise zur Geländebegehung finden sich in Anhang A-9.1.9.



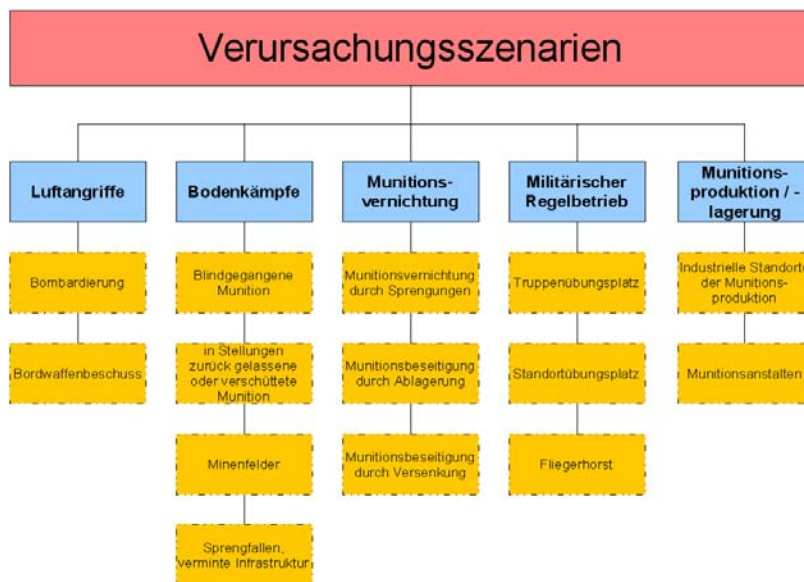
## A-2.1.4 Verursachungsszenarien

### A-2.1.4.1 Einleitung

Verschiedene Vorgänge und Handlungen können zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben. Diese Ursachen werden systematisch in die „Verursachungsszenarien“ eingeordnet:

- Luftangriffe,
- Bodenkämpfe,
- Munitionsvernichtung,
- Militärischer Regelbetrieb,
- Munitionsproduktion und -lagerung.

Eine detaillierte Übersicht gibt die folgende Abbildung (Abb. A-2.1-1). Es ist zu betonen, dass es sich bei den gelb unterlegten Beispielen um regelmäßig auftretende Ursachen handelt. Die Aufzählung erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.



**Abb. A-2.1 - 1: Verursachungsszenarien**

In den folgenden Abschnitten werden die fünf Gruppen näher beschrieben und verschiedene Themen jeweils dargestellt:

- Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien,
- Einleitung,
- Quellenlage,
- Besondere Anforderungen an die Recherche,
- Besondere Anforderungen an die Auswertung,
- Ausprägung der Kampfmittelbelastung,
- Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel,
- Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials,
- Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht.



## A-2.1.4.2 Luftangriffe

### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien

Unter dem Verursachungsszenarium „Luftangriffe“ werden zusammengefasst:

- Bombardierungen mit allen Arten von Abwurfmunition (z.B. Spreng-, Brand- und Splitterbomben)
  - aus taktischen Angriffen,
  - aus strategischen Angriffen,
- Bombardierungen und Bordwaffenbeschuss durch Jagdbomber-Angriffe,
- Bordwaffenbeschuss durch Jäger-Angriffe,

die durch alliierte (amerikanische, britische und russische Einheiten und deren Verbündete) Einheiten erfolgten.

Hierzu zählen nicht Kampfmittelbelastungen, die infolge dieser Angriffe unmittelbar (z.B. versprengte Munition aus detonierten Munitionsstapeln) oder mittelbar (z.B. später in offene Trichter entsorgte Infanteriemunition) eingetreten sind.

### 2 Einleitung

Bereits im Dezember 1939 wurde das Deutsche Reich erstmalig durch britische Einheiten bombardiert (3.12.1939 Helgoland). Die Luftangriffe erfolgten in den ersten Kriegsjahren zumeist in kleinen Verbänden mit wenigen und kleineren Flugzeugen. Die technische Entwicklung und die enorme Ausweitung der Flugzeugproduktion versetzten die englischen und amerikanischen Luftstreitkräfte in die Lage, strategische Großangriffe durchzuführen. Sie wurden zumeist als Flächenbombardements auf urbane Gebiete und kriegswichtige Objekte ausgeführt. Dies betraf Groß- wie Kleinstädte mit umfangreicher Rüstungsindustrie (z. B. Nürnberg ebenso wie Friedrichshafen), andere kriegswichtige Ziele (z.B. Industrieanlagen, Bahnhöfe) und militärische Standorte (z.B. Fliegerhorste). Zudem wurden auch weitere, im An- oder Rückflugsektor befindliche Gebiete als Ausweichziele angegriffen und durch Fehl- oder Notabwürfe betroffen.

Die taktischen Angriffe wurden ebenfalls im gesamten Gebiet Deutschlands durchgeführt. Sie betrafen häufig kleinere Objekte wie Munitionslager, Stellungen oder militärische Kolonnen sowie weitere für die Kriegführung wichtige Standorte und Infrastruktur (z.B. Bahnstrecken). Taktische Angriffe, Jagdbomber- und Jägerangriffe setzten verstärkt erst ab Ende 1944 im Zuge des Vormarschs der alliierten Truppen auf das Territorium Deutschlands ein. Sie wurden von allen am Krieg beteiligten Staaten (USA, England, Russland usw.) durchgeführt.

### 3 Quellenlage

Relevante Quellengattungen für die Bearbeitung von Luftangriffen sind:

- schriftliche und kartografische Archivalien,
- Luftbilder.

Für die alliierten Luftangriffe existieren umfangreiche archivalische Überlieferungen in verschiedenen ausländischen Archiven. Die wesentlichen sind:

- National Archives and Records Administration, Washington D.C.,
- Air Force Historical Research Agency, Maxwell, Alabama,
- The National Archives, London.

Dort sind Primärquellen überliefert, die insbesondere Dokumente,

- zum historischen Hintergrund des Luftkriegs und der Luftangriffe,
- zur grundsätzlichen Angriffsplanung und -durchführung,
- zum Einsatzbereich und der Wirkungsweise von Munition,
- mit Angriffsbefehlen, Berichten zur Durchführung, dem Verlauf und den Ergebnissen der Angriffe, statistische Zusammenfassungen u.a.m. (sog. Missionsberichte oder „mission folder“),
- mit Luftbildern, die vor, während („strike foto“) und nach Angriffen aufgenommen wurden

enthalten. Hinzu kommen umfangreiche Sammlungen detaillierter Beschreibungen von Einzelzielen und urbanen Räumen und den dort verursachten Zerstörungen.

Für die strategischen und taktischen Bombardierungen ist der Überlieferungsgrad sehr gut. Allerdings treten immer wieder Lücken in den Beständen auf. Sie können aber in der Regel durch parallel- oder ergänzende Überlieferungen in anderen Beständen oder Archiven oder durch den Abgleich mit über- oder untergeordneten Einheiten geschlossen werden.

Die Dokumentation von Jagdbomber- und Jägerangriffen ist in der Regel weniger gut. Vor allem der geringere Detaillierungsgrad der Dokumente und der generelle Charakter der Angaben, insbesondere was einzelne Ziele betrifft, erschweren die hinreichende Rekonstruktion. Um diese Informationslücken schließen zu können, ist auf entsprechende Überlieferungen in deutschen Archiven zurückzugreifen.

In Bundes-, Landes- und kommunalen Archiven sind Archivalien vorhanden, die die Auswirkungen des Luftkriegs aus deutscher Sicht dokumentieren. Hervorzuheben sind insbesondere die Meldungen der verschiedenen Luftschutzorganisationen sowie Schadenskarten und Verlustmeldungen.



Der Umfang der in den alliierten Archiven vorhandenen Dokumente wird auf mehr als 10 Millionen Seiten einschließlich Karten sowie mehreren 100.000 Strike Fotos geschätzt. Von diesen Beständen liegen bei der OFD Hannover knapp 10 % reproduziert vor.

Für die deutschen Akten existiert keine systematische, auf das Thema bezogene Erfassung aller verfügbaren Bestände. Deshalb kann der Umfang nicht abgeschätzt werden.

Die strategischen und taktischen Bombardierungen können in der Regel gut, die Jagdbomber- und Jägerangriffe nur in Ausnahmefällen mit Luftbildern belegt werden. Wesentliche Angaben zu den relevanten Beständen und den notwendigen Recherchen und Beschaffungen finden sich im Anhang A-2.1.3.3.

#### 4 Besondere Anforderungen an die Recherche

Mit den verfügbaren Archivalien lassen sich in fast allen Fällen die Auswirkungen der Angriffe sehr genau rekonstruieren. Um ein vollständiges Bild der Angriffe auf einen Standort zu erhalten, ist zunächst die Angriffsschönik lückenlos zu erarbeiten. Ein Beispiel für eine Angriffsschönik gibt die folgende Abbildung (Abb. A-2.1 - 2).

##### Beispiel für eine Angriffsschönik

Stadt Friedrichshafen (nicht vollständig)

Flugdatum	Bereich/Ziel/Auswirkungen	Einheiten	Gesamt/Teilmenge	Zündereinstellung
20.07.1944	Maybach Motorenwerke	15. USAAF 304. BW	940 x 500 lb. GP 260 x 500 lb IB Cluster	1/10 x 1/100 M 17, 34 sec.
	Friedrichshafen/Löwental	15. USAAF 47. BW	255 x 500 lb. GP 760 x 500 lb. GP	1/10 x 1/100 oder 1/10 x 1/250 1/10 x 1/100
	Luftschiffbau Zeppelin	15. USAAF 55. BW	417 x 1000 lb. GP	1/10 x no tail
	Schäden: Maybach M. stark getroffen Dornier-Alm annsweiler zerstört Dornier-Löwental stark getroffen Rollfeld durch Volltreffer beschädigt Luftschiffbau Zeppelin stark getroffen Zahnradfabrik geringe Schäden			
03.08.1944	Friedrichshafen-Löwental, Flugplatz u. Dornier	15.USA AF 483 BG	324 x 500 lb. RDX	1/10 x 1/100 & 1/250
	Löwental/Dornier und Zahnradfabrik	455 BG	250 x 500 lb. GP	1/10 x 1/100 & 1/250
	Zahnradfabrik	454, 456, 459 BG 461, 484 BG	798 x 500 lb. GP 388 x 500 lb. RDX	1/10 x 1/100 & 1/250 1/10 x 1/100
	Friedrichshafen-Manzell	55 BW 97 BG	1179 x 500 lb. GP 348 x 500 lb. RDX	1/10 x no Tail 1/10 x 1/250
	Ober Raderach	2, 301, 463 BG	224 x 500 lb. RDX 240 x 500 lb. RDX	1/10 x 1/250 1/10 x 1/100 & 1/250
03.08.1944	Luftbilder: Sortie 60-0622/3197-3199; Archiv LVA-BW			
16.08.1944	Ober Raderach	15. USAAF 55 BW	437 x 500 lb. RDX 242 x 500 lb. RDX / GP 87 x 1000 lb. GP	1/10 x 1/100 & 1/250 1/10 x 1/100 & 1/250 1/10 x no Tail
25.02.1945	Friedrichshafen, Motorenwerke	Maybach 8. USAAF, 1. AD 41. CW	372 x 500 lb. GP 378 x 500 lb. IB	1/10 x 1/100 M-17 Chart 12, 140° Intervall
	Wolkenbedeckung 10/10, Zielfindung mit Radargerät Gee-H			
19.03.1945	Luftbilder: Sortie 680-0176/3163-3165; Archiv LVA-BW			
20.03.1945	Luftbilder: Sortie 682-1022/3174-3175; Archiv LVA-BW			
16.04.1945	Luftbilder: Sortie 106G-52319/3290-3292; Archiv LVA-BW			

Abb. A-2.1 - 2: Beispiel für eine Angriffsschönik: Stadt Friedrichshafen (gekürzte Darstellung)

In die Angriffschronik können – wie im Beispiel (Abb. A-2.1 - 2) geschehen – die verfügbaren Luftbilder integriert werden, um zeitliche Abdeckungslücken erkennen zu können.

Als nächster Arbeitsschritt erfolgt die Angriffsdetailauswertung, mit der folgende wesentliche Angaben rekonstruiert werden:

- Eingesetzte Einheiten (von der Führungsebene bis zu den einzelnen Gruppen aufgeführt),
- Anzahl der angreifenden Flugzeuge,
- Beladung mit Abwurfmunition, Typen der Abwurfmunition und Bezünderung bzw. Zündereinstellungen,
- Angaben zum Flugverlauf, wie Angriffsrichtung, Wetterverhältnisse, Flughöhe, deutsche Abwehr,
- Angaben zu den während eines Angriffs beobachteten Auswirkungen.

Ein Musterauswertebblatt wird im Folgenden dargestellt (Abb. A-2.1 - 2):

Datum: 20.07.1944		Mission: 88		F. Order:			Generelle Ziel: Friedrichshafen (F)		Quelle: XYZ							
Affäre	AD/TAC	Wing	BO	Opv/80	Ge. sl. alc	Ang. alc	Zell	Ziel / Zielcode	Bomben (Anzahl od. Tonnage/Typ/Zünder)	Weiter	Zik.Hind.	Brüglwinkl./Höhe	Ergebnisse	Quelle/ Dokument	Seite	Bemerkungen
15		30+	+54		34	30	1101	Maybach Motorenwerke	296 x 500 G.P. (1/10 x 1/100)	dear	Vis	22000	unbest.	Mission Summary	1/1242	Rauch und Nebel
		30+	+55		37	24	1101	Target / Area	6 x 500 G.P.							
		30+	+55		37	24	1101	Maybach Motorenwerke	308 x 500 G.P. (1/10 x 1/100)	dear	Vis	22000-23500	unbest.	Mission Summary	1/1245	Bomben in Target Bulstrecke
		30+	+96		32	27	1102	Maybach Motorenwerke	260 x 500 18 84 17 Cluster	dear	Vis	21500-21700	unbest.	Mission Summary	1/1242	Rauch und Nebel
					1	1	1101	+100/ 1045 u. 4353/1225	6x500							
					1	1		+103/ 1036	4x500							
		30+	+99		39	32	1058	Maybach Motorenwerke	300 x 500 G.P. (1/10 x 1/100)	dear	Vis	20900-21900	good	Mission Summary	1/1242	
					2	1		Casara A/F	20 x 500					Attack Sheet	2/153	
					1			Cone gliano M/F						Bring Sheet		
15		47	98		28	27	1123	Löwenst	63,75 1 8 500 G.P. (255 Gk) (1/10 x 1/100 oder 1/10 x 1/250)			22000-23500	unbest.	Narrative Report 88	2/8	teilweise Rauch (1/10 x 1/100)
					28	28	1120-1122	Löwenst	67,5 1 8 500 G.P. (270 Gk) (1/10 x 1/100)			20000-22500	unbest.	Narrative Report 88	2/30	Rauch
					28	26	1118	Löwenst	63 1 8 500 G.P. (252 Gk) (1/10 x 1/100)			23000-24300	good	Narrative Report 1	2/5	
					28	24	1115	Löwenst	69,5 1 8 500 G.P. (238 Gk) (1/10 x 1/100)			22000	good	Narrative Report 1	2/11	Rauch
15		55	+60					keine Angaben								
					35	29	1055	Zepplinwerke	72 1 8 1000 G.P. (144 Gk, AM MSB) (1/10 x -)			22000		Narrative Mission Rp	2/13	
					31	24	1054	Zepplinwerke	57 1 8 1000 G.P. (114 Gk) (1/10 x -)	CAVVU		24000	good		2/9	
					37	32	1055	Zepplinwerke	79,5 1 8 1000 G.P. (159 Gk) (1/10 x -)			23800			2/24	Target und M/F getötet

Bemerkungen: Umrechnung Tonnen in Gk: 1 t = 1000 kg. Maßstab: 1:10000. Bearbeitet: GK  
 Datum: 16.11.2003  
 Erläuterungen: AD/TAC: Air Defense Tactical Air Command; BO: Bomb Group; Opv: Squadron; Ge. sl. alc: Anzahl gestaffelter Flugzeuge; Ang. alc: Anzahl angreifender Flugzeuge; Zell: Ziel; Akt: der Zielfindung; H/W: Flugrichtung (O) und Flughöhe (H); Q: Umf: Umfang der Quelle; - Beispiel:  
 0 2. AD 20 483 Lead 30 10 7230 Weigarten AF, 9 U-1234 100-6000 P/180x100, 120-250 (B/H) 7/10 Visual 234/22000 e. rel Bombing Date 23  
 Bericht: Imm. Interpretation Report No. K-3002 Datum: 30.02.1946 Bomb: sohanden Form: Luftbild: reht Luftbild: 15 SAU, 1 Aufklärungsbild mono Quell: gut Bem.: umfangreich Akte, keine Stereobild-LB  
 Dokumentation einer Luftangriff, Standardfassung, Seite 1 von 1, 7. Malteser Kreuz 02/2000

Abb. A-2.1 - 3: Beispiel für eine Angriffsdetailauswertung: Stadt Friedrichshafen, Angriff vom 20.07.1944 (gekürzte Darstellung)

Diese Angaben sind aus den primären Dokumenten der englischen und amerikanischen Archive zu extrahieren. Sie sind in der Informationstiefe zu beschaffen, die eine eindeutige und widerspruchsfreie Angriffsrekonstruktion gewährleistet. Die Auswertung mit Hilfe von Sekundärliteratur (häufig regionalbezogene Abhandlungen) ist aus qualitativen Gründen i.d.R. nicht möglich.

Mit Hilfe der aus den deutschen Archiven zu beschaffenden Archivalien lassen sich Trefferbereiche, grundsätzliche Auswirkungen und Zerstörungen detailliert, teilweise bis auf Straßen- und Hausnummerngenauigkeit rekonstruieren. Insofern sollten diese Unterlagen, insbesondere die der Luftschutzorganisationen, Schadenskarten und Verlustmeldungen (Totenlisten) vollständig beschafft werden.

Die Luftbilder sind vollständig zu beschaffen, zu sichten und die für die Auswertung relevanten (Angriffschronik) und geeigneten (Qualität, Maßstab etc.) Bilder sind zu bestimmen. Wegen der verschiedenen fotografischen Reproduktionsprozesse kann es geboten sein, bessere Reproduktionen als unmittelbare Kopie von den Originalen zusätzlich zu beschaffen. Der finanzielle Mehraufwand wird zu meist durch eine schnellere Auswertung kompensiert. Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Auswertung steigt in jedem Fall an, wie das folgende Beispiel (Abb. A-2.1 - 4) zeigt. Hier kann unmittelbar der Qualitätsunterschied zwischen einem Luftbild, welches direkt vom Original in den USA reproduziert wurde (rechts) und einem Bild, welches vom Landesvermessungsamt zur Verfügung gestellt wurde (links), erkannt werden (1 = Bombenblindgängerverdachtspunkte, 2 = Dachträger der Flugzeughalle).

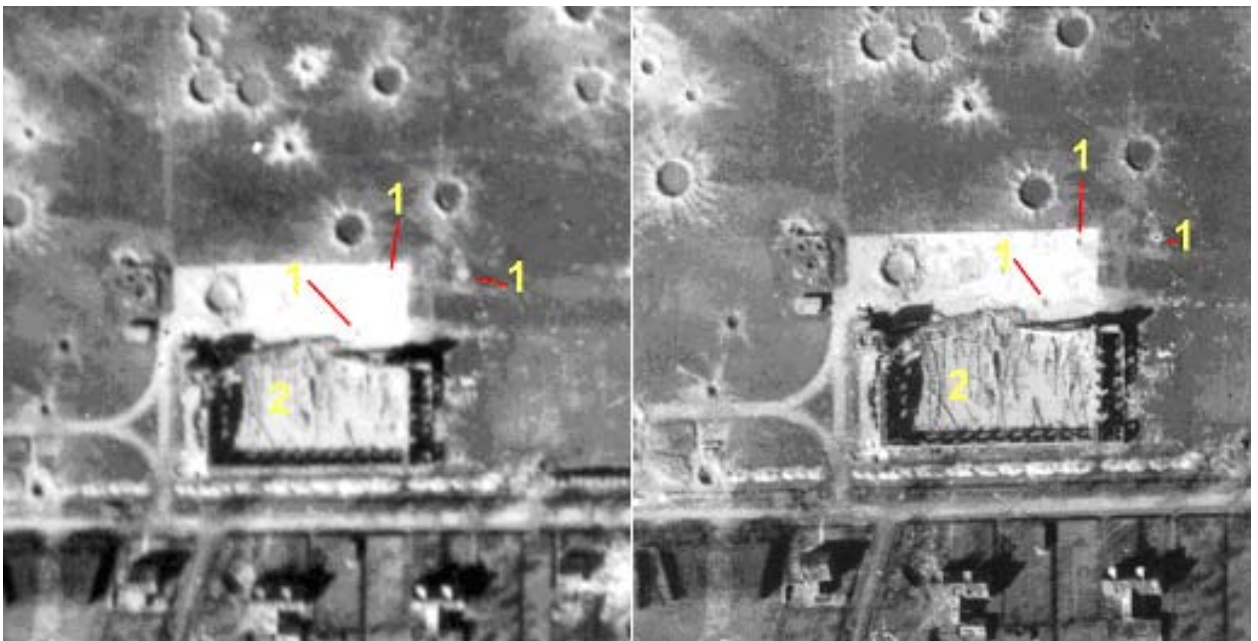


Abb. A-2.1 - 4: Qualitätsunterschiede bei Luftbildreproduktionen (rechts: Reproduktion vom Originalnegativ aus den USA; links: mehrfach umkopiertes Bild, welches in Deutschland verfügbar ist)

## 5 Besondere Anforderungen an die Auswertung

Für die verlässliche Rekonstruktion der Luftangriffe auf einen Standort sind an den Bearbeiter besondere Anforderungen zu stellen. Hierzu gehören insbesondere

- detailliertes Wissen über Organisation der alliierten Luftstreitkräfte und der deutschen militärischen und zivilen Bodenorganisation,
- detailliertes Wissen über die grundsätzlichen Vorgänge, Planungen und Durchführungen von Luftangriffen,
- detailliertes Wissen über Codierungen, Abkürzungen und Sprachgebrauch,
- sehr gute Englischkenntnisse

und damit langjährige Erfahrung bei der Nachbildung von Luftangriffen.

Bei der Rekonstruktion der Luftangriffe ist insbesondere zu prüfen, ob die Angriffe vollständig erfasst wurden. Werden Angriffe „übersehen“, kann dies gravierende Auswirkungen auf die Gefahrenbeurteilung haben (z.B. durch fehlerhafte Interpretation von Luftbildern (z.B. wenn Treffergebiete aus Splitterbomben nicht erkannt wurden) oder durch unvollständige Angriffslisten). Gleiches gilt, wenn Angriffe fehlerhaft recherchiert oder interpretiert werden (z.B. durch die fehlerhafte Auswertung von Akten zu Angriffen (z.B. wurde nicht erkannt, dass Bomben mit Langzeitzündern abgeworfen wurden)). Deshalb ist auf die Detailauswertung der Angriffsunterlagen große Sorgfalt zu legen. Hierzu gehört auch, Quellenlücken und Informationsmängel zu erkennen und ausführlich darzustellen.

Bei der Angriffsrekonstruktion sind einige Aspekte zu berücksichtigen, deren Auswirkungen auf den Einzelfall sich im Vorfeld nicht oder nur ausnahmsweise erkennen oder abschätzen lassen. Zu nennen sind u.a.:

- Es existiert kein lückenloses Verzeichnis der alliierten Luftangriffe weder für ganz Deutschland noch für einzelne Gebiete. Die in der Sekundärliteratur veröffentlichten Listen sind nachweislich unvollständig und fehlerhaft.
- Die Quellen der unterschiedlichen hierarchischen Ebenen der Luftstreitkräfte weisen teilweise widersprüchliche Informationen auf, so dass mehr oder weniger aufwendige Prüfungen notwendig werden können.
- Die wesentlichen Angriffsinformationen liegen häufig nur kodiert vor, entsprechende Schlüssel sind nicht überliefert.
- Der Umfang der für einen Angriff zu bearbeitenden Seiten kann sich auf einige Tausend belaufen. Ohne detaillierte Kenntnisse der Strukturen, Inhalte und Kodierungen ist eine wirtschaftliche und auch inhaltlich korrekte Rekonstruktion nicht oder nur mit erheblichem Aufwand möglich.

In jedem Fall sind Archivalien und Luftbilder kombiniert auszuwerten. Es wird empfohlen, diese Informationen mit Angaben aus Berichten zu durchgeführten Kampfmittelräumungen zu überprüfen.

## 6 Ausprägung der Kampfmittelbelastung

Die Kampfmittelbelastung aus Bombenabwürfen hängt von verschiedenen Faktoren ab:

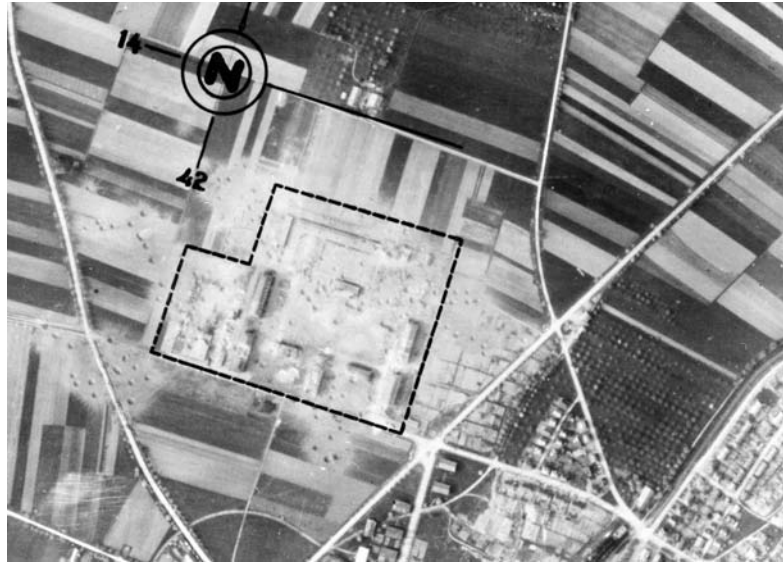
- Witterungsbedingungen, Sichtverhältnisse,
- Qualität der Angriffsformation, Angriffshöhe, Angriffsart usw.,
- Erfahrung des Bombenschützen,
- Intensität der deutschen Gegenwehr durch Flugzeuge und Flak.

Die abgeworfenen Bomben finden sich in einem flächig begrenzten Gebiet um den gewählten Zielpunkt. Waren zu Kriegsbeginn die Treffergebiete ausgedehnter und trafen häufiger Fehlwürfe außerhalb der eigentlichen Zielgebiete ein, nahm die Zielgenauigkeit der Angriffe im Kriegsverlauf kontinuierlich zu. Dies gilt für strategische und taktische Bombenangriffe. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass taktische Angriffe wegen der geringeren Flughöhe generell kleinere Flächen bei gleichzeitig höherer Treffergenauigkeit aufweisen. Die strategischen Tagangriffe der amerikanischen Streitkräfte weisen gegenüber den britischen Nachtangriffen ebenfalls größere Genauigkeiten auf.

Die beiden folgenden Luftbilder (Abb. A-2.1-5, Abb. A-2.1-6) verdeutlichen die gute Treffergenauigkeit bei einem Angriff auf die Kaserne in Weingarten. Das erste Bild (Abb. A-2.1-5) wurde während, das zweite nach dem Angriff aufgenommen. Das dritte Luftbild (Abb. A-2.1-7) wurde aus einem Aufklärer nach Kriegsende aufgenommen. Es zeigt die Zerstörungen an der südöstlichen Liegenschaftsecke.



Abb. A-2.1 - 5: Treffergenauigkeit von Luftangriffen zum Kriegsende, Kaserne bei Weingarten, Luftbild während des Angriffs aufgenommen (detonierende Bomben erzeugen Rauchsäulen)



**Abb. A-2.1 - 6: Treffergenauigkeit von Luftangriffen zum Kriegsende, Kaserne bei Weingarten, Luftbild nach dem Angriff aufgenommen, zeigt die Bombentrichter und den Trefferbereich**

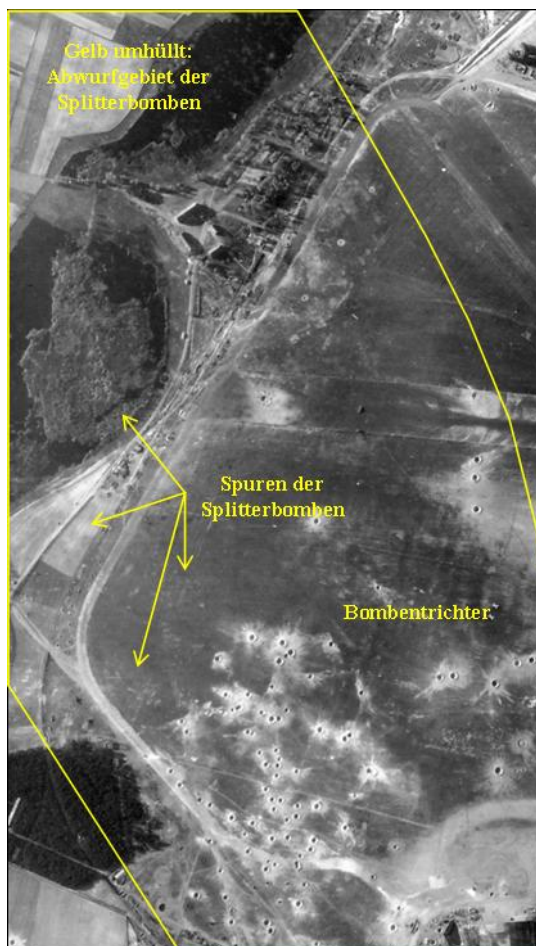


**Abb. A-2.1 - 7: Treffergenauigkeit von Luftangriffen zum Kriegsende, Kaserne bei Weingarten, Schrägluftbild nach dem Angriff aufgenommen zeigt die Zerstörungen (das Gebäude in der Bildmitte entspricht dem ersten Gebäude in der unteren rechten Grundstücksecke im vorangehenden Luftbild (Abb. A-2.1 - 6))**

Die kombinierte Archivalien- und Luftbildauswertung gewährleistet durch die gute Luftbildsichtigkeit der Bombardierungsmerkmale (Trichter, Zerstörungen) eine hinreichend sichere Abgrenzung von Belastungsgebieten, die durch Angriffe mit Sprengbomben entstanden sind.

Treffergebiete von Splitterbomben- und Stabbrandbombenabwürfen sind häufig großräumiger ausgebildet. Dies hängt mit der geringen Größe dieser Bomben und der daraus folgenden veränderten Abwurftechnik zusammen. Teilweise lassen sich derartige Treffergebiete nicht oder nur mit sehr viel Erfahrung luftbildsichtig erkennen. Sie können aber durch die Auswertung der Archivalien der alliierten Luftstreitkräfte rekonstruiert werden.

Das folgende Beispiel (Abb. A-2.1 - 8) zeigt den Fliegerhorst Brandenburg-Briest, auf dessen Westteil mehr als 6300 20 lb-Splitterbomben niedergingen. In den sehr guten Luftbildern ist dieses Abwurfgebiet nicht bzw. nur andeutungsweise zu erkennen. Die Archivalien hingegen geben konkrete Aussagen zum Treffergebiet.



**Abb. A-2.1 - 8: Beispiel für ein stark bombardiertes Gebiet, das im Luftbild nicht oder nur bedingt zu erkennen ist.**

Flächen mit Bordwaffenbeschuss können mit den verfügbaren Archivalien und Luftbildern nur selten exakt örtlich bestimmt werden.

## 7 Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel

Die Abwurfmunition bestand aus Bomben unterschiedlicher Typen und Gewichtsklassen. Sie enthielten zumeist eine Sprengstoff- oder Brandmittelfüllung. Es lassen sich unterscheiden:

- Sprengbomben mit unterschiedlichen Sprengstoffen,
- panzer- und befestigungsbrechende Bomben,
- Splitterbomben,
- Brandbomben,
- chemische Kampfstoffbomben.

Bis auf letzteren Typ wurde die genannte Abwurfmunition über dem Deutschen Reich eingesetzt.

Die Größen und damit verbunden die Anteile an Explosivstoffen oder Brandmitteln reicht dabei von 4 lb (ca. 2 kg) bei einer Stabbrandbombe bis zu 12.000 lb (ca. 6 Tonnen) bei britischen Luftminen mit mehr als 4 Tonnen Sprengstoffinhalt.

Neben den häufig eingesetzten Sprengbomben wurden auch für spezielle Einsätze angepasste Bomben abgeworfen. Die taktischen Flugzeuge verschossen neben der Bordwaffenmunition auch Raketen und warfen fallweise Spreng-, Splitter- und Brandbomben ab.

Quantitative Angaben zur Menge der eingesetzten Abwurfmunition liegen nicht vor. Statistische Berechnungen kommen auf eine Gesamttonnage der über dem Gebiet des ehemaligen Deutschen Reiches abgeworfenen Muniton von ca. 1,35 Mio. Tonnen (USSBS: Overall Report) bzw. von bis zu 2 Mio. Tonnen (z.B. Webster und Frankland 1975 und Davis, R.G. (1993): Spaatz). Hieraus ergeben sich zwischen 3,5 und 4 Mio. Stück Sprengbomben für das Gebiet des ehemaligen Deutschen Reiches.

Über die Rate der Fehlfunktionen bei abgeworfenen Sprengbomben liegen in Deutschland lediglich Erfahrungswerte vor. Danach wird im Allgemeinen von einer Blindgängerrate von 10 % der Abwurfmenge ausgegangen. Verschiedene Untersuchungen, die britische und amerikanische Einrichtungen während und nach dem Zweiten Weltkrieg unternahmen, bestätigen diese Größenordnung. Für einzelne Bombentypen wurden allerdings höhere Blindgängerraten festgestellt.

Statistische Angaben über die eingesetzte Anzahl von Bordwaffenmunition sind nicht bekannt.



## 8 Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials

In allen Bombardierungsgebieten besteht, soweit zwischenzeitlich keine abschließende flächendeckende Kampfmittelräumung durchgeführt wurde, der Verdacht auf blindgegangene Abwurfmunition. Mit der punktuellen Räumung luftbildsichtig erkannter Bombenblindgängerverdachtspunkte wird keine flächenhafte Kampfmittelfreiheit erreicht. Dies gilt insbesondere für bebaute Gebiete und Gebiete, die mit 100 lb-Sprengbomben belegt wurden, deren Bombenblindgängerverdachtspunkte in vielen Fällen luftbildsichtig nicht erkannt werden können. Bei älteren Kampfmittelräumungen ist zu berücksichtigen, dass ortonungstechnische Einschränkungen kombiniert mit einer fehlenden Angriffsrekonstruktion dazu geführt haben können, dass Bombenblindgänger „übersehen“ wurden.

Grundsätzlich ist in Deutschland mit allen während des Krieges eingesetzten Bomben zu rechnen. Insbesondere in den östlichen Gebieten besteht auch die Möglichkeit des Auffindens von deutschen Bomben, die die sowjetischen Luftstreitkräfte erbeutet und gegen deutsche Städte und Stellungen eingesetzt haben. Durch die Angriffsrekonstruktion kann einzelfallbezogen das zu erwartende Kampfmittelinventar bestimmt werden.

Bestimmte Abwurfmunition wurde mit Zündern versehen, die bei Zufuhr geringster Mengen von Energie (z.B. Erschütterungen) detonieren können (sog. Langzeitzünder). Die Zufuhr mechanischer Energie ist bei Tiefbaumaßnahmen durch den unmittelbaren Kontakt z.B. von Baugeräten mit der Bombe möglich. Bei der Detonation derartiger Bomben ist die große Explosivstoffmenge geeignet, größere Zerstörungen anzurichten.

## 9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht

Kampfmittelbelastungen aus Abwurfmunition und untergeordnet auch Bordwaffenmunition sind hinsichtlich des Gefährdungspotenzials als hoch einzuschätzen. Die großflächigen Trefferbereiche liegen fast immer in bebauten und intensiv genutzten Gebieten. Selbstdetonationsgefährdete Zünder oder die Möglichkeit der Detonation bei mechanischer Energiezufuhr (z.B. Tiefbauarbeiten) sind zu berücksichtigen. Die großen Explosivstoffmengen sind im Fall einer Detonation geeignet, auch großflächige Zerstörungen anzurichten.

Diese Gründe belegen, dass eine fachlich fundierte und lückenlose Bestimmung der Kampfmittelbelastung durch die Rekonstruktion aller Angriffe mit Hilfe von Archivalien- und Luftbilddauswertungen notwendig ist.



### A-2.1.4.3 Bodenkämpfe

#### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien

Das Verursachungsszenarium „Bodenkämpfe“ beschreibt Kampfmittelbelastungen, die durch Kampfhandlungen am Boden entstanden sind. Hierzu gehören u.a.

- Belastungen durch blindgegangene Munition bei Kampfhandlungen,
- Belastungen durch zurückgelassene oder verschüttete Munition und Waffen in Feuerstellungen, Stellungen und Stellungssystemen oder in Trichtern, Gruben und natürlichen Hohlformen im Bereich von Kampfgebieten,
- Belastungen durch Minenfelder,
- Belastungen durch verminten oder mit Sprengeinrichtungen versehene Infrastruktur (z.B. Brücken).

Da innerhalb Deutschlands im Ersten Weltkrieg keine Bodenkämpfe stattfanden, ist das Verursachungsszenarium „Bodenkämpfe“ auf den Zeitraum des Zweiten Weltkriegs beschränkt.

Kampfmittelbelastungen, die aus abgelagerter, vergrabener und anderweitig entsorgter Munition unabhängig von Kampfhandlungen entstanden sind, werden durch das Verursachungsszenarium „Munitionsentsorgung“ beschrieben.

#### 2 Einleitung

Kampfhandlungen fanden im Ersten Weltkrieg in Deutschland nicht statt.

Mit dem Vormarsch der alliierten Truppen im Zweiten Weltkrieg auf Deutschland fanden ab Ende 1944 Bodenkämpfe im heutigen Deutschland statt. Sie umfassten, bis auf die nicht eingenommenen Bereiche in Nord- und Mitteldeutschland (z.B. größere Teile von Schleswig-Holstein und der Harz), das gesamte Gebiet Deutschlands.

Die Kampfgebiete waren räumlich und zeitlich nicht gleichmäßig über Deutschland verteilt. Die betroffenen Flächen und Kampfintensitäten beinhalten das gesamte Spektrum großer Gebiete mit schweren Kämpfen bis zu kleinen, nur örtlich ausgebildeten Kampfgebieten. Als Beispiele sind zu nennen:

- große Kampfgebiete mit schweren, teilweise länger dauernden Kämpfen: Seelower Höhen und das Gebiet um Halbe in Brandenburg, die Verteidigungslinie entlang der Rur bei Düren einschließlich des Hürtgenwaldes,
- Kampfgebiete mit lokalen und zeitlich begrenzten Kampfhandlungen: Crailsheim (Einnahme der Stadt durch amerikanische Truppen, Rückeroberung durch die Wehrmacht und erneute Einnahme) oder Kampfhandlungen im Zuge der Elbüberquerung bei Magdeburg durch amerikanische Truppen,

- Kampfgebiete mit räumlich und zeitlich sehr begrenzten Kampfhandlungen: Hier können eine Vielzahl derartiger Flächen genannt werden, da praktisch während des gesamten Vormarsches Kampfhandlungen diesen Typs stattfanden.

Umkämpft waren meist strategisch oder militärtaktisch bedeutende Orte, insbesondere militärische Einrichtungen, Nachschubeinrichtungen, Brücken, Festungen und Städte sowie natürliche, für die Verteidigung besonders geeignete Geländeformen (Flußläufe, Täler etc.).

### 3 Quellenlage

Informationen zu möglichen Kampfmittelbelastungen durch Bodenkämpfe können insbesondere aus folgenden Quellentypen gewonnen werden:

- Lageberichte der deutschen und alliierten Streitkräfte,
- Luftbilder,
- Zeitzeugen,
- Sekundärquellen und -literatur.

Lageberichte und primäre Beschreibungen von Kampfhandlungen finden sich in deutschen, vor allem aber in alliierten Archivalien. Sie umfassen Kriegstagebücher, Lageberichte und Lagekarten auf deutscher, sowie sog. After Action Reports, Intelligence und Historical Reports einschließlich dazugehöriger Lagekarten auf alliierter Seite. Verwertbare Archivalien sind zumeist auf mittlerer hierarchischer Ebene (Division, Regiment) vorhanden. Höhere Hierarchien enthalten häufig allgemeine oder zusammenfassende Informationen. Untergeordnete Einheiten weisen häufig einen schlechteren Überlieferungsgrad auf. Für eine verlässliche Rekonstruktion sind jedoch alle Einheiten zu bestimmen und zu bearbeiten.

Kriegsbedingt sind die deutschen Bestände, die sich im Militärarchiv Freiburg befinden, sehr lückenhaft. Demgegenüber enthalten die westalliierten Archivalien teilweise sehr detaillierte Darstellungen und Angaben. Diese Unterlagen finden sich u.a. im The National Archive (TNA), London, und in den National Archives and Records Administration (NARA), Washington D.C.. Russische Dokumente sind bislang nur auf übergeordneter Ebene verfügbar und somit zumeist mehr allgemeinen Charakters.

Luftbilder aus dem Zeitraum von ca. 1940 bis 1945, ggf. auch später, sind bei den im Kapitel A-2.1.3.3 aufgeführten Dienststellen vorhanden.

Zeitzeugen, die sich im relevanten Zeitraum im betreffenden Gebiet aufgehalten haben, z. B. Teilnehmer an Kampfhandlungen oder Personen, die nach den Kampfhandlungen auf Befehl der Alliierten z.B. an Aufräumarbeiten beteiligt waren, können häufig wesentliche und authentische Informationen geben.

Sekundärquellen und allgemeine Literatur enthalten oft wichtige Informationen. Diese sind allerdings genau zu prüfen, da häufig keine nachvollziehbaren Quellen angegeben werden.

#### 4 Besondere Anforderungen an die Recherche

Wesentlich für die verlässliche Rekonstruktion ist die genaue Bestimmung des Datums bzw. der Zeitspanne der Kampfhandlungen (Standortchronik).

Verwertbare Informationen über die konkreten Vorgänge und Auswirkungen von Kampfhandlungen können nur dann gewonnen werden, wenn die daran beteiligten Einheiten bekannt sind. Sie sind deshalb genau zu bestimmen. Notwendig ist die Rekonstruktion der zum jeweiligen Zeitpunkt vorhandenen Organisation und die Gliederung aller Truppenarten (z.B. Infanterie, Panzertruppe, Artillerie etc. auf Armee-, Corps-, Division- und nachgeordneten Ebenen). Zu beachten sind dabei auch zeitlich und räumlich begrenzt eingesetzte Truppen (z.B. Kampfgruppen, Task Forces).

Für die räumliche Eingrenzung von Kampfgebieten (z.B. von Stellungsbereichen, Treffergebieten) sind Luftbilder unverzichtbar. Es ist darauf zu achten, dass die Luftbilder möglichst zeitnah zu den Ereignissen aufgenommen wurden.

#### 5 Besondere Anforderungen an die Auswertung

Aus den überlieferten Archivalien können nur selten exakt die notwendigen Informationen nach eingesetzter Art und Menge von Waffen, Munition und Material sowie Intensität der Kampfhandlungen und deren Folgen gewonnen werden. Für eine verlässliche Rekonstruktion derartiger Vorgänge sind besondere Anforderungen an den Auswerter zu stellen. Hierzu gehört detailliertes Wissen

- zu den allgemeinen und regionalspezifisch kriegsbedingten Vorgängen,
- zum Einsatz von Truppen und deren Vorgehen bei Bodenkämpfen (Taktik etc.),
- zu den eingesetzten Waffen und deren üblicher und situationsbedingt eingesetzter Munition,
- zur Auswertung kleinräumiger und schwierig zu interpretierender Merkmale in Luftbildern.

#### 6 Ausprägung der Kampfmittelbelastung

Die Kampfmittelbelastung

- durch blindgegangene Munition,
- durch zurückgelassene oder verschüttete Munition und Waffen in Stellungen etc.,
- durch Minenfelder,
- durch verminten oder mit Sprengeinrichtungen versehene Infrastruktur

kann hinsichtlich Qualität und Quantität sehr unterschiedlich ausgebildet sein.

Bereiche mit blindgegangener Munition zeigen eine flächenhafte, mehr oder weniger gleichförmige, in Bereichen von ehemaligen Stellungen allerdings häufig konzentrierte Kampfmittelbelastung. Die Tiefenlage der Kampfmittel ist sehr unterschiedlich ausgebildet und hängt im Wesentlichen von der Art der verschossenen Munition, den Schussbedingungen, der kleinräumigen Geländemorphologie und der Versiegelungsgrad/-art ab. Gemäß den jeweils eingesetzten Waffen ist mit einem entsprechend weiten Spektrum zu rechnen.

Feuerstellungen und Stellungssysteme wurden nach bestimmten standardisierten Vorgaben gebaut. Richtlinien zur Größe, Tiefe und Ausrüstung der Stellung gab es für die meisten Stellungstypen. Die Lagerung und Sicherung von Munition wurde in Dienstvorschriften geregelt, so dass sich heute Rückschlüsse auf die Art und Menge sowie den Lagerbedingungen ableiten lassen.

Während den Kampfhandlungen wurden Stellungen getroffen und dabei die dort gelagerte und vorgehaltene Munition verschüttet oder teilweise auch zur Detonation gebracht. Munition und Waffen sind aber auch in den Stellungen beim (fluchtartigen) Verlassen mit samt der Ausrüstung und Munition zurückgelassen worden.

Die Belastung in derartigen Stellungen ist eher punktuell und räumlich begrenzt ausgeprägt bzw. in Stellungssystemen auf die einzelnen Stellungen konzentriert. Die laterale und vertikale Verteilung der Kampfmittel können sehr unterschiedlich ausgebildet sein und kleinräumig stark variieren. Bei größeren Lagermengen ist mit umfangreichen Funden zu rechnen. Sie sind typ- und bauartbedingt auch in größerer Tiefe zu erwarten. Die zu erwartenden Kampfmittel umfassen das gesamte Spektrum der in solchen Stellungen und Kampfhandlungen eingesetzten Munition.

Minen waren zur Sicherung von kämpfenden Truppen sowie als Hindernis für feindliche Truppen und Fahrzeuge nach bestimmtem Schemata oberflächennah verlegt. Diese wurden gekennzeichnet und dokumentiert (Dichte, Tiefe und Verlegschema), um nicht die eigene Truppe zu gefährden. Mit dem Vorstoß der alliierten Truppen zum Ende des Krieges wurden Minen immer mehr ohne festgelegte Ordnung, teilweise im Streueinsatz oder einzeln verlegt und die Dokumentation vernachlässigt. Entsprechend dem Einsatzzweck (Anti-Personen-Mine, Panzerabwehr- oder Sprengmine) ist die Sprengladung unterschiedlich groß. Das Spektrum an Minenarten, Formen und Funktionsweisen ist sehr vielfältig.

Unmittelbar nach dem Zweiten Weltkrieg wurden die bekannten Minenfelder auf Befehl der alliierten Truppen beseitigt. Hierzu liegen teilweise umfangreiche Dokumentationen in den in- und ausländischen Archiven vor. Es kann davon ausgegangen werden, daß Minen nur noch in Ausnahmefällen vorhanden sind.

Minen wurden auch nach dem Zweiten Weltkrieg an der innerdeutschen Grenze angelegt. Sie wurden nach der Wiedervereinigung vollständig geräumt.

Militärisch wichtige Infrastruktur (z.B. Brücken, Landefelder auf Fliegerhorsten) wurden beim Herannahen der alliierten Truppen mit Sprengladungen versehen. Die Sprengladungen waren von der Art der eingesetzten Sprengkörper und deren Anordnung so ausgelegt, dass das Bauwerk zerstört und für eine weitere Nutzung unbrauchbar werden würde. Bei den Sprengladungen kann es sich um reine Explosivstoffkörper oder zweckentfremdete Bomben, Granaten etc. handeln.

#### **7 Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel**

Kampfmittelbelastungen, die aus Bodenkämpfen resultieren, beinhalten ein weites Spektrum an möglichen Kampfmitteln. Hierzu gehören u.a. ehemals als Infanterie-, Panzer-, Artillerie und Pioniermunition eingesetzte Kampfmittel. Die konkrete Ausprägung ist situativ bedingt und kann deshalb nicht allgemeingültig angegeben werden.

#### **8 Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials**

Wegen der sehr unterschiedlichen Ausprägung sowohl hinsichtlich Art, Menge, Zustand, Tiefenlage und sonstiger Fundumstände können allgemeingültige Aussagen zum Gefährdungspotenzial nicht getroffen werden. Die Tatsache, dass in den Stellungen verbliebene Munition in der Regel bezündert war und die Ursachen für die zu Blindgängern geführten Fehlfunktionen nicht bekannt sind bzw. am gefundenen Kampfmittel nicht festgestellt werden können, verursacht für derartige Kampfmittelbelastungen zunächst ein grundsätzlich hohes Gefährdungspotenzial. Eine abschließende Bewertung ist nur durch eine standortspezifische Gefährdungsabschätzung möglich.

#### **9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht**

Kampfmittelbelastungen aus Bodenkämpfen können regional bedeutend sein. Gebiete mit schweren Kampfhandlungen sind bekannt. Allerdings ist davon auszugehen, dass eine große Zahl der mehr kleinräumig, lokal ausgebildeten Kampfgebiete und die damit verbundenen Kampfmittelbelastungen heute nicht mehr bekannt sind. Dies schmälert allerdings nicht die Relevanz der Kampfmittelbelastung aus Bodenkämpfen.

Das Kampfmittelinventar und die teilweise großräumigen Kampfgebiete sowie die vielen lokal ausgebildeten, aber nicht mehr hinreichend bekannten Flächen können eine Gefährdung für die Schutzgüter darstellen.





#### A-2.1.4.4 Munitionsvernichtung

##### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungszenarien

Das Verursachungszenarium „Munitionsvernichtung“ beschreibt geplante oder ungeplante Vorgänge, die zu Kampfmittelbelastungen durch

- die Vernichtung von Munition durch Sprengungen,
- die Beseitigung von Munition durch planmäßige Ablagerung und Entsorgung,
- die Beseitigung von Munition durch Versenkung,
- die Behandlung von Munition durch nicht berechtigte Personen zur Wertstoffgewinnung

geführt haben können und die unabhängig von Kampfhandlungen während der beiden Weltkriege und der Folgezeit entstanden sind.

Kampfmittelbelastungen durch verschüttete oder zurückgelassene Munition in Stellungen werden im Verursachungszenarium „Bodenkämpfe“ behandelt. Munitionssprengungen für die militärische Ausbildung sind im Verursachungszenarium „Militärischer Regelbetrieb“ beschrieben.

##### 2 Einleitung

Die Beseitigung von aufgefundener, nicht verwendungsfähiger oder nicht mehr benötigter Munition erfolgte

- unmittelbar nach dem Ende von Kampfhandlungen in den Kampfgebieten, wobei es sich zumeist um kleinere Fundmengen lokaler Vorkommen handelte, die dem Gegner entzogen werden sollten
- nach dem Ende des Ersten bzw. Zweiten Weltkriegs durch die zumeist systematische Erfassung und Vernichtung von Munition zur Demilitarisierung Deutschlands
- nach dem Ende beider Weltkriege durch die Sammlung von Munition durch nicht berechtigte Privatpersonen zur Wertstoffgewinnung

Nach dem Ende der Kampfhandlungen wurden durch die alliierten Truppen häufig mehr oder weniger große Munitionsvorräte gefunden. Um sie den deutschen Truppen und der Zivilbevölkerung zu entziehen, waren speziell ausgebildete militärische Einheiten (z.B. sog. Bomb Disposal Groups der US Armee) im Einsatz. Diese suchten und vernichteten derartige Funde in der Regel an Ort und Stelle durch Sprengung. Die Arbeiten erfolgten unter Kriegsbedingungen und waren durch eine schnelle und professionelle Vorgehensweise gekennzeichnet.

Nach dem Ersten Weltkrieg erfolgte die Munitionsdelaborierung und -vernichtung in der Zuständigkeit der Reichstreuhandgesellschaft und unter Aufsicht der Interalliierten Militär-Kontrollkommission (IMKK). Sie erfolgte generell in eigens dafür eingerichteten Zerlegestellen, die wegen der dort vorhandenen Infrastruktur häufig in den ehemaligen Artilleriedepots, Geschossfabriken und Feuerwerkslaboratorien eingerichtet wurden. Die Delaborierung wurden von privaten Firmen durchgeführt.

Im Gegensatz zu den Delaborierungen nach dem Ersten Weltkrieg wurde nach Ende des Zweiten Weltkriegs Munition zumeist durch Sprengung vernichtet. Hierzu richteten die alliierten Besatzungsmächte Sammel- und Sprengstellen an den verschiedenen Orten ein. Häufig wurden ehemalige Munitionsanstalten oder Depots genutzt. Hier wurden die bereits vorhandene Munition und Munition von anderen Fundstellen weiter behandelt. Diese Arbeiten wurden zumeist von deutschen Arbeitern unter Aufsicht der alliierten Militärbehörden durchgeführt. Später übernahmen diese Arbeiten die neu gegründeten staatlichen Stellen und auch private Firmen.

Eine weitere gängige Art der Munitionsvernichtung war die Versenkung in nahegelegenen Teichen, Seen oder Flüssen. In der Nord- und Ostsee wurden nach dem Zweiten Weltkrieg die Munitionsversenkung planmäßig betrieben. So gibt es in der Nordsee mindestens vierzehn, in der Ostsee mindestens zwölf Munitionsversenkungsgebiete, die vom Deutschen Hydrographischen Institut nach Koordinaten erfasst und in Seekarten ausgewiesen wurden.

Die Rohstoffknappheit nach den Weltkriegen verleitete die Bevölkerung, Munition und Munitionsteile zu sammeln, um die darin enthaltenen Wertstoffe zu gewinnen. Dies führte zu einer unsystematischen „Munitionsräumung“ bzw. zu einer Verschleppung von Lagerbeständen und oft zu ungewollten Detonationen.

### 3 Quellenlage

Die Rekonstruktion von Munitionsvernichtungen basiert auf schriftlichen und kartografischen Quellen und auf Luftbildern. Zeitzeugen und Zeitungsberichte liefern häufig wichtige Informationen. Diese Quellen finden sich in Archiven aller hierarchischen Ebenen im In- und Ausland.

Zu den übergeordneten Archiven zählen u.a.

- Bundesarchive Berlin (z.B. mit den Beständen R 2 und R 2201 (Reichsschatzministerium 1919-1923 und Reichsfinanzministerium 1919-1945), sowie DC 2 (Amt für Reparationen der DDR 1945 – 1955)),
- Bundesarchiv Koblenz (wichtige Bestände sind u.a. die der ehemaligen Bundesvermögensverwaltung (B 115) und der StEG (B 114)),
- The National Archive, London (z.B. in verschiedenen WO- und FO-Beständen zur Munitionsvernichtung und zur Besatzungszeit),
- National Archives and Records Administration (NARA), Washington D.C. (verschiedene Bestände in den RG 165, RG 338 und RG 498 zur Munitionsvernichtung),
- Archives de la Société des Nations (Völkerbundarchiv), Genf/CH (mit Dokumenten Beständen der Interalliierten Militärkontrollkommission (IMKK)).

In den regionalen und lokalen deutschen Archiven finden sich unterschiedlich umfangreiche, aber immer zu berücksichtigende Dokumente, die die Vorgänge häufig detailliert beschreiben. Hierzu gehören neben den eigentlichen Dokumenten der Vernichtungsorganisationen (z.B. im Bayerischen Hauptstaatsarchiv Archivalien zur StEG) auch Polizeiakten (wichtig bei Detonationen) und kommunaler Einrichtungen zu den Vorgängen in den Vernichtungsstellen.

Luftbilder und auch Bodenfotos sind eine wichtige Informationsquelle für die Rekonstruktion derartiger Vernichtungsstellen. Allerdings liegen für den Zeitraum Sommer 1945 bis Anfang der 50er Jahre meist keine Luftbilder vor, so dass hier eine wesentliche Informationslücke besteht. In derartigen Fällen können aus den Luftbildern, die für den Zeitraum ab 1953 wieder vorliegen, trotz des häufig langen Zeitabstands zu den Ereignissen, noch wertvolle Informationen gewonnen werden. Bodenfotos können wichtige Informationen zu den Zuständen und zur Örtlichkeit von belastungsverursachenden Vorgängen geben. Sie sind allerdings nur zeitaufwändig zu recherchieren.

Die Vorgänge bei der Versenkung in Gewässern und die Entsorgung in Abgrabungen lassen sich lediglich mit Dokumenten und Zeitzeugen hinreichend rekonstruieren.

Die Handlungen unberechtigter Zivilpersonen lassen sich nur durch Zeitzeugenbefragungen feststellen. Bei ungewollten Detonationen können Polizeiberichte entsprechende Informationen enthalten.

#### **4 Besondere Anforderungen an die Recherche**

Das große Spektrum der möglichen Munitionsvernichtungen bedingt zumeist eine breit angelegte Archivrecherche. Die Kenntnis der regionalen und lokalen Verhältnisse, Zuständigkeiten und Strukturen bildet die Grundlage für die erfolgreiche Recherche nach Archivalien. Dabei sind die Bestände in übergeordneten in- und ausländischen Archiven mit denen regionaler und lokaler Archive eng verzahnt zu bearbeiten. Zeitzeugenbefragungen bilden – auch wegen des Fehlens zeitnah geflogener Luftbilder – eine wichtige Informationsquelle. Die erfolgreiche Recherche setzt damit eine detaillierte Recherchestrategie unter Berücksichtigung aller möglichen, auch „exotisch“ erscheinender Archive und Bestände voraus.

#### **5 Besondere Anforderungen an die Auswertung**

Die Rekonstruktion von Kampfmittelbelastungen aus der Entsorgung von Munition ist durch die lückenhafte und fragmentarische Quellenlage charakterisiert. Der Bearbeiter hat die häufig widersprüchlichen oder bruchstückhaften Informationen genau zu prüfen und gegeneinander abzugleichen. Die Schlussfolgerungen und Kenntnislücken sowie die Aussagesicherheit sind dementsprechend differenziert darzustellen.

Wichtig sind Kenntnisse über die damaligen Arbeitsweisen bei der Munitionsvernichtung. Detaillierte Kenntnisse über die Eigenschaften - auch beschädigter - Munition sind für die Gefährdungsabschätzung unerlässlich.

## 6 Ausprägung der Kampfmittelbelastung

Kampfmittelbelastungen können durch das Sprengen, Verbrennen und Vergraben von Munition entstanden sein.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass sich aus den planmäßigen Zerlegearbeiten nach dem Ersten Weltkrieg nur geringe Kampfmittelbelastungen ableiten lassen.

Wesentliche Kampfmittelbelastungen ergeben sich aus den planmäßigen Munitionssprengungen und unbeabsichtigten Detonationen. Die Sprengungen unter Kriegs- und Nachkriegsbedingungen erfolgten aus heutiger Sicht in aller Regel so, dass nur ein (kleinerer) Teil der zu vernichtenden Munition wirklich beseitigt wurde. Der überwiegende Teil der gesprengten Munition wurde durch den Luftstoß in die Umgebung verteilt. Die Auswurfradien dieser Sprengstellen sind unterschiedlich groß ausgebildet und können bis zu mehr als einem Kilometer groß sein. Die Flugrichtung war in der Regel in alle Richtungen annähernd gleich. Bei Sprengungen innerhalb von Munitionsbunkern oder umwallten Sprengstellen können aber vom Sprengort bestimmte, bevorzugte Flugrichtungen entstanden sein.

Insgesamt resultiert aus Munitionssprengungen eine diffuse Kampfmittelbelastung relativ großer Flächen, die fallweise eine klare räumliche Verteilung und einen deutlichen Gradienten aufzeigen kann.

Bei Sprengungen innerhalb von Gebäuden (z. B. Munitionsbunkern) stürzten die Gebäudedecken ein und begruben einen Teil der ungesprengten oder unverbrannten Munition unter sich.

Das Sammeln und Bearbeiten von Kampfmitteln durch unberechtigte Personen zur Wertstoffgewinnung kann zu kleinräumigen Kampfmittelbelastungen geführt haben. Die Ausprägung hängt vom Einzelfall ab.

## 7 Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel

Munition jeder Art und Sorte wurde nach Ende der Kampfhandlungen und der Kriege entsorgt und vernichtet. Das Kampfmittelspektrum eines einzelnen Belastungsgebietes hängt entscheidend von den dort vernichteten Munitionsbeständen ab. Die Munition kann aus deutscher Produktion, aus mit dem Deutschen Reich verbündeten Staaten stammen oder als sog. „Beutemunition“ von damals gegnerischen Staaten hergestellt worden sein. Eine räumliche, qualitative und quantitative Differenzierung der möglichen Kampfmittelbelastung ist durch eine historisch-genetische Rekonstruktion möglich.

## 8 Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials

Das Spektrum der hier zu berücksichtigenden Kampfmittel umfasst sämtliche Arten und Sorten. Durch das nicht professionelle Sprengen wurde die Munition unkontrolliert verändert. Die Munition wurde mehr oder weniger beschädigt, aufgerissen und fragmentiert. Neben der Detonationsgefahr tritt noch eine Vergiftungsgefahr durch den Kontakt mit den Explosivstoffen hinzu.

Durch die häufig hohen Fundmengen und zumeist unklaren Zustände der Kampfmittel und deren oberflächennahen Lage ist das Gefährdungspotenzial im Bereich von Sprengstellen als hoch einzuschätzen.

#### **9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht**

Die Kampfmittelbelastungen des Verursachungszenariums „Munitionsvernichtung“ stellen wegen ihrer intensiven und häufig gefährdungsrelevanten Ausprägung aus heutiger Sicht problematische und häufig sehr kostenintensive Belastungen dar. Sie bedürfen deshalb der intensiven Erkundung und Gefährdungsabschätzung und der detaillierten Räumplanung.



### A-2.1.4.5 Militärischer Regelbetrieb

#### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien

Das Verursachungsszenarium „Militärischer Regelbetrieb“ umfasst die Vorgänge während des normalen Betriebs einer militärischen Liegenschaft im Kommandobereich militärischer Befehlsstrukturen in Friedens- und Kriegszeiten.

Das Verursachungsszenarium beinhaltet nicht den militärischen Regelbetrieb in Standorten der Munitionsproduktion und -lagerung sowie die Ereignisse und Auswirkungen, die innerhalb derartiger Liegenschaften durch Kampfhandlungen während des Zweiten Weltkriegs oder durch Munitionsvernichtungen nach Ende der beiden Weltkriege eingetreten sind.

#### 2 Einleitung

Das Unterhalten und das Vorbereiten auf die Aufgaben einer Armee erfordert Standorte zum Vorhalten und Lagern von Personal und Material sowie Infrastruktur zur Ausbildung. Je nach global-politischer Situation umfasst dies, eine mehr oder weniger große Zahl über ein Staatsgebiet verteilte, militärisch genutzte Standorte.

Die Standorte des militärischen Regelbetriebs werden zur besseren Beschreibung der möglichen Kampfmittelbelastungen in drei Gruppen unterteilt:

- Standorte des Ausbildungsbetriebs,
- Standorte des Versuchsbetriebs,
- Sonstige Standorte des Regelbetriebs.

#### Standorte des Ausbildungsbetriebs

Die Waffen- und Schießausbildung ist wesentlicher Bestandteil der militärischen Ausbildung. Dies wurde und wird regelmäßig geübt. Die Übungen fanden und finden in Abhängigkeit des Ausbildungszwecks

- in Kasernen (z.B. das Zerlegen von Infanteriewaffen oder Pionierübungen),
- auf Standortübungsplätzen (z.B. die Infanteristische Ausbildung und das Schießen in Schießbahnen),
- auf Truppenübungsplätzen (z.B. die gefechtsmäßige Ausbildung auch mit scharfem Schuss innerhalb und außerhalb fest definierter Schießbahnen),
- außerhalb militärischer Standorte im Rahmen von Manövern

statt.

Standortübungsplätze lagen zumeist in der Nähe zu Truppenunterkünften um eine räumlich nahe und damit zeitsparende Ausbildung zu gewährleisten. Truppenübungsplätze mit ihrem großen Flächenbedarf lagen zumeist in wenig bevölkerten und infrastrukturschwachen Gebieten. Sie waren seit dem ersten Ausbau, der zu einer Inbetriebnahme zahlreicher Truppenübungsplätze (ca. 1895) führte, über ganz Deutschland verteilt.

Je nach Ausbildungszweck können Boden-, Luft- und Wasserübungsplätze unterschieden werden. Deren infrastrukturelle Ausstattung richtete sich nach dem Ausbildungszweck. Sie beinhaltet u.a.

- Schießstände und -bahnen, Rohrmaschinen gegen Boden-, Luft- und Seeziele,
- Feuerstellungen für die Artillerietruppe,
- Sprengplätze für Pioniere,
- Handgranatenwurfplätze,
- Bombenabwurfplätze.

Derartige Ausbildungseinrichtungen bestanden aus den Stellungenbereichen, von denen geschossen wurde und den mehr oder weniger ausgedehnten Zielgebieten mit fest oder beweglich aufgestellten Zielen. Die räumliche Ausdehnung der Ausbildungseinrichtungen richtete sich nach dem Ausbildungszweck. Zumeist wurde in ein oder mehrere, zentral gelegene Zielgebiete geschossen. Diese Zielgebiete wurden auch für das Schießen aus Außenfeuerstellungen genutzt.

#### **Standorte des Versuchsbetriebs**

Waffen- und munitionstechnische Versuchsanlagen stellten einen Sonderfall dar und beschränkten sich auf wenige Standorte. Sie dienten der wissenschaftlichen Untersuchung und Erprobung von Waffen und Munition. Derartige Schießplätze wurden sowohl vom Militär als auch von der Industrie betrieben. Erprobt wurden v.a. Prototypen, Modifikationen und Beutemunition.

Neben dem Wirkungsbild der Munition war oft auch die Standfestigkeit von Verteidigungsbauten, Panzerung oder von militärischer Ausstattung (z. B. Stahlhelme) von Bedeutung.

#### **Sonstige Standorte des Normal- und Regelbetriebs**

Truppenunterkünfte und andere Standorte des militärischen Regelbetriebs besaßen oft keine Einrichtungen, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben konnten. Zeitlich und zweckbezogene Besonderheiten sind allerdings bekannt (z.B. Bordwaffenjustierstände auf den Fliegerhorsten des Dritten Reiches).

### **3 Quellenlage**

Die Quellenlage ist für die Standorte des Ausbildungsbetriebs, des Versuchsbetriebs und der Standorte des Regelbetriebs sehr unterschiedlich.



Der Aufbau und Betrieb von Standort- und besonders Truppenübungsplätzen wird im Wesentlichen mit Quellen der jeweiligen Betreiber dokumentiert. Hierzu gehören die deutschen Dienststellen und nach dem Zweiten Weltkrieg auch die der Gaststreitkräfte. Die Unterlagen finden sich heute in verschiedenen Archiven oder bei den Streitkräften. Aufklärungs- und Spionageberichte und Luftbilder existieren nur untergeordnet in den ausländischen Archiven. Auch ist die Luftbildabdeckung häufig nur auf die Kasernenbereiche von Übungsplätzen beschränkt, während der eigentliche Übungsplatz allenfalls durch Übersichtsaufnahmen abgedeckt ist.

Wegen ihres besonderen Informationspotenzials wurden die Versuchseinrichtungen durch häufig umfangreiche Bestände der Betreiber und der gegnerischen Aufklärung dokumentiert. Nach der Einnahme derartiger Standorte nach dem Ersten und Zweiten Weltkrieg wurde der Stand der deutschen Militärforschung und -entwicklung intensiv analysiert. Deutsche Unterlagen wurden von den Alliierten konfisziert und in deren Heimatländer verbracht. Lediglich ein Teil dieser Dokumente wurde in den 60er Jahren an Deutschland zurückgegeben.

Die Standorte des Regelbetriebs sind durch deutsche und/oder ausländische Quellen meist gut dokumentiert. Der Überlieferungsgrad hängt dabei von verschiedenen Faktoren ab und kann bei vergleichbaren Standorten sehr unterschiedlich sein.

Für die Rekonstruktion derartiger Standorte sind die deutschen Archive auf den verschiedenen Ebenen relevant. Neben dem Bundesarchiv-Militärarchiv in Freiburg sind auch die Bundesarchive in Berlin und Koblenz wichtig. Landes- und kommunale Archive können fallweise wichtige Dokumente besitzen. Die im Kapitel 2.1.3 „Informationsquellen“ genannten ausländischen Archive besitzen häufig sehr umfangreiche und relevante Bestände, die insbesondere die Zeit des Zweiten Weltkriegs und danach umfassen.

Bei allen Recherchen für Standorte des militärischen Regelbetriebs sind die Bestände der militärischen Einheiten und Verwaltungseinheiten zu berücksichtigen. Geheimhaltungen können dabei die Beschaffung erschweren oder unmöglich machen, so dass derartige Recherchen nur wenigen Stellen vorbehalten bleiben.

#### **4 Besondere Anforderungen an die Recherche**

Die langjährige Nutzung militärischer Standorte, die bis in das 19. Jahrhundert zurück reichen kann, macht es notwendig, die Recherchestrategie detailliert auszuarbeiten. Dabei sind insbesondere die auf den Standorten stationierten Einheiten und die Verwaltungsstellen des Liegenschaftsbetriebs zu bestimmen. Damit kommt dem Provenienzprinzip eine besondere Bedeutung zu.

In den überlieferten Archivalien finden sich nur selten direkte Hinweise auf Kampfmittelbelastungen. Für ihre Rekonstruktion sind deshalb die zu einer derartigen Belastung führenden Handlungen und dazugehörigen Infrastruktureinheiten zu bestimmen. Wesentliche Informationen sind in Dienstvorschriften zum Betrieb und in Forschungs- und Spionageberichten enthalten.

Der Bearbeiter einer Recherche benötigt detaillierte Kenntnisse der militärischen Organisation und den relevanten Vorgängen und Nutzungen auf derartigen Standorten.

### **5 Besondere Anforderungen an die Auswertung**

Rückschlüsse auf Kampfmittelbelastungen lassen sich meist nur über die Rekonstruktion von Nutzungsstrukturen und Handlungsabläufen ziehen. Die vergleichende Bearbeitung analoger Standorte ist ein weiterer wesentlicher Arbeitsschwerpunkt.

### **6 Ausprägung der Kampfmittelbelastung**

Mögliche Kampfmittelbelastungen durch den Ausbildungs- und Versuchsbetrieb sind zunächst auf allen derartigen Standorten zu erwarten. Die Kampfmittelbelastung hängt dabei insbesondere vom Nutzer, der Nutzungsdauer und deren Intensität ab. Je nach Infrastruktur und Nutzungsart können annähernd punktuelle oder auch großräumige Kampfmittelbelastungen entstanden sein. Deren Begrenzung ist häufig nicht scharf sondern unregelmäßig ausgebildet.

Demgegenüber ist die Kampfmittelbelastung auf Standorten des Regelbetriebs grundsätzlich geringer ausgebildet.

### **7 Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel**

Auf Standorten des Ausbildungs- und Übungsbetriebs ist ein großes Spektrum an Kampfmittel zu erwarten.

Gleiches gilt für die Standorte des Versuchsbetriebs, auf denen zudem seltene, nur in geringen Stückzahlen hergestellte Erprobungsmunition und ungewöhnliche Beutemunition erwartet werden kann.

Bei den Standorten des Regelbetriebs sind die Munitionstypen der jeweiligen Nutzer zu erwarten.

### **8 Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials**

Eine allgemeingültige Aussage zum Gefährdungspotenzial dieser Standorte kann wegen der komplexen und sehr unterschiedlichen möglichen Belastungen nicht getroffen werden. Die Gefährdungsabschätzung bleibt damit einzelfallbezogenen Untersuchungen vorbehalten.

### **9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht**

Wegen der langjährigen intensiven und vielschichtigen Nutzung stellen insbesondere die Truppenübungsplätze und Versuchsbetriebe Standorte mit einer relevanten Kampfmittelbelastung dar. Demgegenüber sind die Kampfmittelbelastungen – von punktuellen Vorkommen abgesehen – auf Standortübungsplätzen und Standorten des Regelbetriebs weniger bedeutsam.

### A-2.1.4.6 Munitionsproduktion und -lagerung

#### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien

In diesem Abschnitt wird der Regelbetrieb auf Standorten der Munitionsproduktion und der Munitionslagerung betrachtet. Dabei liegt das Augenmerk insbesondere auf dem Zeitraum des Ersten und Zweiten Weltkriegs. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Produktionsstätten und -lager des Ersten Weltkriegs teilweise lageidentisch mit späteren Standorten waren oder demilitarisiert worden sind. Standorte der Munitionsproduktion nach Ende des Zweiten Weltkriegs werden heute zivil-gewerblich betrieben. Munitionsdepots werden von der Bundeswehr betrieben. Bei beiden Nutzungstypen wird von keiner Kampfmittelbelastung, die vom Regelbetrieb verursacht wurde, ausgegangen.

Kampfmittelbelastungen, die auf derartigen Standorten durch Demontagen nach Ende des Regelbetriebs oder durch Munitionsvernichtungen eingetreten sind, werden im Anhang A-2.1.4.4 „Munitionsvernichtung“ behandelt.

#### 2 Einleitung

Waffen und dazugehörige Munition sind zentrale Ausrüstungsbestandteile aller Streitkräfte. In Friedens- und Kriegszeiten war (und ist) deshalb die ausreichende Ausstattung und der notwendige Nachschub sicherzustellen. Diese Aufgaben übernahmen früher militärische und zivil-gewerbliche Produktionsstätten sowie militärisch betriebene Depots.

Aufgrund der unterschiedlichen Waffensysteme, deren Weiterentwicklung, spezieller Anforderungen sowie nationenunabhängiger Entwicklung, gab (und gibt) es die unterschiedlichsten Arten und Typen von Munition. Beispielsweise reichte die Bandbreite der von der Wehrmacht eingesetzten Munition von der 6,35-mm-Pistolen-Patrone bis zu den 5 t wiegenden Projektilen des 80 cm Eisenbahngeschützes „Schwerer Gustav“. Im Einzelnen sind sowohl für den Ersten als auch den Zweiten Weltkrieg zu berücksichtigen:

- Die Industrie fertigte hauptsächlich schussfertige Munition bis zum Kaliber 3,7 cm. Für größere Kaliber wurden durch sie die nicht explosivstoffhaltigen Teile wie Hülsen, Kartuschen, Zünder etc. geliefert. Die Produktionsstandorte waren über ganz Deutschland verteilt, wobei nach der damaligen industriellen Struktur die Schwerpunkte in den Ballungsgebieten lagen.
- Die Produktion von Explosivstoffen (d. h. Sprengstoffe, Pulver und Initialsprengstoffe) erfolgt(e) meist an den Standorten der chemischen Industrie. Besonders während des Zweiten Weltkrieges wurde zusätzlich eine Vielzahl dezentraler Werke errichtet. Die Dezentralisierung ist in dem hohen Wasser- und Flächenbedarf, in Tarnungsgründen und im Verlauf des Krieges mit den zunehmenden alliierten Bomberangriffen begründet.

- Für die Befüllung der Geschosse, Bomben usw. sowie ihre Schußfertigmachung standen Füllanlagen und spezielle militärische Einrichtungen zur Verfügung. Im Ersten Weltkrieg lagen die Munitionsfertigungsstellen und Munitionsdepots innerhalb der Artilleriedepots. Im Zweiten Weltkrieg wurde der überwiegende Teil solcher Produktions- und Lagerstandorte als sog. „Munitionsanstalten“ für Heer, Luftwaffe und Marine neu errichtet. Diese militärischen Anlagen waren aus Tarnungs- und Sicherheitsgründen (wegen der Mengen an lagernder Munition) i. d. R. weitab der Ballungsgebiete lokalisiert. Im Jahre 1945 waren z. B. im Bereich des heutigen Deutschlands ca. 250 dieser Nachschubeinrichtungen vorhanden.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Lage der Standorte bekannt ist. Eine detaillierte Beschreibung der Munitionsproduktion und -lagerung während des Zweiten Weltkriegs findet sich u. a. bei PREUß & EITELBERG (1996): Rüstungsaltsstandorte – Teil 2: Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltsstandorten. – Handbuch Altlasten der Hess. Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden.

### 3 Quellenlage

Die Produktionsabläufe und Handlungsprozesse von Industrie, Wirtschaft und Militär bei der Herstellung und Lagerung von Munition zu Kriegszeiten bzw. Zeiten der Aufrüstung sind archivarisch meistens gut dokumentiert. Es finden sich z. B. übergreifende Materialien zur Lage der deutschen Kriegswirtschaft, Beschreibungen von Produktionsprozessen, Vorschriften zur Handhabung der Munition, Lagepläne, Gebäudelisten und Bauunterlagen von Produktionsstätten und Munitionsanstalten, militärisch-strategische Befehle etc. Die Rekonstruktion wird vielfach durch standardisierte Produktionsprozesse und Standardbauweisen erleichtert. Damit ist eine Analogiebearbeitung sehr gut möglich.

Angaben zu Produktions- und Lagermengen sind dagegen nur lückenhaft überliefert. Sie können häufig nur geschätzt werden.

Die Arbeitsteilung der deutschen Munitionsherstellung in metallverarbeitende Industrie, chemische Explosivstoff- (Sprengstoffe und Pulver) und Kampfstoffherzeugung sowie die Schussfertigmachung, Lagerung und Ausgabe durch die Munitionsanstalten spiegelt sich in den archivarischen Quellen wieder. Deshalb ist vor einer Recherche eine genaue Analyse der Provenienz möglicher Quellen notwendig.

Wesentliche Quellen zum Thema Munitionsherstellung und -lagerung finden sich in folgenden überregionalen Archiven (in Auswahl):

- Bundesarchive Berlin und Koblenz
- Bundesarchiv-Militärarchiv Freiburg
- National Archives, Washington/USA
- Library of Congress, Washington/USA
- Imperial War Museum, London
- Public Record Office, London

- Archives de la Société des Nations (Völkerbundarchiv), Genf/CH.

Zusätzlich sind zahlreiche Archive auf Landes- und kommunaler Ebene sowie Firmenarchive zu nennen.

Standorte der Munitionsproduktion und Lagerung waren für die alliierte Luftaufklärung von besonderem Interesse. Folglich existieren hier in vielen Fällen Kriegsluftbilder sehr guter Qualität.

Neben den verschiedenen Archivalien liefern Literatur, wissenschaftliche Arbeiten, Fachgutachten, Karten und Zeitzeugen Informationen.

#### **4 Besondere Anforderungen an die Recherche**

Bei Standorten der Munitionsproduktion und -lagerung handelt es sich um komplexe Produktions- und Logistikbetriebe, deren Rekonstruktionen zumeist umfangreiche Recherchen notwendig machen. Die Geheimhaltung während des Zweiten Weltkriegs hat zu einer geringen Verbreitung der Dokumente geführt. Zum Ende des Zweiten Weltkriegs wurden zudem viele Dokumente vernichtet. Das besondere Interesse der Alliierten an den deutschen Technologien hat zu einer Verbringung der erbeuteten Unterlagen ins Ausland geführt.

Vergleichbares gilt für die Dokumente des Ersten Weltkriegs, deren Überlieferungen insbesondere durch die Vernichtungen während des Zweiten Weltkriegs nur noch sehr lückenhaft sind.

Aus diesen Gründen sind die Recherchen in allen möglichen Archiven im In- und Ausland durchzuführen. Bereits durchgeführte Recherchen im Rahmen der Rüstungsaltsstandort-Programme der Länder sind dabei zu berücksichtigen.

#### **5 Besondere Anforderungen an die Auswertung**

Die Komplexität der Standorte erfordert einen hohen Sachverstand und langjährige Erfahrung bei der Auswertung der Archivalien. Insbesondere sind Kenntnisse in Produktionsprozessen und Logistikkabläufen notwendig. Hierzu gehören bedarfsweise Kenntnisse zur Chemie, Chemischen Technologie, Waffen- und Munitionskunde.

#### **6 Ausprägung der Kampfmittelbelastung**

Eine Kampfmittelbelastung kann während des Regelbetriebs nur auf Standorten eingetreten sein, die Explosivstoffe- und Munition produziert oder gelagert haben. Hierzu gehören die Munitionsanstalten und die zivil-gewerblichen Rüstungsbetriebe.

Die Munitionsproduktion und -lagerung stellen für den Menschen und für die Produktionsanlagen ein hohes Gefährdungspotenzial dar. Die Sicherheitsbestimmungen waren entsprechend hoch ausgelegt. Munition ist ein wertvolles Produkt, was unmittelbar kriegswichtige Bedeutung hat. Deshalb hat der produktionsbedingte Regelbetrieb nur im Ausnahmefall zu einer Kampfmittelbelastung geführt. Folgende Möglichkeiten sind zu berücksichtigen:

- Unfälle, die zu einer explosionsbedingten Verteilung von Munition in das Gelände geführt haben

- Planmäßige Entsorgung von Fehlchargen oder Prüfchargen in Munitionsanstalten

Im ersten Fall wird die Rekonstruktion des Unfalls und der damit einhergehenden Kampfmittelbelastung nur durch intensive Recherchen möglich sein. Die Ausprägung der Belastung hängt ab von verschiedenen Faktoren, wie z.B.

- Intensität der Explosion,
- an der Explosion beteiligte Munition,
- bauliche Infrastruktur und Bewuchs des Explosionsbereichs.

Sie kann nicht generalisiert werden und unterliegt dem Einzelfall.

Die planmäßige Entsorgung von Munition fand auf sog. Brandplätzen statt. Struktur und Lage innerhalb von Produktionsstandorten und Munitionsanstalten lassen sich häufig genau rekonstruieren. Die Abfälle, die beim Brand anfielen, wurden in unmittelbarer Nähe deponiert. Durch die Rekonstruktion können diese Stellen lokalisiert und damit auch die räumlich begrenzten Kampfmittelbelastungen festgestellt werden.

Vergleichbares gilt für die Standorte der Explosivstoffherstellung. Es ist zu berücksichtigen, dass auf derartigen Standorten häufig Untergrundverunreinigungen existieren, deren Bearbeitung auf Basis des Bundesbodenschutzgesetzes (BBodSchG) und den Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz (AH BoGwS) erfolgt.

Kampfstoffmunition wurde bei Verdacht auf undichte Wandungen und Behältnisse in unmittelbarer Nähe des Lagerortes, z.B. des Bunkers, vergraben. Manchmal wurde derartige Munition mit Kalk überdeckt. Diese punktuellen Vergrabungen wurden aktenmäßig nicht genau lokalisiert und sind auch luftbildsichtig häufig nicht festzustellen, so dass im Allgemeinen keine konkreten Verdachtsmomente und -lokalitäten benannt werden können.

## **7 Eingesetzte und heute zu erwartende Kampfmittel**

Die zu erwartenden Kampfmittel können das gesamte Spektrum der produzierten und gehandhabten Munition umfassen. Eine Eingrenzung auf bestimmte Typen ist nicht möglich. Dies kann nur durch die historisch-genetische Rekonstruktion erfolgen.

## **8 Abschätzung des allgemeinen Gefährdungspotenzials**

Eine allgemeine Einschätzung der Gefährdungspotenziale für Standorte der Munitionsproduktion und Munitionslagerungen, die im Regelbetrieb eingetreten sind, ist nicht möglich. Eine Beurteilung muss immer einzelfallbezogen erfolgen.

## **9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht**

Im Gesamtkontext der heutigen Kampfmittelbelastung sind die Belastungen, die aus dem Regelbetrieb der Munitionsproduktion und -lagerung entstanden sein können, nur ausnahmsweise von Bedeutung.

### A-2.1.4.7 Chemische Kampfstoffe bzw. Kampfstoffmunition

#### 1 Abgrenzung zu anderen Verursachungsszenarien

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung behandeln nicht „die Erkundung, Bewertung und Räumung chemischer Kampfstoffe“ (s. Textteil, Kapitel 1: Geltungsbereich und Ziele, Absatz 1). Da bei der historisch-genetischen Rekonstruktion von Kampfmittelbelastungen derartige Kampfmittel fallweise zu berücksichtigen sind, sollen hier einige grundsätzliche Hinweise gegeben werden.

Unter chemischen Kampfstoffen fasst man (industriell hergestellte) chemische Substanzen oder Gemische von Substanzen zusammen, die wegen ihrer hohen Toxizität im Sinne tödlicher oder schädigender Wirkung zu militärischen Zwecken verwendet werden. Im Gegensatz zu Explosiv- und Brandstoffen, die physikalisch wirken, sollen mit chemischen Kampfstoffen Lebewesen vergiftet oder verletzt werden.

#### 2 Einleitung

Seit dem Ersten Weltkrieg bis zum Ende des Zweiten Weltkrieges wurden in Deutschland chemische Kampfstoffe entwickelt, produziert und erprobt. Die Kampfstoffe wurden im Wesentlichen von der chemischen Industrie entwickelt und produziert sowie in speziellen Anlagen in militärisch gesicherten Standorten erprobt und abgefüllt. Die Munition wurde im Zweiten Weltkrieg in hierfür extra eingerichteten Munitionsanstalten gelagert. Die Erprobung erfolgte in Deutschland nur auf wenigen militärischen Standorten.

Während des 1. Weltkrieges wurden industriell hergestellte chemische Kampfstoffe, die erstmals 1915 bei Kampfhandlungen im belgischen Ypern genutzt wurden, nicht in Deutschland eingesetzt.

Auch während des Zweiten Weltkrieges wurden in Deutschland keine chemischen Kampfstoffe militärisch eingesetzt. Die einzige dokumentierte Freisetzung von chemischen Kampfstoffen durch Kampfhandlungen erfolgte am 08. April 1945 durch einen amerikanischen Jagdbomberangriff auf einen mit Tabunbomben beladenen Güterzug bei Lossa in Thüringen.

Zum Ende des Zweiten Weltkrieges bedingte die Rückführung großer Mengen an Kampfstoffmunition in das Kerngebiet des Deutschen Reiches eine ungeordnete und häufig rasche Verlagerung auch in ursprünglich nicht dafür bestimmte Munitionsanstalten, in Freilager und auf Binnenschiffe.

Nach dem Ersten und nach dem Zweiten Weltkrieg wurden große Mengen an chemischen Kampfstoffen und Kampfstoffmunition in speziellen Standorten, bei denen es sich zumeist um ehemalige Produktionsstätten oder Munitionsanstalten handelte, zusammengeführt und zum großen Teil dort vernichtet. Die Vernichtung erfolgte durch Verbrennen und chemische Umwandlung, in beachtlichem Umfang auch durch Vergraben. In Nord- und Ostsee wurden große Mengen versenkt.

Nach dem Zweiten Weltkrieg wurden chemische Kampfstoffe nur noch von den Gaststreitkräften in Deutschland gelagert. Die Bundeswehr besaß und besitzt keine chemische Kampfstoffmunition.

### **3 Quellenlage sowie die besonderen Anforderungen an die Recherche und Auswertung**

Auf dem Gebiet Deutschlands erfolgte weder im 1. noch im 2. Weltkrieg der gefechtsmäßige Einsatz von chemischen Kampfstoffen. Die Recherchen können sich damit ausschließlich auf die Standorte konzentrieren, auf denen während des Ersten und Zweiten Weltkrieges chemische Kampfstoffe bzw. Kampfstoffmunition produziert, abgefüllt, erprobt, gelagert sowie nach dem Krieg vernichtet wurden.

Hierzu sind primäre Quellen in unterschiedlicher Qualität und Quantität überliefert worden. Die Produktion und teilweise auch die (militärische) Erprobung ist vergleichsweise gut dokumentiert. Dies liegt am besonderen Interesse der alliierten Streitkräfte, die während und nach den beiden Weltkriegen umfangreiches Material erbeutet und ausgewertet haben. Die resultierenden Berichte liefern die entsprechenden, detaillierten Informationen. Insofern kommt der Recherche in ausländischen Archiven eine besondere Bedeutung zu.

Demgegenüber sind zwar die meisten Standorte zur Lagerung bekannt, Details zu den einzelnen Standorten, deren internen Handlungsabläufen, den Umgang mit undichter Munition und deren Beseitigung (zumeist durch Vergraben), sind nur selten quellenmäßig belegt. Ähnliches gilt für die Vernichtungsplätze.

Wegen der besonderen Geheimhaltung und der gezielten Aktenvernichtung bei Kriegsende sind auch in Primärquellen Informationslücken und -ungenauigkeiten vorhanden. Alle Informationen sind deshalb mit Hilfe weitere Angaben zu überprüfen.

Für die Auswertung steht zudem eine größere Anzahl von Sekundärliteratur zur Verfügung. Deren sehr unterschiedliche Zielstellung und Qualität macht eine gewissenhafte Prüfung dort wiedergegebener Informationen notwendig.

### **4 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht**

Kampfmittelbelastungen, die gänzlich aus ehemaliger Kampfstoffmunition bestehen, sind in Deutschland selten. Einzelfunde aus beiden Weltkriegen können aber für Standorte, auf denen diese Stoffe bzw. Munition produziert, abgefüllt, erprobt, gelagert sowie nach dem Krieg vernichtet wurden, nicht ausgeschlossen werden. Wegen des sehr hohen Gefährdungspotenzials und der besonderen gesetzlichen Bestimmungen sind an die Erfassung, Erkundung, Bewertung und Räumung entsprechend hohe Anforderungen zu stellen. Sie bedürfen langjähriger Erfahrungen. Die besondere Bedeutung erfordert darüber hinaus einen sensiblen Umgang mit den gewonnenen Informationen.



## **A-2.2 Die Archivaliendatenbank des Bundes bei der Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz in der OFD Hannover**

### **A-2.2.1 Beschreibung**

#### **1 Informationsbeschaffung, Recherchen**

Erst durch die Auswertung historischer Quellen wird die Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM) ermöglicht. Diese Quellen lagern in öffentlichen Archiven und Behördenregistraturen. Sie werden durch Recherchen erschlossen. Die grundsätzliche Schwierigkeit bei Recherchen besteht darin, dass sich die Archivalien in unterschiedlichen Archiven befinden und dort nicht unter rüstungsaltplasten- oder kampfmittelspezifischen Aspekten zusammengefasst oder abgelegt sind. Aus den sehr heterogenen Beständen unterschiedlicher Herkunft (z.B. Ministerien, Verwaltungseinheiten, etc.) gilt es, gezielt die relevanten Informationen zu finden und zu extrahieren. Dabei sind Bundes-, Landes-, Bezirks- und kommunale Archive ebenso zu berücksichtigen wie Archive von Wirtschaftsunternehmen und -verbänden. International sind vornehmlich Archive in den USA, in Großbritannien, Frankreich und Russland zu bearbeiten. Außerdem sind Archive militärischer Behörden zu nutzen, die der Öffentlichkeit normalerweise nicht zugänglich sind.

Bei der Rekonstruktion von historischen Zuständen und Vorgängen auf Liegenschaften (z.B. militärischen- oder Rüstungsstandorten) beschränken sich die Recherchen nicht ausschließlich auf konkrete Liegenschaften, da nur in seltenen Fällen umfangreiche liegenschaftsbezogene Aktenbestände existieren. Neben der liegenschaftsbezogenen Recherchetätigkeit wird auch nach übergeordneten und grundlegenden Themenbereichen recherchiert, wie beispielsweise nach allgemeinen Dienstvorschriften, Berichten alliierter Wirtschafts- und Militäraufklärung und Ähnlichem. Die alliierten Streitkräfte betrieben während des Zweiten Weltkriegs eine intensive Aufklärungsarbeit hinsichtlich der militärischen und ökonomischen Verhältnisse im Deutschen Reich. Die daraus resultierenden Aktenbestände sowie Sammlungen erbeuteten deutschen Schriftgutes (heute teilweise noch in ausländischen Archiven befindlich) bilden eine Quellengattung, der bei der Bearbeitung von Rüstungsaltplastenverdachtsstandorten ein einzigartiger Quellenwert zukommt.

Eine vergleichbare Vorgehensweise aus liegenschaftsbezogener und grundsätzlicher Recherche ist für kampfmittelelastete Liegenschaften erforderlich. Darüber hinaus enthalten die Bestände der britischen (RAF) und amerikanischen (USAAF) Luftstreitkräfte detaillierte Informationen zu den Luftangriffen. Hieraus lassen sich sehr genau die bombardierten Flächen bestimmen und die potenzielle Kampfmittelbelastung ableiten. Ergänzt werden die Angriffsunterlagen durch grundlegende Archivalien zum Luftkrieg über Deutschland sowie durch Forschungsberichte über die Wirkung von Kampfmitteln und dergleichen mehr. Zusätzlich lassen sich aus Operationsberichten der Bodentruppen Hinweise auf Kampfmittelbelastungen durch Bodenkämpfe und Munitionsvernichtungen gewinnen.

## 2 Die Archivaliendatenbank des Bundes

Die OFD Hannover hat in ihrer Funktion als Leitstelle des Bundes für Boden- und Grundwasserschutz auf Erlass des damaligen Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Erlass BMBau, vom 07.03.1995) eine Archivalien-Datenbank erstellt, die den besonderen Ansprüchen der Datenart, -herkunft und Thematik angepasst ist. Hierin werden alle durch die Archivrecherchen bearbeiteten Materialien und Informationen zentral verwaltet. Dabei wahrt die Archivalien-Datenbank den Zusammenhang zwischen Akten und den entsprechenden registraturbildenden Behörden, indem die Archivalienerfassung das Provenienzprinzip der jeweiligen Archive beibehält und widerspiegelt.

Historische Quellen liegen in den Archiven in unterschiedlicher Form vor. Meist handelt es sich um Akten, d.h. Schriftgut, welches gebunden, geheftet oder aber als lose Blattsammlung gelagert wird. Karten und Pläne können in den Akten enthalten sein oder aber als Einzelbestände vorkommen. Dies trifft auch auf historische Luftbilder und Fotografien zu. Die Archivalien fließen in reproduzierter Form unterschiedlicher Art in das zur Archivalien-Datenbank gehörige Archiv ein. Als Medienformen sind dabei vertreten: Papierkopien, Mikrofilme, Mikrofiches, Fotonegative, Fotopositive, Dias und Scans.

Die recherchierten Archivalien und deren Inhalte werden in der Datenbank mittels vorgegebener Eingabestruktur erfasst. Mit der Zuweisung der Bestände und der Einzelsignatur der Archivalien ist die zweifelsfreie Zuordnung zwischen Archivalienkopie und Aktenoriginal im Archiv gewährleistet, was insbesondere der Nachvollziehbarkeit und wissenschaftlichen Überprüfbarkeit der zitierten Quellen einerseits sowie der ordnungsgemäßen Dokumentation andererseits dient. Zu jeder Akte werden der Originaltitel und der Entstehungszeitraum festgehalten. Jede Archivalie wird mit einer Kurzbeschreibung zusammenfassend beschrieben. Hier fließen solche Informationen ein, die nicht über die festgelegten Thesaurus-Tabellen („Archivalien-Art, -Inhalt, -Objekte“) erfasst werden können.

Mit Hilfe eines definierten Thesaurus werden jeder Archivalie bestimmte thematische Schlagworte zugeordnet:

1. Als „Archivalien-Art“ wird festgehalten, ob es sich um Texte, Karten, Pläne, Fotos oder Luftbilder handelt.
2. Fachliche Aspekte der Archivalien spiegeln sich in der Tabelle „Archivalien-Inhalt“ (Tab. A-2.2 - 1) wider.

**Tab. A-2.2 - 1: Archivalien-Inhalt**

<b>(BE)</b>	Besondere Ereignisse	Betriebsunfälle (Brände, Explosionen, Leckagen), Demontage, Entsorgung von Munition und Kampfstoffen, Kriegsschäden / Bombentreffer / Sprengungen
<b>(KS)</b>	Konstruktion	Planung, Baumaßnahmen zu baulicher Infrastruktur
<b>(NA)</b>	Natürliche Standortfaktoren	Boden, Geologie, Luft, Wasser (wasserrechtliche Genehmigungsverfahren)
<b>(PN)</b>	Produktion / Nutzung	Funktionale Struktur (Funktion von Anlagenteilbereichen, Gebäudenutzungen), militärische Nutzung, Produktionsprozesse (eingesetzte Stoffe), Ver- und Entsorgung
<b>(OP)</b>	Operation	militärische Planung, Bombardierungen
<b>(OR)</b>	Organisation	allgemeiner Schriftverkehr, Finanzen, Personal, Sitzungsprotokolle, Verwaltungsstruktur
<b>(WT)</b>	Waffentechnik	Konstruktion von Waffen, technische Erläuterungen, Pläne zu Waffen
<b>(S)</b>	Sonstiges	.

3. Der Bezug zu bestimmten Standort- und Nutzungsarten wird über den Thesaurus „Archivalien-Objekte“ (Tab. A-2.2 - 2) hergestellt.

Tab. A-2.2 - 2: Archivalien-Objekte

<b>(BR)</b>	Bergbau und Rohstoffgewinnung	(Kohle-, Salz-) Bergwerke, Raffinerien
<b>(DP)</b>	Depot / Zeugamt	Explosivstoffe, Kampfstoffe, Fahrzeuge, Nachschub, techn. Ausrüstung - <b>keine Munition und Treibstoffe</b> -
<b>(EA)</b>	Eisenbahnanlagen	Bahnhöfe (Güter-, Verschiebebahnhöfe), Gleisanlagen, Bahndämme
<b>(ES)</b>	Entsorgungseinrichtungen	Brandplatz, Delaborierungsanstalten u. -plätze, Kläranlage, Sprengplatz, Vergrabungs- / Versenkungsstelle, Zerlegungsstelle
<b>(FP)</b>	Flugplätze	Flughafen, Feldflugplatz, Lande- / Notlandeplatz, Fliegerhorst, Einsatzplatz, Wasserflugplatz, Werksflugplatz
<b>(HW)</b>	Hafenanlagen und Werften	Docks, Hafenbecken, Kaianlagen
<b>(IG)</b>	Industriebetr. / Gewerbebetr. allg.	Stahlwerke, Kraftwerke, sonstige nicht zuzuordnende Industrie- und Gewerbebetriebe
<b>(LF)</b>	Land- und Forstwirtschaft	Einrichtungen und Anlagen der Land- und Forstwirtschaft
<b>(KA)</b>	Kasernen	Fasslager, Ölabscheider, Schrottplatz, Tankstelle, Wartungsbereich, Werkstatt, Waschstraße, Trafostation
<b>(MC)</b>	Militärchemische Produktion	Sprengstoff- / Kampfstoffwerk, Pulver- / Munitionsfabrik, Zünderfabrik, Hydrierwerk, Nitrozellulosefabrik
<b>(MT)</b>	Militärtechnische Produktion	Flugzeugbau, Panzerfabrik, Raketenbau, Waffenfabrik, Werft
<b>(MA)</b>	Munitionsanstalten	Füllanlage / -stelle, Heeres- / Luftwaffen-Muna, Munitionsdepot
<b>(ST)</b>	Stellungen	Artillerie, Bunker, Flak, Geschütze, Lauf- / Panzergräben
<b>(SW)</b>	Straßen und Wege	Brücken, Autobahnen
<b>(TL)</b>	Tanklager	Großtanklager, T-Stofflager, Raketentreibstofflager, Marineöllager, Heeres- / Marine- / Luftwaffentanklager
<b>(ÜA)</b>	Übungsanlagen	Bombenabwurfplatz, Gasübungsplatz, Exerzierplatz, Schießbahn / -platz, Standort- / Truppenübungsplatz
<b>(VE)</b>	Versorgungseinrichtungen	Rohrleitungen, Pipelines, Stromleitungen
<b>(WS)</b>	Wasserstraßen	Flüsse, Kanäle, Schleusenanlagen, Sperrwerke, Wehre
<b>(SMI)</b>	Sonstige militärische Anlagen	.
<b>(S)</b>	Sonstiges	nicht zuzuordnende Objekte
<b>(K)</b>	Kein Objekt	Archivalie definitiv ohne Objektzuordnung (z.B. Munitionsbeschreibung, Personalakte etc.)

Der Bezug zu konkreten Standorten oder Liegenschaften erfolgt über die „Standort-Tabelle“. Die Tabelle definiert die geografische Lage (Nord- und Ostkoordinate, Ortsname, Kreis, Bundesland) und eine konkrete historische Nutzung (z.B. Flugplatz, Munitionsanstalt usw.). Sie wird kontinuierlich ergänzt.

Mehrfachnennungen sind sowohl bei den Thesauri als auch bei der Standortzuordnung möglich.

In weiteren Eingabefeldern werden der Umfang der Originalakte (Seitenanzahl) sowie die Zahl der bei der OFD Hannover vorhandenen Kopien und die Sprache der Archivalie dokumentiert.

Nach Erfassung aller Informationen wird das „Archivalien-Detailblatt“ (vgl. Abb. A-2.2 - 1) mit den vorhandenen Reproduktionen nach Archiv, Bestandsgruppe und Signatur im Archiv der OFD Hannover abgelegt.

Die geschilderten Erfassungsgrundsätze ermöglichen sowohl eine standortbezogene als auch eine thematische Auswertung der Archivalien-Datenbank.

Eine Besonderheit stellen Luftbilder dar. Insbesondere senkrecht aufgenommene und stereoskopisch vorliegende Luftbilder sind für die Rüstungsaltslasten- und Kampfmittelbelastungsbearbeitung essenziell. Für zahlreiche militärische und zivile Liegenschaften sowie Städte und Kommunen liegen derzeit in Hannover mehr als 20.000 Kriegsluftbilder in Form von Senkrechtaufnahmen vor. Es besteht darüber hinaus ein direkter Zugriff auf ca. 2 Mio. weitere derartige Kriegsluftbilder, die in den jeweiligen Archiven direkt bestellt werden können. Luftbildrecherchen in den zumeist ausländischen Archiven sind deshalb nur noch im Ausnahmefall nötig.

Luftbilder, die während der Angriffe aufgenommen wurden (sog. „Strike“- oder „SAV“-Bilder) enthalten wesentliche Informationen und sind deshalb regelmäßig auszuwerten. Die entsprechenden Bestände wurden systematisch erfasst. Mehr als 7.000 wichtige „SAV“-Bilder wurden reproduziert und liegen bei der OFD Hannover vor.

Die Luftbilder sind ebenfalls datenbanktechnisch erfasst.

### 3 Datenbestand der OFD Hannover

Bis Juli 2007 wurden in der Archivaliendatenbank des Bundes erfasst:

- Die Ergebnisse aus 193 Recherchen in 67 verschiedenen in- und ausländischen Archiven.
- Ca. 57.000 bearbeitete Archivalien mit einem Gesamtumfang von ca. 5,27 Mio. Seiten.
- Aus ca. 2.200 Archivalien wurden ca. 174.000 Seiten, Karten und Pläne reproduziert.
- Es liegen mehr als 20.000 Luftbilder sowie ca. 7.000 „SAV“-Luftbilder und zahlreiche Bodenfotos vor.
- Mit den Archivalien wurden ca. 8.000 Einzelstandorte erfasst.

Zudem wurden ca. 600.000 Seiten Angriffs- und Missionsberichte sowie zugehörige Aufklärungsunterlagen der alliierten Luftstreitkräfte (USAAF und RAF) beschafft. Ca. 20 Mio. ergänzende Seiten können im Bedarfsfall kurzfristig reproduziert werden. Ergänzt wird dieser Bestand durch grundlegende Archivalien z.B. zum Luftkrieg über Deutschland oder durch Forschungsberichte über die Wirkung von Kampfmitteln.

## Das Archivalien-Detailblatt

Detailformular zur Archivalie							Ausdruck vom 10.12.2002		
Signatur		FO 1031/ 179							
Archivalien-ID:	555	Archiv-ID:	7	Rech.-ID:	10	Recherche vom	10.03.1996	durch	Muckel
<b>Provenienz:</b>									
<b>Archiv:</b>	Public Record Office								
<b>Ministerium / Sammlung:</b>	Foreign Office								
<b>Abteilung:</b>	Control Commission for Germany (British Element)								
<b>Sachgruppe:</b>	Headquarters T-Force and Field Information Agency								
<b>Originaltitel:</b>									
Headquarter T-Force - Field Information Agency Technical (FIAT): Anlage Seewerk									
<b>Beschreibung:</b>									
Deutsche Dokumente der I.G. Farben Ludwigshafen, darin u.a.: Finanzplanung Seewerk (7/44, 1 S.); Pachtvertrag zwischen MONTAN und der Anorgana (7/43, 12 S.); Auftrag von Wa J RÜ (Mun 3) zur Prod. von N-Stoff (5/44, 1 S.); Auftrag der OKH zur Errichtung der Sarin-Anlage (4/44, 10 S.); Protokoll Besprechungen I.G. Farben/Montan über Vertragsfragen (8/43 8 S.); Sachdarstellung zur Baustelle Seewerk: Gesamtplanung, Abrechnungswesen, Sozialwesen, Werkschutz etc. mit Zusammenstellung der Kosten (7/43, 30 S.) sowie einzelne Aktenvermerke.									
<b>Allgemeine Angaben:</b>									
<b>Umfang:</b>	63	<b>Kopie:</b>	63	<b>bearbeitet:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>Erstellungsdatum</b>	1943/1944		
<b>Medium:</b>	PA	<b>Sprache:</b>	deutsch	<b>Endkontrolle:</b>	<input type="checkbox"/>	<b>Maßstab:</b>			
<b>Art, Inhalt, Objekte:</b>							<b>Weitere Ablageorte:</b>		
<b>Art:</b>	<b>Inhalt:</b>		<b>Objekte:</b>						
Text	Konstruktion Organisation Produktion/Nutzung		MC-(Militär-) chemische Produktion						
<b>Standorte:</b>									
<b>ID</b>	<b>Standort</b>	<b>Nord</b>	<b>Ost</b>	<b>Nutzung</b>	<b>Zusatz</b>	<b>Betreiber</b>			
545	FALKENHAGEN (Märkisch-Oderland)	522500	141800	K-Prod		Monturon GmbH			

Abb. A-2.2 - 1: Archivalien-Detailblatt

## A-2.2.2 Nutzungsbestimmungen für die Archivaliendatenbank der OFD Hannover durch Dritte

### 1 Einleitung

In der Archivaliendatenbank des Bundes werden die bei den Archivrecherchen für die Bearbeitung von kampfmittelbelasteten Flächen und Rüstungsaltsstandorten gesichteten Archivalien erfasst. Neben den wesentlichen Angaben wie Signatur, Titel, Zeitraum werden alle Archivalien beschrieben und mit Schlagworten versehen. Zudem werden die behandelten Standorte ausgewiesen. Mit der Archivaliendatenbank ist damit ein direkter Zugriff unter thematischen und räumlichen Gesichtspunkten möglich.

Die Archivaliendatenbank wurde für die Bearbeitung von Liegenschaften in der Zuständigkeit des Bundes erstellt. Deshalb sind dort insbesondere militärische Standorte und urbane Gebiete erfasst. Wegen der in vielen Fällen notwendigen Analogiebearbeitung von Standorten werden aber i.d.R. alle in den Archivalien behandelten Standorte erfasst. Darüber hinaus kann ein umfangreicher Nachweis von grundlegenden Archivalien geleistet werden.

Die Informationen der Archivaliendatenbank können auch für Arbeiten Dritter von Nutzen sein. Wiederholte Anfragen beispielsweise von Kommunen zu konkreten Standorten belegen dies. Die OFD Hannover gibt Informationen und Hinweise zu vorliegenden oder erfassten Archivalien. Hierdurch lassen sich Recherchen und Doppelbeschaffungen vermeiden. Dritten kann der Zugriff auf Archivalien ermöglicht werden, deren Beschaffung aus wirtschaftlichen oder fachlichen Gründen ansonsten nicht möglich wäre.

### 2 Allgemeine Nutzungsbedingungen

Grundsätzlich steht die Archivaliendatenbank für Anfragen jeder natürlichen oder juristischen Person (im Folgenden: Anfragender) im öffentlichen Auftrag zur Verfügung. Eine entsprechende Legitimation ist vorzulegen. Private Anfragen können nur im Ausnahmefall bearbeitet werden. Eine Anfrage gilt grundsätzlich für den darzulegenden Forschungszweck oder Standort. Anfragen sind schriftlich zu stellen und werden schriftlich beantwortet. Eigene Recherchen des Anfragenden in der Archivaliendatenbank oder im Bestand der OFD Hannover sind grundsätzlich nicht möglich.

Die verschiedenen in- und ausländischen Archive haben unterschiedliche Copyright-Bestimmungen. Diese sind mit den notwendigen Zitierregeln in den „Bemerkungen zu den Copyright-Bestimmungen der Archive“ dargelegt.

Die Reproduktionen werden leihweise überlassen und sind nach Abschluss der Arbeiten zurück zu geben. Mit der Rückgabe der Archivalien übergibt der Anfragende ein Belegexemplar der Ausarbeitung leihweise zur Einsichtnahme durch die OFD Hannover.

### **3 Verfahren**

#### **3.1 Anfrage**

Alle Anfragen sind schriftlich an die  
Oberfinanzdirektion Hannover  
LA 21 - Archivaliendatenbank  
Waterloostr. 4  
D-30169 Hannover

zu stellen. In der Anfrage sind der Auftrag, der Auftraggeber und die Fragestellung zu erläutern. Bei Standorten ist ein aussagekräftiger Lageplan beizufügen. Gleichzeitig ist zu bestätigen, dass die hier beschriebenen Nutzungsbedingungen einschließlich der Copyright- und Zitierhinweise anerkannt werden.

#### **3.2 Initiale Archivaliendatenbankabfrage**

Es erfolgt eine Archivaliendatenbankabfrage und Übergabe der Rechercheergebnisse in Listenform. Ergänzend können kurze Hinweise zu den festgestellten Archivalien, ggf. deren Inhalten und im Bedarfsfall zu weiteren Recherchemöglichkeiten gegeben werden.

#### **3.3 Reproduktionen von Archivalien**

Der Anfragende kann die in Hannover verfügbaren Archivalienkopien bestellen. Diese sind auf den Ergebnislisten zu vermerken. Es wird ein schriftlicher Kostenvoranschlag für die Extraktion, Reproduktion und Bereitstellung der Archivalien erstellt. Dieser ist vom Anfragenden schriftlich zu bestätigen.

Im Bedarfsfall kann in der Archivaliendatenbank nachgewiesenes, aber als Reproduktion nicht verfügbares Material bei zukünftigen Recherchen mitbeschafft werden. Dies ist insbesondere bei ausländischen Archiven wirtschaftlicher, als eigene Beschaffungen zu veranlassen. Auch hierfür werden die Kosten veranschlagt und schriftlich mitgeteilt.

### **4 Kosten**

Bei den dargestellten Kosten handelt es sich um Selbstkostenpreise.

- Initiale Archivaliendatenbankabfrage  
Gebühr: pauschal 120 €
- Reproduktion von Archivalien  
Gebühr: nach vorheriger Kostenermittlung
- Begleitende Beschaffung von Archivalien  
Gebühr: nach vorheriger Kostenermittlung



### A-2.2.3 Bemerkungen zu den Copyright-Bestimmungen der Archive

Die übergebenen Archivalien stammen aus verschiedenen nationalen wie internationalen Archiven. Diese einzelnen Institutionen haben deutlich unterschiedliche Benutzungsordnungen und urheberrechtliche Bestimmungen. Zur Vermeidung jeglicher Konflikte und ggf. Ersatzforderungen sind für weitere Arbeiten verwendete Materialien deren Quellen vollständig und nachvollziehbar anzuführen. Grundsätzlich ist zu erläutern, durch wen die Unterlagen recherchiert und verfügbar gemacht wurden. Die Herkunft ist auf jeder von der OFD Hannover übergebenden Archivalie vermerkt. Sollten die anliegenden Archivalien vervielfältigt oder veröffentlicht werden, ist die Genehmigung des jeweiligen Archivs durch die OFD Hannover einzuholen.

#### Zitierhinweise für die Verwendung von Archivalien

Die unmissverständliche Angabe einer Quelle liefert das folgende Beispiel:

- Zitiert auf der Archivalie:* Bundesarchiv-Militärarchiv  
Freiburg/Bestand: RL 79/Akte: 2944.
- Zitat im Quellenverzeichnis:* Bundesarchiv-Militärarchiv (BA-MA),  
Freiburg: Bestand RL 79, Akte 2944: Heeresbauamt Mitte: Bauberichte der Bauleitung Muna Insterburg. – (ca.) 55 S.;  
Berlin 1941. (recherchiert durch M&P im Auftrag der OFD Hannover).
- Zitat im Text:* BA-MA: RL 79/2944.

Bei der Abhandlung (z.B. im Rahmen eines Gutachtens) ist deutlich zwischen objektiv übernommenen Daten und subjektiven Interpretationen zu unterscheiden. Diesbzgl. ist folgende einheitliche Kennzeichnung zu wählen:

Zitate im Original-Wortlaut in „...“.

„...“ [BA-MA: RL 79/2944] oder „...“ [1], wenn [1] im Quellenverzeichnis entsprechend angegeben ist.

Objektiv übernommene Angaben (Textformulierung von Angaben aus z.B. Tabellen) in ‘...’.

Beispiel:

‘Im Januar 1944 wurden 50.000 l Kerosin angeliefert’ [BA-MA: RL 79/2944].

Subjektive Interpretationen sind nicht weiter zu kennzeichnen.

Beispiel:

‘Im Februar 1944 wurden 10 Kesselwagen mit Kerosin angeliefert’ [BA-MA: RL 79/2944] (*objektiv übernommene Angabe*). Bei maximaler Ladekapazität wären dies 100 m<sup>3</sup> Treibstoff gewesen (*subjektive Interpretation*).

Für die bearbeiteten Archive sind folgende Kürzel zu verwenden:

Air Force Historical Research Agency, Maxwell Air Force Base/USA:	AFHRA
Bundesarchiv-Militärarchiv, Freiburg:	BA-MA
Bundesarchiv, Berlin und Koblenz:	BA
Imperial War Museum, London und Duxford/GB:	IWM
Library of Congress, Washington/USA:	LoC
National Archives and Record Administration, Washington/USA:	NARA
The National Archives, London und Kew/GB: (ehemals Public Record Office / PRO)	TNA

#### Vervielfältigung und Weitergabe von Archivalien

Für die Vervielfältigung und Weitergabe bestehen deutlich unterschiedliche Regelungen der einzelnen Archive. Zusätzlich gibt es divergente nationale Rechtsgrundlagen hinsichtlich Publikationen. Aus formalrechtlichen Erwägungen müssen daher bei Übergabe von Archivalien diese generell im Besitz der OFD Hannover verbleiben, d.h. die Unterlagen werden lediglich leihweise zur Verfügung gestellt. Der Empfänger verpflichtet sich, die urheberrechtlichen Vorgaben einzuhalten. Reproduktionen und Weitergabe sowie Veröffentlichungen bedürfen der Zustimmung der OFD Hannover bzw. des jeweiligen Archivs. Die Genehmigung für Veröffentlichungen wird auf Anfrage der zuständigen Bauverwaltung durch die OFD Hannover bei den jeweiligen Archiven eingeholt.

## A-2.3 Luftbildauswertung Phase A

Der Stellenwert von Luftbildern und deren Auswertung im Zusammenhang mit einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM) wird im Anhang A-2.1.3 „Informationsquellen“ beschrieben. Mit dem Begriff „Luftbildauswertung“ sind jedoch keine konkreten Methoden, Verfahren oder thematischen Inhalte verknüpft, die eine einheitliche Vorgehensweise und somit gleichwertige Ergebnisse von Auswertungen erwarten lassen. Dies bedeutet, dass die Luftbildauswertung einer Definition technischer Rahmenbedingungen und thematischer Inhalte bedarf, welche je nach Aufgabenstellung variieren können.

Aus technischer Sicht verfolgt die Luftbildauswertung einer HgR-KM das Ziel, luftbildsichtige Informationen und die daraus hervorgehenden Objekte in ihrer genauen Form, Größe und Lage möglichst genau zu bestimmen. Dies erfordert prinzipiell die Anwendung photogrammetrischer Methoden und Verfahren, welche in den folgenden Kapiteln A-2.3.1 bis A-2.3.3 unter besonderer Berücksichtigung der Beschaffenheit des historischen Bildmaterials beschrieben werden.

Aus thematischer Sicht stellen die Luftbilder eine essenzielle Informationsquelle dar, die jedoch eine klare inhaltliche Festlegung der zu extrahierenden Informationen erfordert, welche für die Festlegung und Bewertung einer potenziellen Kampfmittelbelastung notwendig sind. Dazu werden Hinweise in Kapitel A-2.3.4 gegeben.



## A-2.3.1 Digitalisierung analoger Luftbilder

### 1 Einleitung

Die Bereitstellung und Auswertung von historischen Luftbildern erfolgen zunehmend in digitaler Form. Wenn analoge Luftbilder vorliegen, die im Zusammenhang mit kampfmittelrelevanten Themen ausgewertet werden sollen, ist in vielen Fällen eine Digitalisierung dieser Bilder erforderlich. Dies kann z.B. durch die Herstellung von historischen Orthofotos oder der Anwendung der digitalen Photogrammetrie begründet sein.

Die Durchführung der Scans erfordert die Einhaltung technischer und fachlicher Mindestanforderungen, um geometrische Beeinträchtigungen bzw. fotografische Informationsverluste des Bildmaterials während des Scannvorgangs zu minimieren. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich das historische Bildmaterial hinsichtlich geometrischer und fotografischer Qualität deutlich von typischen Messbildflügen folgender Jahrzehnte unterscheidet. Die zu erwartenden geometrischen Fehler dieser Luftbilder, welche primär durch Flugbedingungen, Produktion oder analoge Reproduktionen verursacht worden sein können, rechtfertigen i.d.R. keinen Einsatz spezieller photogrammetrischer Scanner, deren Einsatz mit hohen Kosten verbunden ist. Die weitere Bearbeitung und Auswertung der digitalisierten Luftbilder mittels photogrammetrischer Methoden ist trotzdem aus fachlicher und wirtschaftlicher Sicht erforderlich und praktikabel.

Soweit die Verarbeitung neuerer Bildflüge, d.h. aus den 1960er Jahren oder später, erforderlich ist, müssen aktuelle Regelwerke zur Herstellung von Luftbildscans berücksichtigt werden (z.B. DIN 18740 – Fotogrammetrische Produkte). Ein gravierender Unterschied dieser Normen gegenüber der vorliegenden TS besteht in der Forderung nach dem Einsatz photogrammetrischer Spezialscanner, die der geometrischen Güte neuerer Luftbilder gerecht werden.

### 2 Handhabung des Bildmaterials

Historische Luftbilder werden aus nationalen oder internationalen Beständen beschafft. Die Recherche und Lieferung sind gegenüber der Beschaffung aktueller Luftbilder mit vergleichsweise hohen Kosten und langen Lieferfristen verbunden. Das Bildmaterial soll deshalb mit besonderer Sorgfalt behandelt werden, um die Gefahr von Beschädigung oder Verlust auszuschließen.

### 3 Anforderungen an den Scanner

Aufgrund der schnellen technischen Entwicklung und gegenüber Spezialscannern günstigen Preis-/Leistungsverhältnissen haben sich hochwertige Desktop Publishing (DTP) Scanner für die Digitalisierung historischer Luftbilder durchgesetzt. Diese werden in den Luftbildstellen der Vermessungsverwaltungen ebenso verwendet wie in großen ausländischen Luftbildarchiven. Die geometrischen Defizite von DTP-Scannern lassen sich, unter Berücksichtigung der ohnehin eingeschränkten Genauigkeit des Ausgangsmaterials, mittels leistungsfähiger Photogrammetrie-Software hinreichend kompensieren.

Die Mindestanforderungen an zu verwendende DTP-Scanner sind in A-9.2.3 dargestellt.

Die Einhaltung der Geräteanforderungen ist zu dokumentieren.

### 4 Anforderungen an das gescannte Luftbild

#### 4.1 Allgemeine Anforderungen

Grundsätzlich müssen die historischen Luftbilder vollständig gescannt werden, d.h. einschließlich aller Rahmenmarken und Nebenabbildungen, die für die weitere Verarbeitung der Bilder erforderlich sind.

Bei der Herstellung von Scans ist es weiterhin von Bedeutung, dass die Verkantung der analogen Luftbilder gegenüber dem Koordinatensystem des Scanners möglichst gering gehalten wird und sämtliche Bilder eines Bildfluges mit einheitlicher Ausrichtung gescannt werden (z.B. Nebenabbildung immer links). Wechselnde Ausrichtungen erschweren die weitere photogrammetrische Bearbeitung.

#### 4.2 Radiometrische Kriterien

Digitale Luftbilder setzen sich aus einzelnen Bildpunkten zusammen, die ein bestimmtes Farbspektrum umfassen. Das analoge Farbspektrum historischer Bilder wird dabei i.d.R. auf 256 digitale Graustufen reduziert. Die 256 Graustufen werden digital in 8 Bit codiert. Die Verteilung der Graustufen charakterisiert die radiometrischen Eigenschaften eines Bildes.

Die radiometrische Beschaffenheit eines digitalen Bildes kann auf Grundlage seines Histogramms beurteilt werden. Das Histogramm ist eine tabellarische oder graphische Darstellung, die zeigt, wie häufig einzelne Grauwerte in einem Bild vorkommen (s. Abb. A-2.3-1). I.d.R. verfügen einfache digitale Bildbetrachter über Funktionen zur Betrachtung der Graustufenverteilung.

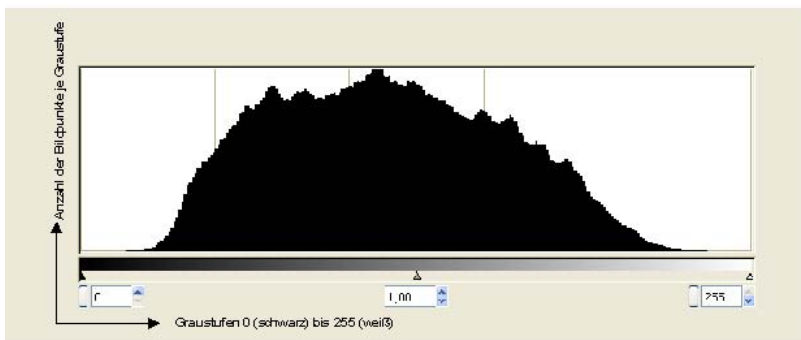


Abb. A-2.3 - 1: Histogramm mit Darstellung der Graustufenverteilung eines Luftbildes

Ein ausgewogenes Histogramm darf keine Lücken aufweisen und muss einen möglichst vollständigen Grauwertebereich umfassen, so dass die im analogen Luftbild enthaltenen und für den Verwendungszweck erforderlichen Informationen bestmöglich wiedergegeben werden. Die optimale Graustufenverteilung muss während des Scannvorgangs bestimmt werden. Eine nachträgliche Veränderung des Histogramms einer Bilddatei führt zwangsläufig zu einem Informationsverlust. Kriterien für die Anpassung und Prüfung eines Histogramms sind unter Punkt 5.2 zu entnehmen. Bei größeren Projekten (> 30 Bilder) ist die Erstellung von Testscans empfehlenswert, welche mit dem analogen Original hinsichtlich ihrer Auswertbarkeit verglichen werden müssen.

Die digitale Bildauswertung erfordert unter Umständen Anpassungen von Helligkeit und Kontrast gegenüber dem analogen Original. Diese Angleichungen können in der Regel temporär in der Software zur Bildbetrachtung und -auswertung erfolgen. Von einer permanenten Änderung der Originalscans ist grundsätzlich abzusehen.

### 4.3 Scanauflösung

Das maximale geometrische Auflösungsvermögen historischer (Kriegs-)Luftbilder liegt deutlich unter dem neuerer Luftbilder, die vornehmlich für Zwecke der Landesvermessung erstellt wurden. Erfahrungswerte belegen, dass mit einer Scanrate von 1200 dpi alle Bilddetails historischer Luftbilder erfasst werden und dieser Wert als Standard anzunehmen ist. Lediglich für Luftbilder aus Nachkriegsbefliegungen zwischen 1946 und Ende der 1950er Jahre ist im Einzelfall zu prüfen, ob mit einer höheren Scandichte zusätzliche Informationen aus den analogen Bildern gewonnen werden können.

#### 4.4 Datenarchivierung

Für die Speicherung von Bilddaten gibt es zahlreiche Formate. Um die problemlose und langfristige Verfügbarkeit der Bilddaten zu gewährleisten, sollten proprietäre Formate, die von einer bestimmten Software oder einem bestimmten Hardware-Typ abhängig sind, unbedingt vermieden werden. In diesem Zusammenhang müssen folgende Kriterien erfüllt werden:

- Verwendung von systemunabhängigen, weit verbreiteten Formaten (z.B. TIFF)
- Keine Datenkomprimierung
- Keine Bildpyramiden (Speicherung der Bilder in Ebenen abnehmender Auflösung zwecks Beschleunigung der Bildanzeige)
- Keine räumliche Bildunterteilung (Tiling - Bildung von Bilddateien mit segmentierter Bildmatrix zwecks Beschleunigung der Bildanzeige oder -bearbeitung)

### 5 Hinweise zur Prüfung eines Luftbildscans

#### 5.1 Allgemeines

Die radiometrische Qualität eines gescannten Luftbildes hängt neben den physikalischen Eigenschaften der verwendeten Hardware wesentlich von den Einstellungen der Scanparameter ab. Nachfolgend werden Hinweise gegeben, wie die richtige Einstellung der radiometrischen Scanparameter am gescannten Luftbild überprüft werden kann. Hierzu ist zur objektiven Prüfung der radiometrischen Qualität eines digitalen Bildes das Histogramm zu verwenden. Weiterhin sind die visuelle Betrachtung und Beurteilung des Bildes unter Berücksichtigung des Verwendungszweckes erforderlich.

Zur Beurteilung der Scanqualität ist ein direkter Vergleich mit den analogen Bildern hilfreich. Die Vorlagen sind aber in den meisten Fällen nicht verfügbar. Somit spielt die Dokumentation von Scans eine wichtige Rolle, anhand derer geprüft werden kann, ob die Scanparameter den Erfordernissen historischer Luftbilder entsprechend gewählt wurden und somit von einer angemessenen Güte ausgegangen werden kann. Vorgaben für die Dokumentation können dem Anhang 7.2.2 „Digitalisierung analoger Luftbilder“ entnommen werden (Formblatt A – Dokumentation Luftbildscan durch Auftragnehmer). Eine abschließende Qualitätsprüfung der Scans kann auf Grundlage des „Formblattes B – Prüfbericht Luftbildscans“ durch den Auftraggeber oder ggf. durch freiberuflich Tätige oder unabhängige Dritte erfolgen.








## 5.2 Prüfung der radiometrischen Qualität eines Luftbildscans

Ein analoges Luftbild hat keine radiometrischen Sprünge. Selbst bei scharfen Objektkanten gibt es keinen Grauwerteübergang über mehrere Stufen. Das Histogramm des Bildbereiches eines Luftbildscans innerhalb der Bildmarken darf deshalb keine Lücken aufweisen und muss den vollen Grauwertbereich (0 - schwarz bis 255 - weiß) umfassen, damit möglichst viele Bildinformationen bei der analog-digital Wandlung erhalten bleiben. Lücken im Histogramm deuten auf eine falsche Einstellung der Scanparameter, Gerätefehler oder eine nachträgliche Veränderung (z.B. „Equalizing“) hin und bedeuten grundsätzlich einen Informationsverlust.

Ein weiterer Aspekt ist die Häufigkeitsverteilung der Graustufen. Für die Betrachtung bzw. Auswertung der Bilder ist ein möglichst „ausgewogenes“ Bild über dem gesamten Grauwertebereich anzustreben. Dies bedeutet, dass für alle Grauwerte im statistischen Sinne eine Normalverteilung anzustreben ist. In Abhängigkeit der Bildinhalte (z.B. überwiegend Waldflächen) wird dies nicht in allen Fällen gelingen. Die Erkennbarkeit relevanter Bildinhalte (z.B. Bombentrichter) hat dabei oberste Priorität.

Beispiele für Histogramme und deren Bewertung sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

Tab. A-2.3 - 1: Beispiele für Histogramme und deren Bewertung

 <table border="0"> <tr> <td>Mittelwert: 120,01</td> <td>Tonwert: 118</td> </tr> <tr> <td>Std-Abweichung: 35,54</td> <td>Häufigkeit: 21532</td> </tr> <tr> <td>Zentralwert: 116</td> <td>Spreizung: 52,98</td> </tr> <tr> <td>Pixel: 1810000</td> <td>Cache-Stufe: 1</td> </tr> </table>	Mittelwert: 120,01	Tonwert: 118	Std-Abweichung: 35,54	Häufigkeit: 21532	Zentralwert: 116	Spreizung: 52,98	Pixel: 1810000	Cache-Stufe: 1	 <table border="0"> <tr> <td>Mittelwert: 94,97</td> <td>Tonwert: 103</td> </tr> <tr> <td>Std-Abweichung: 49,61</td> <td>Häufigkeit: 17397</td> </tr> <tr> <td>Zentralwert: 87</td> <td>Spreizung: 63,19</td> </tr> <tr> <td>Pixel: 2425650</td> <td>Cache-Stufe: 1</td> </tr> </table>	Mittelwert: 94,97	Tonwert: 103	Std-Abweichung: 49,61	Häufigkeit: 17397	Zentralwert: 87	Spreizung: 63,19	Pixel: 2425650	Cache-Stufe: 1
Mittelwert: 120,01	Tonwert: 118																
Std-Abweichung: 35,54	Häufigkeit: 21532																
Zentralwert: 116	Spreizung: 52,98																
Pixel: 1810000	Cache-Stufe: 1																
Mittelwert: 94,97	Tonwert: 103																
Std-Abweichung: 49,61	Häufigkeit: 17397																
Zentralwert: 87	Spreizung: 63,19																
Pixel: 2425650	Cache-Stufe: 1																
<p>Beispiel 1a: Gleichmäßige Graustufenverteilung, der vollständige Wertebereich von 0 bis 255 wird jedoch nicht genutzt.</p>	<p>Beispiel 1b: Gleichmäßige Graustufenverteilung, durch Anpassung des Graustufenverteilung während des Scannvorgangs wird der Wertebereich von 0 bis 255 besser genutzt, das Bild enthält mehr Informationen.</p>																
 <table border="0"> <tr> <td>Mittelwert: 124,48</td> <td>Tonwert: 124</td> </tr> <tr> <td>Std-Abweichung: 38,67</td> <td>Häufigkeit: 3542</td> </tr> <tr> <td>Zentralwert: 121</td> <td>Spreizung: 53,95</td> </tr> <tr> <td>Pixel: 300960</td> <td>Cache-Stufe: 1</td> </tr> </table>	Mittelwert: 124,48	Tonwert: 124	Std-Abweichung: 38,67	Häufigkeit: 3542	Zentralwert: 121	Spreizung: 53,95	Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1	 <table border="0"> <tr> <td>Mittelwert: 100,72</td> <td>Tonwert: 103</td> </tr> <tr> <td>Std-Abweichung: 54,40</td> <td>Häufigkeit: 3377</td> </tr> <tr> <td>Zentralwert: 96</td> <td>Spreizung: 56,21</td> </tr> <tr> <td>Pixel: 300960</td> <td>Cache-Stufe: 1</td> </tr> </table>	Mittelwert: 100,72	Tonwert: 103	Std-Abweichung: 54,40	Häufigkeit: 3377	Zentralwert: 96	Spreizung: 56,21	Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1
Mittelwert: 124,48	Tonwert: 124																
Std-Abweichung: 38,67	Häufigkeit: 3542																
Zentralwert: 121	Spreizung: 53,95																
Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1																
Mittelwert: 100,72	Tonwert: 103																
Std-Abweichung: 54,40	Häufigkeit: 3377																
Zentralwert: 96	Spreizung: 56,21																
Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1																
<p>Beispiel 2a: Graustufenverteilung des Originalbildes, der vollständige Wertebereich von 0 bis 255 wird nicht genutzt.</p>	<p>Beispiel 2b: Graustufenverteilung des nachträglich „verbesserten“ Graustufenspektrums. Durch die Anpassungen wird die visuelle Interpretation erleichtert, das Potenzial des ursprünglichen Bildes wird jedoch nicht optimal genutzt. Das Histogramm weist Lücken auf.</p>																
 <table border="0"> <tr> <td>Mittelwert: 127,52</td> <td>Tonwert: 127</td> </tr> <tr> <td>Std-Abweichung: 74,78</td> <td>Häufigkeit: 3755</td> </tr> <tr> <td>Zentralwert: 127</td> <td>Spreizung: 50,38</td> </tr> <tr> <td>Pixel: 300960</td> <td>Cache-Stufe: 1</td> </tr> </table>	Mittelwert: 127,52	Tonwert: 127	Std-Abweichung: 74,78	Häufigkeit: 3755	Zentralwert: 127	Spreizung: 50,38	Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1	<p>Beispiel 2c: Graustufenverteilung nach dem ergänzenden Versuch, eine Normalverteilung der Graustufen herzustellen, der zu einem inakzeptablen Informationsverlust im mittleren Graustufenspektrum führt.</p>								
Mittelwert: 127,52	Tonwert: 127																
Std-Abweichung: 74,78	Häufigkeit: 3755																
Zentralwert: 127	Spreizung: 50,38																
Pixel: 300960	Cache-Stufe: 1																

## A-2.3.2 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung

### 1 Einleitung

Die Photogrammetrie beschreibt Messmethoden und Auswerteverfahren für Fotografien, mit deren Hilfe die räumliche Lage sowie Form und Größe von Objekten unterschiedlichster Art bestimmt werden können. Historische Luftbilder lassen häufig die Anwendung der Photogrammetrie zu. Dadurch können kampfmittelrelevante Informationen, die sich aus einer Luftbildauswertung ergeben, in einem terrestrischen Untersuchungsgebiet präzise positioniert werden.

Die fachlichen Hintergründe der Photogrammetrie sind komplex und werden in den AH-KMR nicht beschrieben. Ziel des vorliegenden Anhangs ist vielmehr,

- Merkmale und Besonderheiten historischer Luftbilder zu erläutern

und auf dieser Grundlage

- geeignete technische Verfahren zur Luftbildorientierung und Voraussetzungen für die (digitale) Luftbildauswertung formal zu beschreiben.

Die Definition konkreter Parameter, mit denen entsprechende Dienstleistungen beauftragt, durchgeführt und überprüft werden können, erfolgt in der Technischen Spezifikation 9.2.4 „Luftbildorientierung“ und dem Anhang 7.2.3 „Luftbildorientierung und Luftbildauswertung“. Dies betrifft folgende fachlichen Vorgaben:

- Spezielle Erfordernisse und Umfang der Luftbildbeschaffung,
- Anforderungen zur Lagegenauigkeit der Luftbildorientierung,
- Konkretisierung der zulässigen technischen Verfahren zur Luftbildorientierung und -stereoauswertung,
- Verwendung von Geobasisdaten zur Bestimmung von Bodenpasspunkten für die Luftbildorientierung.

Die thematische Interpretation von Luftbildern wird in dem Anhang A-2.3.4 „Luftbildauswertung“ beschrieben.

## 2 **Eigenschaften und Besonderheiten historischer Luftbilder**

Während historische Luftbilder aus zivilen Bildflügen der 1950er Jahre weitgehend den Standards von Reihenbefliegungen für Messzwecke entsprechen, weisen Kriegsluftbilder häufig geometrische (die Lagegenauigkeit der räumlichen Wiedergabe des aufgenommenen Geländes) und fotografische (die Erkennbarkeit von Geländeobjekten und Objektdetails) Besonderheiten auf, die auf technische Rahmenbedingungen oder Umstände der Befliegungen zurückzuführen sind. Im Folgenden werden

- besondere Eigenschaften der Kriegsluftbilder und deren Ursachen beschrieben,
- deren Einfluss auf die Luftbildorientierung und Stereoauswertung erläutert und
- erörtert, welche Ergebnisse bei der Luftbildorientierung unter Berücksichtigung von geometrischen Defiziten des Ausgangsmaterials zu erwarten sind.

### 2.1 **Besonderheiten der Luftbildbefliegungen**

Die Luftbildbefliegungen wurden zu Kriegszeiten deutlich von äußeren Umständen und objektbezogenen Prioritäten geprägt. So sind kontinuierliche Reihenbefliegungen, aus denen Bildstreifen und Bildblöcke mit üblichen Längs- und Querüberdeckungen (~ 60% und 20%) hervorgehen, selten. Überwiegend weisen die Aufnahmen einen trassenförmigen, auf Zielobjekte ausgerichteten Flugstreifen auf. Dabei ist nicht immer von einem geradlinigen Flugverlauf mit kontinuierlichen Überdeckungen auszugehen. Im ungünstigen Fall können diese Luftbildreihen eine verminderte Längsüberdeckung (bis minimal 10-20%) haben oder die Reihencharakteristik kann gänzlich fehlen. Dies trifft z.B. zu, wenn ein Objekt wiederholt aus unterschiedlichen Anflugrichtungen aufgenommen wurde, wodurch Überdeckungen von 0-90% möglich sind.

Für die Luftbildorientierung und Stereoauswertung können sich in Abhängigkeit des räumlichen Verlaufs einer historischen Befliegung Einschränkungen hinsichtlich der anwendbaren photogrammetrischen Methoden und der Stereoauswertung ergeben: Unterschreitet die Überlappung eines Bildpaares 50%, ist, bei Betrachtung einer Reihenbefliegung, keine vollständige stereoskopische Betrachtung möglich. Dieser Umstand erschwert die Bildinterpretation, da der für die Objektansprache äußerst wichtige räumliche dreidimensionale Bildeindruck nicht durchgängig möglich ist. Weiterhin wird die Berechnung eines Stereomodells in der analytischen oder digitalen Photogrammetrie mit abnehmender Überlappung zunehmend schwerer, da die zugrundeliegenden Methoden einen bestimmten Grad an Überlappung erfordern. Ab einer Überdeckung von weniger als ca. 30% ist keine hinreichende Genauigkeit dieser Methoden mehr gegeben.

Soweit die Bildüberlappung eines Bildfluges keine stereoskopische Auswertung und Anwendung von Methoden der Berechnung von Stereoluftbildmodellen zulässt, muss die Orientierung von Einzelbildern in Betracht gezogen werden. Hier kann jedoch nur eine monoskopische Auswertung erfolgen.

**Fazit:**

Die Besonderheiten von Kriegsluftbildbefliegungen machen es erforderlich, bei der Auswahl und Beschaffung von Luftbildern nicht nur Zeitschnitte, Maßstab und Qualität zu berücksichtigen: Von grundlegender Bedeutung ist weiterhin der Flugverlauf unter besonderer Beachtung der Luftbildüberdeckungen. So kann es unter Umständen erforderlich sein, redundante, d.h. aus zeitlicher, maßstäblicher und qualitativer Sicht ähnliche Bildflüge, die z.B. eine bessere stereoskopische Überdeckung aufweisen können, zu beschaffen und auszuwerten. Eine Kosten-/Nutzenanalyse ist anzustellen.

## 2.2 Geometrische Eigenschaften

Kriegsluftbilder weisen geometrische Eigenschaften auf, die sich von denen ziviler Messbildflüge nicht prinzipiell, sondern graduell unterscheiden. Faktisch zeichnen sich Kriegsluftbilder aus durch

- eine verzerrte Abbildung, die aufgrund der Zentralperspektive von Luftbildkameras entsteht und in Richtung Bildrand zunimmt,
- Lagefehler der Geländeabbildung, die durch Höhendifferenzen im Gelände verursacht werden können,
- im besonderen Maße durch Lagefehler der Geländeabbildung, die durch Quer- oder/und Längsneigung der Aufnahmeachse des Flugzeuges bedingt sind,
- unsystematische Abbildungsfehler, die auf die Verarbeitung der originalen Luftbildfilme, die (u.U. wiederholte) Reproduktion der Bilder sowie die Lagerung zurückzuführen sind.

Zusammengefasst bleibt festzuhalten, dass Luftbilder prinzipiell geometrische Abbildungsfehler und Kriegsluftbilder im besonderen Maße, z.T. extreme umstands- oder handhabungsbedingte geometrische Fehler aufweisen.

**Fazit:**

Die einfache visuell-qualitative Bildauswertung, d.h. ohne Anwendung photogrammetrischer Verfahren zur Identifizierung potenziell kampfmittelrelevanter Flächen, wird durch die durchaus problematischen geometrischen Eigenschaften der Kriegsluftbilder nicht beeinflusst. Lage- und Grundrisstreue Kartierungen, etwa zur exakten Objektüberlagerung im multitemporalen Vergleich oder als Grundlage für die vermessungsgestützte Lokalisierung der Objekte im Gelände, sind dagegen mit einfachen Techniken (z.B. mechanische Bildumzeichner oder lineare Transformation von digitalen Bildern) nicht oder nur unzureichend zu bewerkstelligen. Für diese Anwendungszwecke sind photogrammetrische Methoden unerlässlich.

### 2.3 Fotografische Eigenschaften

Die fotografische Qualität eines Luftbildes, die ganz entscheidend das Maß der Objekt- und Detailerkennbarkeit bestimmt, hängt von einer Reihe unterschiedlicher Faktoren und deren Zusammenspiel ab. Bei den Kriegsbildern sind besonders zu beachten:

- Das Auflösungsvermögen der bei den Aufnahmen eingesetzten panchromatischen Schwarzweiß-Filmemulsionen sowie des für die Herstellung der Positiv-Kontakkopien verwendeten Fotopapiers: Generell sind hier gegenüber der Leistungsfähigkeit heutiger Luftbildmaterialien Abstriche zu machen.
- Die Aufbereitung des aufgenommenen Bildmaterials, also die Entwicklung der Filme und die Erstellung der Kontaktkopien: Hier haben die spezifischen Rahmenbedingungen bei der fotografischen Weiterverarbeitung immer wieder Kontrastminderungen verursacht, und die (oft) allzu schnelle Anfertigung der Kontaktkopien hat in den Kriegsjahren, etwa infolge unzulänglicher Fixierung und Wässerung, häufig den Alterungsprozess der Papierabzüge beschleunigt und damit bis zur Anfertigung der Duplikat-Negative zu Verlusten der Bildqualität geführt.
- Die Aufnahmebedingungen beim Bildflug: Während „normale“ Bildflüge vor allem im Frühjahr bzw. Sommer bei wolkenlosem Himmel oder unter geschlossener Wolkendecke und im Tagesgang möglichst eng um die Mittagszeit durchgeführt werden, gab es für die Aufklärungsflüge praktisch keine jahreszeitlichen Einschränkungen; oft wurden Bilder auch bei ungünstigeren Wetterlagen und/oder Rauch sowie tageszeitlich auch am frühen Vormittag bzw. späten Nachmittag aufgenommen.
- Die Erstellung von analogen Duplikat-Negativen und ggf. die Digitalisierung der kopierten Filmnegative in Deutschland in den 1980er- bzw. 1990er Jahren: Beide Prozesse haben nicht nur, wie vorangehend dargestellt, die Genauigkeit der Abbildungsgeometrie, sondern auch die fotografische Qualität der Geländewiedergabe beeinflusst. Bezeichnend dabei ist eine große qualitative Spannweite zwischen den Bundesländern, was auf die individuellen Reproduktionstechniken und Handhabungen zurückzuführen ist.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass ein Großteil der verfügbaren Kriegsluftbilder eine verhältnismäßig gute Bildschärfe und Kontrastwiedergabe aufweist und damit auch die Wiedergabe von Geländeobjekten und Objektdetails so gut ist, dass sie – maßstabsbezogen – problemlos eine Identifizierung (und Kartierung) potenziell kampfmittelrelevanter Sachverhalte gestatten. Andererseits umfassen verfügbare Bestände auch Bilder, deren Auswertbarkeit durch erhebliche Kontrastminderung, durch Dunst und Wolken bzw. Wolkenschatten, schwache Ausleuchtung und massive Objektschatten mehr oder weniger empfindlich eingeschränkt ist.

Sofern diffizile Themen auszuwerten sind, wie z.B. Bombenblindgängerverdachtspunkte, und eine reproduktionstechnisch bedingte fotografisch schlechte Bildqualität die Auswertung erschwert oder unmöglich macht, ist eine erneute Beschaffung des Bildmaterials aus primären Quellen (z.B. englische oder US-amerikanische Bildarchive) zu prüfen bzw. durchzuführen.

### 3 Technische Verfahren zur Orientierung und Stereoauswertung historischer Luftbilder

Die in Kapitel 2.2 beschriebenen geometrischen Eigenschaften von Senkrecht-Luftbildern verdeutlichen die Notwendigkeit zur Anwendung photogrammetrischer Verfahren, wenn eine lage- und grundrisstreue Kartierung von kampfmittelrelevanten Objekten erforderlich ist. Nur mit ihrer Hilfe sind die Kompensation verschiedenartiger geometrischer Abbildungsfehler und ein Maßstabsausgleich möglich.

Photogrammetrische Verfahren zur Auswertung von Luftbildern gliedern sich in drei Kategorien:

- **Analoge Photogrammetrie:** Auswertung analoger Bilder mit optisch-mechanischen Geräten,
- **Analytische Photogrammetrie:** Auswertung analoger Bilder mit rechnergestützten optisch-mechanischen Geräten,
- **Digitale Photogrammetrie:** Auswertung digitaler Bilder mit digitalen photogrammetrischen Systemen. Die Bildbetrachtung erfolgt an speziellen Monitoren.

Während rein analoge Verfahren inzwischen vollständig an Bedeutung verloren haben, findet die analytische Photogrammetrie noch vereinzelt Anwendung und kann für Aufgabenstellungen im Sinne der AH KMR, analoges Bildmaterial vorausgesetzt, eingesetzt werden. Deutliche Nachteile ergeben sich dabei aus folgenden Gesichtspunkten:

- Die Orientierung kann nur für jeweils ein Luftbildstereopaar erfolgen. Eine Orientierung von Bildern ohne ausreichende Anzahl von Bodenpasspunkten innerhalb eines Bildblockes (Bildverbund aus einer Menge von Luftbildern) ist damit nicht möglich. Die lagegetreue Erfassung von Objekten ist nicht grundsätzlich gewährleistet.
- Es können keine historischen digitalen Ortholuftbilder aus den orientierten Bildern berechnet werden.
- Die übergangslose Auswertung großer Bildblöcke ist nicht möglich, dies kann die thematische Interpretation erschweren und zu einer verminderten Effektivität führen.

Stand der Technik und mittlerweile weit verbreitet sind Verfahren der digitalen Photogrammetrie. Für die Anwendung eines digitalen Systems spricht u.a. die Tatsache, dass Kriegsluftbilder zunehmend ausschließlich in digitaler Form verfügbar sind und eine darauf basierende Herstellung analoger Bilder für die Anwendung der analytischen Verfahren weder aus fachlicher noch aus wirtschaftlicher Sicht akzeptabel ist.

In Tabelle A-2.3 - 2 werden die Unterschiede zwischen der analytischen und digitalen Technik sowie die Vorteile digitaler Verfahren weitergehend verdeutlicht:

Tab. A-2.3 - 2: Vergleich photogrammetrischer Verfahren

Analytische Photogrammetrie	Digitale Photogrammetrie
Auswertung analoger Bilder	Digitalisierung der Bilder erforderlich, hoher Speicherbedarf
Sehr gute Bildwiedergabe	Bildwiedergabe deutlich von Qualität der technischen Ausstattung abhängig, schlechte Auflösung bei manueller Messung am Bildschirm
Sehr guter räumlicher Eindruck bei Stereoluftbildpaaren	Stereoeffekt deutlich von Qualität der technischen Ausstattung abhängig, Anaglyphenmodus (z.B. rot-blau Darstellung) meist von minderer Qualität, hochwertige passive Shutterssysteme verhältnismäßig kostenintensiv.
Keine nachträglichen Bildverbesserungen möglich	Reversible Anpassung von Bildhelligkeit und -kontrast
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• keine speziellen, hochpräzisen, mechanischen Geräteteile</li> <li>• keine mechanisch bedingten Messungenauigkeiten</li> <li>• keine Kalibrierung der Auswertegeräte</li> <li>• kein physischer Umgang mit Fotografien</li> <li>• geometrisch absolut stabile Lagerung (=Speicherung der Bilder)</li> <li>• Kombination von manueller, halbautomatischer und automatischer Messung/Bildverarbeitung/Bildanalyse möglich</li> <li>• Kombination verschiedener Luftbildflüge möglich</li> <li>• Datengewinnung, -Verarbeitung, -Editierung, -Speicherung und -Verwaltung in einem System</li> <li>• Mehrbildverarbeitung (&gt;2) möglich</li> <li>• Finden und Messen identischer Punkte in mehreren Bildern durch automatische digitale Grauwertkorrelation (-&gt; z.B. automatische DHM-Messung)</li> </ul>



### 3.1 Die Prozesskette der digitalen Photogrammetrie

Folgende Arbeitsschritte kennzeichnen die photogrammetrische Prozesskette:

- Die innere Orientierung der Luftbilder, d.h. die Übernahme oder Rekonstruktion von kameraspezifischen Größen zur Bestimmung des Projektionszentrums bezogen auf die Bildebene eines Luftbildes. Die innere Orientierung wird nicht für alle Verfahren benötigt.
- Die äußere Orientierung der Luftbilder, d.h. die Bestimmung der Lage und Position der Kamera während der Aufnahme bezogen auf das fotografierte Gelände selbst.
- Temporäre Korrektur und Optimierung der Bildhelligkeit und des Bildkontrastes
- Stereo-Kartierung, d.h. Interpretation und Erfassung von Objekten auf Grundlage des entzerrten, in einheitlichem Maßstab und korrekter koordinatengetreuer Raumlage rekonstruierten Bildmodells.
- Weiterverarbeitung der Messergebnisse – gegebenenfalls nach Übertragung in eine andere Softwareumgebung (z.B. GIS) – zu Karten, die den „Bestand“ der identifizierten Altanlagen, Altstandorte bzw. Bombentrichter und anderer Kriegseinwirkungen in ihrer Verbreitung und Ausdehnung (x-/y-Koordinaten) bzw. ihren Oberflächen-/Höhenverhältnissen (z-Koordinaten) wiedergeben.

#### 3.1.1 Besonderheiten für historische Luftbilder

Für die Berechnung digitaler Stereomodelle sind i.d.R. Kenntnisse der inneren Orientierung des Aufnahmesensors erforderlich. Informationen darüber sind bei Messbildflügen den Kalibrierungsprotokollen der verwendeten Kameras zu entnehmen. Für historische Luftbilder bis Ende der 1950er Jahre gibt es keine Kalibrierungsprotokolle. Hier müssen mit geeigneten Methoden Näherungswerte für die inneren Orientierungsparameter der Luftbildkamera bestimmt werden. In wenigen Fällen kann die innere Orientierung nicht hergestellt werden, weil die Rahmenmarken nicht oder nur teilweise abgebildet sind. Hier ist mit geeigneten Verfahren (z.B. Direkte Lineare Transformation - DLT) die Orientierung allein über die Passpunkte herzustellen.

Die technischen Parameter der Reproduktion sind, soweit überhaupt rekonstruierbar, vom Lieferanten zu ermitteln. Durch ungeeignete Reproduktionsverfahren (z.B. Abfotografieren mit einer Reprokamera) kann das Luftbild mit einer weiteren Zentralperspektive überlagert worden sein, die zu einer geometrischen Veränderung des Bildes führt. Dies kann bewirken, dass dieses Bildmaterial nicht mittels Aerotriangulation oder räumlichem Rückwärtsschnitt zu referenzieren ist. Sollte sich diese Vermutung aufgrund entsprechender Berechnungsfehler im Zuge der Georeferenzierung bei Anwendung der o.g. Methoden bestätigen, muss ein anderes Verfahren zur Orientierung der Bilder gewählt werden. Eine Möglichkeit bietet in diesem Fall z.B. die Anwendung der Projektiven Transformation. Die Möglichkeit der direkten Erfassung von Geometrien auf Grundlage eines digitalen Stereopaars entfällt dadurch. Die Interpretation erfolgt in einem relativen Stereopaar, die Erfassung der Bildinformationen erfolgt durch Übertragung der Geometrien in das digitale, georeferenzierte Einzelbild. Dies ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Als besonders problematisch ist die Ermittlung von Bodenpasspunkten (Ground Control Points - GCP) für einige Bildflüge einzustufen. Insbesondere die multitemporale Interpretation der Luftbilder zur Lokalisierung von Passpunkten erfordert besondere Fachkenntnisse und Erfahrungen. Für ältere Zeitschnitte (z.B. 1945) bzw. Luftbildserien ist eine sorgfältige Interpretation der Topographie erforderlich. Häufig ist eine Berechnung von Bildblöcken zur Überbrückung von passpunktarmen oder -freien Bildern notwendig. Unter Umständen ist auch die Entnahme von Passpunkten aus bereits orientierten Luftbildern zeitlich nahe gelegener Bildflüge unumgänglich.

### 3.1.2 Georeferenzierungsgrundlagen

Die Geobasisdaten für die Georeferenzierung historischer Luftbilder müssen zwei Kriterien erfüllen:

- Eine möglichst hohe Informationsdichte: Das Bestimmen von Passpunkten für historische Luftbilder ist mitunter eine aufwendige Interpretationsleistung. Je mehr topographische Detailinformationen die Grundlage aufweist, desto besser können sichere Passpunkte im historischen Bild identifiziert werden. Grundrisskarten der DGK5 sind unter diesem Aspekt in vielen Fällen ungeeignet.
- Eine hinreichende geometrische Genauigkeit: Die geometrische Güte der Geobasisdaten richtet sich nach der angestrebten Lagegenauigkeit der Georeferenzierung.

Als Grundlage für die Georeferenzierung historischer Luftbilder sind aktuelle digitale Orthofotos (DOP5, Bodenauflösungen  $> 0,5$  m) sowie ein digitales Höhenmodell mit einer maximalen Rasterweite von 25 m der Landesvermessung anzuwenden. Ausnahmen sollten nur in begründeten Einzelfällen akzeptiert werden (z.B. Orthofotos/-pläne der Bundeswehr). Auf Grundlage dieser Orthofotos werden, abhängig von der Aufgabenstellung und Genauigkeitsanforderung, Kartierungen im Maßstabsbereich zwischen 1:2.500 und 1:5.000 erstellt.

Die geodätische Grundlage der Georeferenzierung richtet sich zunächst nach den Parametern der Referenzierungsgrundlagen. Eine spätere Transformation in andere Koordinatensysteme ist möglich.

Die äußere Orientierung der Luftbilder erfolgt auf Grundlage einer Interpretation von topographischen oder baulichen Merkmalen (Passpunkte), welche sich zwischen den zu bearbeitenden und dem aktuellen Zeitschnitt nicht verändert haben. Die Koordinaten solcher Punkte können von den aktuellen DOPs (X- und Y-Werte) und den korrespondierenden Höhenwerten des digitalen Höhenmodells (Z-Wert) abgegriffen werden. Die Passpunktbestimmung ist mit größter Sorgfalt durchzuführen und durch die Prüfung der Berechnungen zur Georeferenzierung für jeden Passpunkt zu verifizieren, um Fehlinterpretationen auszuschließen.

### 3.1.3      **Empfehlenswerte photogrammetrische Orientierungsverfahren**

Die Georeferenzierung stellt den wichtigsten und anspruchsvollsten Schritt im Ablauf eines Photogrammetrieprojektes dar. Die geometrische Qualität der verschiedenen Produkte hängt maßgeblich von der einwandfreien Durchführung dieses Arbeitsschrittes ab.

Im Folgenden werden die zulässigen, geeigneten Methoden für die Orientierung von Kriegsluftbildern in gewichteter Reihenfolge mit ihren Vor- und Nachteilen kurz erläutert. Die Anwendbarkeit der Orientierungsverfahren für die eigentliche Stereoauswertung ist abhängig von den Möglichkeiten des verwendeten Stereoauswertesystems, d.h. nicht alle auf dem Markt verfügbaren Systeme sind in der Lage, mehrere Orientierungsverfahren zu unterstützen. Deshalb ist die Anwendung weiterer Methoden im Einzelfall grundsätzlich möglich, bedarf jedoch einer entsprechenden Eignungsprüfung.

### Aerotriangulation mit Bündelblockausgleich

Bei diesem Verfahren wird eine theoretisch beliebige Anzahl von Bildern eines Bildfluges in einem Verband bzw. Bildblock orientiert. Dazu sind Kenntnisse der inneren Orientierung des Aufnahmesensors (Kalibrierungsprotokoll bzw. Näherungswerte) erforderlich. In jedem dritten Bild müssen minimal drei Passpunkte (XYZ-Werte) gemessen werden, damit die zugrundeliegenden Berechnungsalgorithmen funktionieren. Dieses Verfahren eignet sich für eine effektive Verarbeitung großer Bildmengen und ist hierfür das Standardverfahren. Nur so ist eine Georeferenzierung passpunktkritischer Luftbilder, d.h. Bilder mit wenig oder gar keinen Passpunkten, möglich.

Tab. A-2.3 - 3: Aerotriangulation mit Bündelblockausgleich

Vorteile	Nachteile
Bereiche ohne Passpunkte lassen sich überbrücken, da nicht in jedem Bild Passpunkte benötigt werden.	Geländemodell erforderlich.
Auch Bilder ohne Passpunkte werden i.d.R. zuverlässig georeferenziert.	Bildüberlappung von min. ca. 60 % längs bzw. 20% quer erforderlich, d.h. jedes Bild einer Sequenz muss eingebunden werden.
Die Berechnung von Bildverknüpfungspunkten läuft über Bilderkennung automatisiert.	Bei Luftbildern mit einer kontrastarmen Textur ist evtl. das Setzen von manuellen Passpunkten erforderlich.
Die Bildblöcke können für eine digitale stereoskopische Auswertung verwendet werden.	Kamerainformation erforderlich.
Bei der Luftbildentzerrung (Orthorektifizierung) ist ein hoher Automatisierungsgrad möglich.	
Die Topographie des Geländes wird berücksichtigt, es gibt keinen lagebedingten Höhenversatz.	
Korrektur von systematischen Bildfehlern möglich (z.B. geometrische Fehler durch Scanner).	

### Räumlicher Rückwärtsschnitt

Mit diesem Verfahren können Einzelbilder sehr präzise orientiert werden. Die Ausgangsdaten entsprechen denen der Aerotriangulation mit dem Unterschied, dass keine Bildblöcke berechnet werden und somit keine Verknüpfungspunkte erforderlich sind und beliebige Bilder eines Bildstreifens ausgewählt werden können.

Tab. A-3.2 - 4: Räumlicher Rückwärtsschnitt

Vorteile	Nachteile
Die Geländetopographie wird berücksichtigt.	Geländemodell erforderlich.
Die Zentralperspektive eines Bildes wird korrigiert, alle Bildpunkte werden lagerichtig abgebildet.	Kamerainformation erforderlich.
Keine Bildüberlappung erforderlich.	Ineffizient bei großen Bildmengen (Die erforderliche Mindestanzahl von drei Vollpasspunkten (xyz-Werte) muss in jedem Bild bestimmt werden).
	Systematische Bildfehler können nicht korrigiert werden.
	Hoher manueller Aufwand für Orthofotos.

### Direkte Lineare Transformation (DLT)

Mit Hilfe der DLT können Einzelbilder ohne Kenntnis der inneren Orientierung der Kamera georeferenziert werden. Ein Geländemodell wird benötigt. Hierzu sind mindestens sechs Vollpasspunkte (XYZ-Werte) je Bild erforderlich. Die Zentralperspektive eines Luftbildes wird korrigiert.

Tab. A-3.2 - 5: DLT

Vorteile	Nachteile
Es werden keine Kamerainformationen benötigt.	
Die Zentralperspektive eines Bildes wird korrigiert, alle Bildpunkte werden lagerichtig abgebildet.	
Keine Bildüberlappung erforderlich.	Ineffizient bei großen Bildmengen (in jedem Bild müssen mindestens sechs Vollpasspunkte gemessen werden).
Die Geländemorphologie wird berücksichtigt.	Systematische Bildfehler können nicht korrigiert werden.
	Hoher manueller Aufwand bei der Erstellung von Orthofotos.

### 3.1.4 Bedingt geeignete oder ungeeignete Methoden

Für Aufgabenstellungen im Geltungsbereich dieser Arbeitshilfen sind zunächst alle Methoden auszuschließen, welche fachlich nicht oder nur bedingt für die Georeferenzierung von Luftbildern geeignet sind. Dazu zählen allgemein betrachtet alle Methoden, welche nicht in der Lage sind, zentralperspektivische Verzerrungen oder höhenbedingte Maßstabsänderungen/-lageabweichungen eines Luftbildes zu korrigieren. In der Regel sind solche Verfahren daran zu identifizieren, dass für die Georeferenzierung kein Gelände-modell zur Anwendung kommt.

Sofern Luftbilder deutliche geometrische, produktionsbedingte oder reproduktionsbedingte Mängel aufweisen, können photogrammetrische Orientierungsverfahren möglicherweise nicht angewendet werden. Produktionsbedingte Mängel entstehen z.B. durch starke Verkantung der Flugachse des aufnehmenden Flugzeuges gegenüber dem Gelände, so dass quasi nicht mehr von Senkrechtbild gesprochen werden kann. Reproduktionsbedingte Mängel entstehen z.B. durch Abfotografieren der Bildoriginale oder durch Reproduktionen mittels HighEnd-Fotokopierer, die Bilder in Fotoqualität kopieren und eigentlich für die Reproduktion von Fotos aller Art, aber nicht für Luftbilder konzipiert wurden.

Oben genannte Mängel können bei photogrammetrischen Methoden dazu führen, dass die zugrunde liegenden mathematischen Ansätze aufgrund der Bildfehler zu keiner adäquaten Lösung führen. In solchen Ausnahmefällen dürfen folgende, beispielhaft aufgeführte Verfahren zur Anwendung kommen:

- Projektive Transformation
- Affine Transformation
- Polynomtransformation.

Grundvoraussetzung bei diesen Verfahren ist die möglichst gleichmäßige Verteilung einer größeren Anzahl von Passpunkten (10 oder mehr) und eine sorgfältige Prüfung lokaler Abweichungen der georeferenzierten Luftbilder. Die georeferenzierten Luftbilder können i.d.R. nicht in digitalen Stereoauswertesystemen verwendet werden. Deshalb ist es erforderlich, die Bildinterpretation an nicht georeferenzierten Stereobildpaaren vorzunehmen und die Digitalisierung der Ergebnisse durch die visuelle Übertragung der Informationen auf das georeferenzierte Bild in einem GIS vorzunehmen.

### 3.1.5 Anforderungen an die Lagegenauigkeit

Die erwartete Genauigkeit der Luftbildorientierung ist aufgrund der Projektanforderungen zu spezifizieren. Als sinnvolle Größenordnung ist unter Berücksichtigung der Georeferenzierungsgrundlage eine Lageabweichung von max. drei Metern einzuhalten. Dies entspricht einer Genauigkeitsklasse der DGK5 bzw. DOP5. Bei kleinmaßstäbigen Bildern (> ca. 1:15.000) oder Bildern mit geometrischen Mängeln (produktions- oder reproduktionsbedingt) kann dieser Wert evtl. nicht eingehalten werden. In solchen Fällen ist die höchstmögliche, erreichbare Lagegenauigkeit zu erzielen und das Ergebnis nachvollziehbar zu begründen.

### A-2.3.3 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken

#### 1 Allgemeines

Mit dem Begriff Orthofotos werden Luftbilder bezeichnet, welche die Erdoberfläche verzerrungsfrei und somit in Fläche und Richtung messbar abbilden. Der Vorgang zur Erstellung von Orthofotos wird als Orthorektifizierung bezeichnet.

Historische Orthofotos bilden eine ideale Grundlage für die Herstellung von ergänzenden Karten zur Darstellung der Ergebnisse von Luftbildauswertungen im Rahmen einer HgR-KM. Sie stellen vorrangig ein Mittel zur besseren Nachvollziehbarkeit / Dokumentation der Ergebnisse der Luftbildauswertung dar. Die ergänzende hybride Darstellung von historischen Orthofotos mit den Ergebnissen der Luftbildauswertung ist zudem empfehlenswert, da im Rahmen der Auswertung kampfmittelrelevanter Themen nicht zwangsläufig alle Informationen erfasst werden, welche Einfluss auf die Durchführung von technischen Erkundungs- oder Baumaßnahmen haben können (z.B. Fundamentreste auf Flächen ehemaliger, nicht mehr existenter Bauwerke).

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Auswertung von Orthofotos für den vorliegenden Verwendungszweck kein Ersatz für die Stereoauswertung ist. Die monoskopische Darstellung von Orthofotos schränkt das Interpretationspotenzial deutlich ein.

#### 1.1 Hinweise zur technischen Umsetzung

- In einem Orthofoto werden nur diejenigen Objekte lagerichtig abgebildet, deren Geländehöhen bekannt sind. Orthofotos müssen deshalb grundsätzlich unter Verwendung eines digitalen Höhenmodells berechnet werden. Dabei ist die Nutzung aktueller Geländemodelle für die Berechnung historischer Orthofotos mit Hinblick auf die zu erwartende Lagegenauigkeit historischer Luftbilder akzeptabel.
- Die erforderliche geometrische Auflösung des Orthofotos richtet sich primär nach der Größe der zu identifizierenden Objekte. Eine Faustformel besagt, dass die geometrische Auflösung eines Orthofotos das Zweifache der Dimension des kleinsten zu erfassenden Objektes betragen sollte. Im vorliegenden Verwendungszweck der Orthofotos haben die kleinsten zu kartierenden Objekte i.d.R. eine Dimension von ca. 50 cm Kantenlänge. Daraus ergibt sich eine Bodenauflösung für Orthofotos von 25 cm, Abweichungen hiervon können in Abhängigkeit von Maßstab und Qualität des Bildausgangsmaterials sinnvoll sein, müssen jedoch mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.
- Aufgrund der Zentralperspektive von Luftbildern nimmt der Bildsturz zum Bildrand zu, d. h. hohe Objekte oder Geländeformen kippen. Zur Minimierung dieser radialen Lageversetzungen ist die Ableitung von Orthofotomosaiken aus Randbereichen der Luftbilder zu vermeiden.

Detaillierte technische Parameter können der TS 9.2.5 „Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken (Orthofotoplänen)“ entnommen werden.



## A-2.3.4 Auswertung von Luftbildern

### 1 Einleitung

Luftbilder sind eine grundlegende Informationsquelle und somit ein notwendiges Hilfsmittel für die Erkundung von (historisch bedingten) Kampfmittelbelastungen. Bei der Planung und Durchführung einer Auswertung von (historischen) Luftbildern ist eine Reihe von spezifischen Randbedingungen zu berücksichtigen. Hierzu werden in den folgenden Abschnitten Hinweise gegeben.

### 2 Auswahl des Bildmaterials

#### 2.1 Luftbildzeitschnitte

Vor der Auswahl und Beschaffung von Luftbildern ist die zeitliche Spezifizierung der relevanten Zeiträume, in denen luftbildsichtige Hinweise auf kampfmittelrelevante Objekte (Bauwerke, Anlagen etc.) oder Ereignisse (Luftangriffe, Kampfhandlungen etc.) zu erwarten sind, notwendig.

- Die Zeitpunkte der Luftangriffe können meistens auf Basis der Auswertung von Archivalien alliierter Luftstreitkräfte und ergänzender Sekundärliteratur hinreichend genau festgestellt werden. Die Informationen werden in Form einer Angriffschronik dokumentiert. Mit ihrer Hilfe kann ggf. die Luftbildauswahl auf Luftbildflüge eingeschränkt werden, welche möglichst zeitnah nach den Luftangriffen liegen müssen.
- In wenigen Fällen kann die Auswahl geeigneter Zeitpunkte von Bildflügen für die Identifizierung kampfmittelrelevanter Objekte schwierig oder unmöglich sein. Dies trifft z.B. zu, wenn Kampfmittelfunde bekannt sind, welche keinem Angriffseignis zugeordnet werden können. Wenn sich für spezifische Fragestellungen keine temporalen Anhaltspunkte ergeben, sind Luftbilder nach dem Kriterium „hinreichender Detailerkennbarkeit“ (Maßstab, fotografische Qualität), also alle grundsätzlich geeigneten Bilder, zu beschaffen. Einzig bei Abdeckungen mit sehr dichter Befliegungsfolge von wenigen Tagen oder Wochen ist nach ökonomischen Gesichtspunkten abzuwägen, ob tatsächlich bei allen Bildflügen ergänzende Informationen zu erwarten sind und folglich alle prinzipiell geeigneten Bildflüge beschafft und betrachtet werden müssen.

Eine Vorauswahl von Luftbildern ausschließlich auf Basis beschreibender Informationen (d.h. Flugdatum, Maßstab, Qualität) birgt in beiden Fällen Unsicherheiten:

- Insbesondere in den Kriegsjahren 1944 und 1945 wurden verstärkt Verteidigungsanlagen errichtet, welche aufgrund intensiver Kriegseinwirkungen nur kurzfristig bestanden und somit auch nur für einen relativ kurzen Zeitraum luftbildsichtig erkennbar sind.

- Der Bildflug, welcher zeitlich am dichtesten hinter dem Angriffsereignis liegt, muss nicht zwangsläufig der am Besten geeignete sein. Auch wenn die i.d.R. verfügbaren Bildparameter wie Flugdatum, Qualität und Abdeckung günstig erscheinen, ist es möglich, dass dieser Flug z.B. geometrische Mängel (starke Verkantung der Flugachse(n)) oder eine unzureichende Stereoüberdeckung aufweist und somit für eine fundierte Luftbilddauswertung wenig geeignet sein kann.

Im konkreten Einzelfall ist jeweils zu prüfen, ob es geboten ist, bereits zum Projektbeginn weitere „Pufferflüge“ oder sogar alle grundsätzlich geeigneten Bildflüge zu beschaffen, da dieses insgesamt wirtschaftlicher sein kann. Dies gilt insbesondere, wenn ein kurzfristiger Projektabschluss erforderlich ist. Eine ergänzende Beschaffung von Luftbildern umfasst in der Regel eine Lieferzeit von mehreren Wochen bis 2 Monate.

## 2.2 Abdeckung, Untersuchungsgebiet

Für das gesamte Untersuchungsgebiet ist eine stereoskopische Luftbildabdeckung, soweit diese verfügbar ist, notwendig. Für Untersuchungsgebiete mit deutlichen topographischen Veränderungen (z.B. komplette Neubebauung) ist es erforderlich, Luftbilder aus den Randbereichen des U-Gebietes, soweit verfügbar, mit zu beschaffen. Dabei muss die Abdeckung soweit reichen, bis stabile topographische Merkmale oder nach wie vor existente Bauwerke zur Orientierung verwendet werden können. Dies ist in der Praxis der Luftbildorientierung erforderlich, da somit äußere Luftbilder orientiert und für die Referenzierung der inneren Bilder in einem Bildverbund herangezogen werden können. Hierfür sind die entsprechenden Verfahren der Photogrammetrie (vgl. A-2.3.2 u. A-9.2.4 Photogrammetrie) einzusetzen.

## 3 Durchführung der Auswertung

### 3.1 Spezifizierung von Auswertezielen

Die genaue Festlegung der Ziele der Luftbilddauswertung ist ein wichtiger Schritt der Beauftragung, da der Kartierungsaufwand deutlich in Abhängigkeit dieser Ziele variieren kann. Soll eine Bestands- und/oder Situationskartierung durchgeführt werden, müssen Erfassungskategorien vorgegeben werden. Die relevanten Kategorien sind in der Regel folgende Verursachungsszenarien einer Kampfmittelbelastung (vgl. A-2.1.4 „Verursachungsszenarien“):

- Luftangriffe,
- Bodenkämpfe,
- Munitionsvernichtung,
- Militärischer Regelbetrieb,
- Munitionsproduktion und -lagerung.

### 3.2 Technische Voraussetzungen

Die technischen Grundlagen für eine lage- und grundrissgetreue Kartierung von Luftbildern sind in A-2.3.2 und A-9.2.4 (TS) Photogrammetrie beschrieben. Sofern die Verortung der Auswertergebnisse eine untergeordnete Bedeutung hat und eine qualitative Aussage hinsichtlich des Kampfmittelpotenzials mit Hilfe einer generalisierten Darstellung ausreichend ist, können nicht lagegetreue Verfahren zur Erfassung der Informationen angewendet werden. Dazu zählen z.B.

- die Kartierung auf Basis von Luftbildern, die mittels affiner Transformation mit einer kartografischen Grundlage digital überlagert wurden (Verschiebung, Drehung und Skalierung eines Luftbildes, unabhängig von der Zentralperspektive und höhenbedingten Maßstabschwankungen),
- die visuelle Übertragung von Luftbildinformation auf eine digitale kartografische Grundlage anhand topographischer Merkmale.

Auf den Ergebniskarten ist grundsätzlich zu vermerken, dass sie keine lagegetreue Abbildung darstellen.

### 3.3 Thematische Aspekte

Für die Erschließung thematischer Informationen aus historischen Luftbildern gibt es gegenwärtig keine Standards, d.h. es existieren keine Kataloge mit spezifischen luftbildsichtigen Erkennungsmerkmalen von Objekten und deren Darstellung. Somit müssen alle vermeintlich kampfmittelrelevanten, luftbildsichtigen Objekte aufgrund ihres Erscheinungsbildes individuell identifiziert und kategorisiert werden. Der Informationsgehalt und die Aussagesicherheit der Auswertergebnisse ist damit im besonderen Maß von den Fähigkeiten und der Sorgfalt des Luftbildauswerters abhängig. Grundsätzlich sind verfügbare Archivalien als Interpretationshilfe zu berücksichtigen.

Weitergehende Informationen über Erfassungskategorien der Luftbildauswertung sind den Verursachungsszenarien gem. A-2.1.4 zu entnehmen. Die Definition von Geoobjekten und deren Eigenschaften in Geoinformationssystemen zur kartografischen Dokumentation und Bewertung einer potenziellen Kampfmittelbelastung ist fallbezogen zu definieren. Vorgaben zur formalisierten Erfassung und kartografischen Darstellung der Auswertergebnisse gibt A-9.1.4 „Kartografische Darstellungen“.

### 3.4 Lagegenauigkeit der Kartierung

Aufgrund der geometrischen Eigenschaften historischer Luftbilder ist die Lagegenauigkeit kartierter Ergebnisse im Vergleich zu aktuellen Luftbildern i.d.R. geringer. Die Größe der Lageabweichung ist, eine eindeutige Objektansprache vorausgesetzt, primär von folgenden Faktoren abhängig:

- Bildmaßstab; die Lagegenauigkeit verändert sich proportional mit dem Bildmaßstab,
- Geometrische Bildqualität,
- Beschaffenheit, Verteilung und Menge der Bodenpasspunkte zur Orientierung der Luftbilder,
- Angewendete Verfahren zur Luftbildorientierung.

Die Abweichung eines kartierten Objektes von seiner tatsächlichen terrestrischen Lage unterliegt demnach einer fallbezogenen, unsystematischen Schwankung. Die anzustrebende Lagegenauigkeit von 3 m wird nicht in allen Fällen zu gewährleisten sein (vgl. A-9.2.4). Aus diesem Grund ist es von Bedeutung, dass im Rahmen der Luftbildorientierung Parameter abgeleitet werden, die zumindest einen durchschnittlichen Lagefehler der zu erfassenden Objekte quantifizieren. Näheres zur Dokumentation ist der Leistungsbeschreibung (LB) A-7.2.3 „Luftbildorientierung“ zu entnehmen.

Die Frage, welche Luftbildmaßstäbe für welchen Kartiermaßstab geeignet sind, lässt sich pauschal nicht beantworten. Themen und Bildqualität spielen eine entscheidende Rolle. In der folgenden Tabelle werden Zielgrößen für Luftbild- und Kartiermaßstäbe aufgelistet:

**Tab. A-2.3 - 6: Zielgrößen Luftbild- und Kartiermaßstäbe**

Zielmaßstab der Kartierung	Luftbildmaßstab (ca.)
1:2.500	1:8.500 bis 1:13.000
1:5.000	1:12.000 bis 1:18.000
1:10.000	1:18.000 bis 1:25.000
1:25.000	1:30.000 bis 1:40.000

Kleinmaßstäbige Kartierungen können in größeren Maßstäben abgebildet werden, dabei ist jedoch der Hinweis aufzuführen, auf welcher Grundlage die Informationen erhoben wurden. Es ist deutlich zu machen, dass die dargestellten Ergebnisse nicht der geometrischen Genauigkeit der Kartengrundlage entsprechen.

### 3.5 Erfassung von Geodaten und Dokumentation der Luftbildauswertung

Das Zustandekommen der Auswertergebnisse muss für den Auftraggeber nachvollziehbar sein. Die Rahmenbedingungen und Verfahrensschritte der Luftbildauswertung sind eindeutig zu dokumentieren. Dies betrifft folgende Punkte:

- Eingesetzte Verfahren und Geräte der Luftbildauswertung,
- Eine Auflistung aller verfügbaren Luftbilder mit beschreibenden Informationen (Bildflug, Bildnummer, Zeitschnitt, Maßstab, Qualität, Bildquelle),
- Entscheidungskriterien für die Detailauswertung und Kennzeichnung betreffender Bilder sowie Ausschlusskriterien,
- Beurteilung der Zuverlässigkeit der luftbildsichtigen Identifizierung potenziell kampfmittelrelevanter Objekte.

#### 3.5.1 Einsatz von Geoinformationssystemen (GIS)

Alle thematischen Informationen der Luftbildauswertung haben einen Raumbezug. Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Auswertung ergeben sich somit zwangsläufig Geoinformationen. Diese finden in digitaler Form als Geodaten in den folgenden Maßnahmen der Kampfmittelerkundung und -räumung Anwendung. Der Einsatz von GIS im Rahmen der Luftbildauswertung ist Stand der Technik und grundsätzlich erforderlich. Die Nutzung von Softwarelösungen aus dem grafischen Bereich (z.B. AutoCad-Formate) zur Erfassung bzw. Lieferung von raumbezogenen Daten ist unzulässig.

Der Markt ist durch eine Vielzahl unterschiedlicher GIS-Lösungen und Geodatenformate geprägt. Konkrete Anforderungen hinsichtlich der Datenbeschaffenheit müssen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abgestimmt werden. Die geplante Einführung offener Geodatenstandards gem. OGC (Open Geospatial Consortium) und OpenGIS-Spezifikationen kann hierfür neue Möglichkeiten eröffnen.

#### 3.5.2 Dokumentation von Geodaten durch Metainformationen

Die Ergebnisse der Luftbildauswertung müssen in analoger und digitaler Form bereitgestellt werden. Neben der Festlegung eines geeigneten (Geo-) Datenformates ist eine Beschreibung der Daten mittels Metainformation erforderlich.

Metainformationen sind eine strukturierte Beschreibung der eigentlichen Geodaten-Bestände. Wichtige Elemente der Metainformationen zu einem Geodatensatz sind u. a. die inhaltliche Beschreibung einschließlich der Bedeutung von Attributen (Zuordnung von Sachdaten zu Geometrien), Aktualitäts- und Qualitätsangaben, das Format, der Raum- und Zeitbezug sowie die Datenquelle.

Da die Ergebnisse der Luftbildauswertung im Rahmen einer anschließenden Kampfmittelerkundung und/oder -räumung weiter verwendet werden, sind diese Metainformationen von entscheidender Bedeutung für die Nutzbarkeit der Datenbestände und damit auch für den effizienten Einsatz geographischer Informationssysteme. Metainformationen bilden quasi den Schlüssel für den Gebrauch der Daten

Die Beschreibung der Erfassung von Metadaten nach der Norm ISO 19115 ist in Vorbereitung. Vorläufig sind folgende Daten in einer ASCII-Textdatei zu erfassen:

Beispiel eines Metadatensatzes

Auftragegeber  
Auftragnehmer  
Projektnummer  
Liegenschaft  
Projekttitel  
Thema Geodaten  
Dateiname  
Datenformat  
Inhaltliche Beschreibung  
Erstellungsdatum  
Raumbezugssystem  
Bearbeitungsstatus  
Beschreibung Attribute 1 bis n

## **A-2.4 Handlungsanweisung Rüstungsaltstandorte/ Entmunitionierung**

Die Handlungsanweisung „Erkundung von Altstandorten der Militärproduktion und des Militärbetriebes (Rüstungsaltstandorte) - Entmunitionierung" kurz "Handlungsanweisung/Rüstungsaltstandorte/Entmunitionierung" wurde durch die Leitstelle Boden- und Grundwasserschutz / Kampfmittelräumung erarbeitet und durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (heute Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung) sowie das Bundesministerium der Verteidigung gemeinsam herausgegeben. Diese mit den Erlassen vom 17.12.1999 (BMVBW, BS 33 B1012) und vom 24.03.2000 (BMVg, WV II7 Az 63-25-36/15) im Einvernehmen mit dem Bundesministerium der Finanzen eingeführten Handlungsanweisungen sind sowohl Bestandteil der Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz als auch dieser Arbeitshilfen Kampfmittelräumung und weiterhin uneingeschränkt gültig.

**Die Handlungsanweisung „Erkundung von Altstandorten der Militärproduktion und des Militärbetriebes (Rüstungsaltstandorte) - Entmunitionierung“ steht Ihnen als PDF-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**





## A-2.5 Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A

### 1 Einleitung

Folgende Faktoren sind für die Bewertung von mit Kampfmitteln belasteten Flächen maßgebend (siehe auch Kap. 5 im Textteil dieser Arbeitshilfen):

- jetzige und zukünftige Nutzung,
- Sorte, Art, Lage, Menge des vermuteten, festgestellten Kampfmittels,
- Zustand des festgestellten Kampfmittels,
- Möglichkeit der Selbstdetonation,
- Möglichkeit der Detonation durch Fremdeinwirkung,
- Explosions-, Detonations- und sonstige Wirkung auf die Schutzgüter.

### 2 Grundlagen

Die Bewertung beruht auf den Ergebnissen der Historisch-genetischen Rekonstruktion und schließt die Phase A ab. Die methodischen Vorgehensweisen bei der Bewertung und der Gefährdungsabschätzung (s. Anhang A-3.3) sind vergleichbar. Bei der Bewertung der Phase A ist vor allem zu berücksichtigen, dass sie im Wesentlichen auf „weichen“ Daten der Archivalien- und Luftbildauswertung beruht. Insbesondere mögliche Einschränkungen der Recherche, die zu einer Verminderung der Aussagesicherheit führen können, sind bei der Bewertung zu berücksichtigen.

Die Informationen zur Sorte und Art sowie Lage, Menge und dem Zustand der möglicherweise vorhandenen Kampfmittel ergeben sich aus der

- Untersuchung der Verursachungsszenarien (Anhang A-2.1.4):
  - Luftangriffe,
  - Bodenkämpfe,
  - Munitionsvernichtung,
  - Militärischer Regelbetrieb,
  - Munitionsproduktion und -lagerung,
- aus fallweise durchgeführten Geländebegehungen sowie aus
- Erkenntnissen von in der unmittelbaren Nähe untersuchten oder geräumten Flächen.

Die naturräumlichen Standortfaktoren beeinflussen maßgeblich die Bewertung, da beispielsweise spätere Bodenbewegungen oder neue Infrastruktur zur Verlagerung oder teilweisen Beseitigung von Kampfmitteln geführt haben können. Der Erhebung der relevanten Daten kommt deshalb eine hohe Bedeutung zu.

### 3 Methodisches Konzept

Die Methodik der Gefährdungsabschätzung hat folgende Anforderungen zu erfüllen:

- allgemein gültig,
- wissenschaftlich fundiert,
- nachvollziehbar,
- robust,
- einfach anzuwenden,
- einfach zu aktualisieren.

Die Bewertung erfolgt schrittweise nach folgender Vorgehensweise:

1. Die kampfmittelverdächtigen Flächen (KMVF) werden - für die 5 Verursachungszenarien differenziert - ermittelt und in Plänen dargestellt. Bereits (beabsichtigt oder unbeabsichtigt) geräumte Flächen sind bei der Ausweisung der KMVF zu berücksichtigen.
2. Durch die Recherchen werden die möglicherweise anzu treffenden Kampfmittel für jedes Verursachungszenarium benannt. Sie werden in 7 Fundklassen eingestuft.
3. Für die weitere Betrachtung wird die höchste Fundklasse berücksichtigt.
4. Die Wirkung eines möglicherweise vorhandenen Kampfmittels kann nicht sicher abgeschätzt werden, da gesicherte Informationen zur genauen Sorte und Art, zur Bezünderung, zum Zustand und zur Tiefenlage nur in Ausnahmefällen gegeben werden können.
5. Die für die Verursachungszenarien einzeln ausgewiesenen Kampfmittelverdachtsflächen werden den 5 Flächenkategorien (s. Textteil der AH KMR, Kap. 5) zugeordnet. Dabei werden die höchst mögliche Fundklasse und bestimmte, weiter unten dargestellte Konventionen berücksichtigt.

### 4 Kampfmittelverdächtige Flächen (KMVF)

Für die Bewertung der Ergebnisse der Historisch-genetischen Rekonstruktion wird das Grundstück daraufhin untersucht, welche der fünf Verursachungszenarien zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können.

Für jedes Verursachungszenarium sind anzugeben:

- Lage und räumliche Ausdehnung der betroffenen Fläche,
- Lage und räumliche Ausdehnung von möglichen Belastungsschwerpunkten (z.B. Stellungssystemen, Sprengtrichtern),
- Sorte und Art der vermuteten Kampfmittel sowie Annahmen zur Menge, der möglichen räumlichen Verteilung (gleichförmig, ungleichförmig, punktuell konzentriert etc.) und der möglichen Tiefenlage.

Diese Informationen werden mit Daten zu durchgeführten Kampfmittelräumungen oder Bodenbewegungen, die ebenfalls zu einer Beseitigung von Kampfmitteln geführt haben können, verschnitten.

Im Ergebnis ist ein Plan vorzulegen, in dem für die fünf Verursachungsszenarien getrennt die Kampfmittelverdachtsflächen und bereits geräumte Fläche eindeutig dargestellt werden.

## 5 Fundklassen

Durch die Rekonstruktion der Ursachen, die zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können, werden die möglicherweise auftretenden Kampfmittel ermittelt. Je nach Verursachungsszenarium und in Abhängigkeit der Quellenlage kann das mögliche Kampfmittelspektrum mehr oder weniger differenziert und verlässlich angegeben werden.

Die einheitliche Benennung der möglichen Kampfmittel erfolgt über die Zuordnung zu Fundklassen. Sie sind analog den Fundklassen der Gefährdungsabschätzung definiert (s. folgende Tabelle Tab. A-2.5 - 1). Die Fundklassen werden mit den Großbuchstaben D<sub>A</sub> bis K<sub>A</sub> gekennzeichnet. Im Gegensatz zu den Fundklassen der Phase B, die konkret im Gelände aufgefundene Funde klassifizieren, wurden die Fundklassen der Phase A um den Index „A“ ergänzt. Hiermit werden Verwechslungen vermieden und klar gemacht, dass diese Einstufung auf Basis der Ergebnisse der Historisch-genetischen Rekonstruktion beruht. Analog zu den Fundklassen der Phase B wurde der Buchstabe „I“ nicht vergeben. Auch sind die Fundklassen A bis C ohne Relevanz. Hierbei handelt es sich in der Phase B um tatsächliche Funde von Schrott. In der Phase A werden Flächen, die lediglich derartige Funde vermuten lassen, vom Kampfmittelverdacht freigesprochen und deshalb nicht weiter berücksichtigt.

Tab. A-2.5 - 1: Zuordnung der Kampfmittel zu Fundklassen

Fund-klasse	Beschreibung (Funde von ... möglich)	Beispiel	Klassifizierung n. AH KMR
D <sub>A</sub>	Waffen, Waffenteile	Gewehr-, Geschützreste	Kampfmittel
E <sub>A</sub>	Kampfmittel mit Explosivstoffen ohne Zünder	10,5 cm Granate ohne Zünder, Splitter/Fragment mit Explosivstoffanhaftung	
F <sub>A</sub>	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder	3,7 cm SprGr mit Zünder	
G <sub>A</sub>	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder, selbstdetonationsgefährdet	8,8 cm PzSprGr	
H <sub>A</sub>	Kampfmittel, die flüchtigen Brand-, Reiz- oder Nebelstoff enthalten	Nebeltopf, nicht ausgenebelt, Phosphorbrandbombe	
J <sub>A</sub>	Kampfmittel, die strahlende Substanzen enthalten oder aus diesen bestehen	Wuchtgeschosse aller Kaliber, die als DU-Munition (depleted uranium) bekannt sind, Steuer- und Lenkteile von Flugkörpern, die derartige Substanzen enthalten.  Die Bergung, Räumung und Beseitigung derartiger Kampfmittel unterliegen besonderen Auflagen und gesetzlichen Bestimmungen.	
K <sub>A</sub>	Kampfmittel, die Kampfstoffe enthalten unabhängig ob mit oder ohne Zünder	Granaten und Bomben des Ersten und Zweiten Weltkriegs, die Kampfstoffe enthalten.  Die Bergung, Räumung und Beseitigung derartiger Kampfmittel unterliegen besonderen Auflagen und gesetzlichen Bestimmungen.	

Die für jedes Verursachungsszenarium vermuteten Kampfmittel werden den Fundklassen zugeordnet. Für die weitere Bewertung ist die höchste Fundklasse relevant.

## 6 Tiefenstufen

Für die Gefährdungsabschätzung der Phase B (s. Anhang A-3.3) werden die Funde zwei Tiefenstufen zugeordnet. Für die Phase A können derartige Tiefenstufen in der Regel nicht verlässlich angegeben werden. Meist sind nur vage Annahmen möglich. Eine Ausnahme besteht dann, wenn durch eine Geländebegehung Kampfmittel an der Geländeoberfläche gefunden wurden. In derartigen Fällen wird – nach Prüfung im Gelände durch eine Verantwortliche Person gem. SprengG (s. AH KMR – Textteil, Kap. 2, Definitionen) – gemäß Anhang A-3.3 häufig eine Gefahr für die Schutzgüter festzustellen sein. Ein derartiger Befund ist bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A besonders zu berücksichtigen.

## 7 Bewertung

Im Textteil erfolgt in Kapitel 5.2 eine Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen:

Kategorie 1	Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.
Kategorie 2	Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.
Kategorie 3	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.
Kategorie 4	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.
Kategorie 5	Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

Die sieben Fundklassen können durch die damit verbundene Beurteilung des Verdachts in die 5 Flächenkategorien überführt werden. Dafür gelten folgende Konventionen:

1. **Die Flächen mit möglichen Kampfmittelfunden der Fundklassen  $D_A$  bis  $K_A$  werden der Flächenkategorie 2 -weiterer Erkundungsbedarf- zugeordnet.**
2. **Wurden für das Verursachungsszenarium „Luftangriffe“ Bombenblindgängerverdachtspunkte ausgewiesen, werden diese in die Flächenkategorie 2 eingestuft. Der Verdacht hat sich zwar noch nicht bestätigt, wurde aber wesentlich konkretisiert. Insofern sind in der Regel weiterführende Untersuchungen (z.B. Tiefensondierungen) und unmittelbar anschließende Räumungen (gem. Technischer Spezifikation A-9.4.5 Räumverfahren Land / Bergung von Bombenblindgängern) einzuleiten.**
3. **Wurden die Fundklassen  $J_A$  und  $K_A$  ausgewiesen, ist ein vordringlicher Bedarf für eine weitere technische Erkundung festzustellen.**
4. **Werden Kampfmittel der Fundklassen  $G_A$ ,  $J_A$  oder  $K_A$  vermutet, können wegen des möglichen besonderen Gefährdungspotenzials besondere Schutzmaßnahmen sofort notwendig werden.**

5. Wurde durch eine Geländebegehung festgestellt, dass die vermuteten Kampfmittel tatsächlich vorhanden sind und an der Oberfläche auftreten, erfolgt die Bewertung analog der Gefährdungsabschätzung (s. Anhang A-3.3). Wurde eine Gefahr festgestellt, ist die Fläche in die Flächenkategorie 4 einzustufen. Besondere Schutzmaßnahmen können kurzfristig erforderlich werden.
6. Die Flächenkategorie 3 kann dann einer Fläche zugewiesen werden, wenn besondere Hinweise und zusätzliche Erkenntnisse vorliegen, die im Einzelfall die eindeutige Ableitung ermöglichen, dass bei der jetzigen oder geplanten Nutzung keine Gefahr für die Schutzgüter zu erwarten ist. Dies kann beispielsweise bei Auffüllungen gegeben sein, die nach dem Schadenseintritt auf die Fläche aufgebracht wurden und die so mächtig sind, dass eine Wirkung der vermuteten Kampfmittel nicht zu erwarten ist.
7. Liegt ein eindeutiger Nachweis vor, dass Teilflächen bereits früher geräumt wurden, werden sie in die Flächenkategorie 5 eingestuft. Der eindeutige Nachweis bedarf einer nachvollziehbaren Dokumentation und kartografischen Darstellung über die eingesetzte Technik, über die Durchführung der Räumung, der gefundenen Kampfmittel, des erreichten Räumstandes sowie der ausdrücklichen Freigabeerklärung.

Die hier ausgewiesenen Flächenkategorien sind den Munitionsbelastungsgraden B und C der Bundeswehr (s. ZDv 44 / 11) zuzuordnen. Eine genaue Zuordnung kann erst nach einer technischen Erkundung erfolgen. Die oben genannten Konventionen gelten sinngemäß.

## 8 Dokumentation

Der Bewertung kommt bei der Phase A eine grundlegende Bedeutung zu. Sie bestimmt Art und Umfang und damit auch Kosten von Folgemaßnahmen. Die Ergebnisse der Untersuchungen und die darauf basierende Bewertung sind dementsprechend ausführlich zu beschreiben und kartografisch zu dokumentieren. Empfehlungen für weitere Maßnahmen sind auszusprechen und erste Lösungsmöglichkeiten zu unterbreiten. Die Dokumentation richtet sich nach den Anforderungen der TS A-9.2.9 „Anforderungen Bericht Phase A“.

## A-3 Phase B

### A-3.1 Geophysik

#### A-3.1.1 Einleitung

##### 1 Einführung

Die Ortung von Kampfmitteln ist auch heute noch eine unverzichtbare Maßnahme zur Gefahrenabwehr u.a. bei der Durchführung von Bauvorhaben und der Erschließung von Grundstücken. Geophysikalische Verfahren werden hierfür seit langem mit Erfolg eingesetzt. Dabei wird zwischen sogenannten passiven und aktiven Verfahren unterschieden.

Passive Verfahren beruhen auf der Messung von Verzerrungen des Erdmagnetfeldes, die durch magnetisch wirksame Störkörper (Blindgänger, Eisenteile etc.) im Untergrund hervorgerufen werden.

Bei den aktiven Verfahren wird ein elektromagnetisches Feld mittels eines Senders erzeugt, dessen Antwort aus dem Untergrund durch leitfähige Strukturen wie z.B. Metallkörper verändert wird. Diese Änderungen werden mit einem Empfänger aufgenommen und ausgewertet.

Aktive Verfahren kommen in der Kampfmittelerkundung erst seit einiger Zeit routinemäßig zum Einsatz. Hier besteht z.T. noch Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Es kann davon ausgegangen werden, dass die aktiven Verfahren für die Zukunft noch ein großes Potenzial an Möglichkeiten bieten werden.

##### 2 Grundlagenermittlung

Vor dem Einsatz geophysikalischer Verfahren zur Lokalisierung von Kampfmitteln müssen zur richtigen Auswahl einige grundsätzliche Fragestellungen geklärt werden:

- Welche Kampfmittel werden vermutet (Art, Herkunft, Größe, Gewicht, Anzahl, min./max. Tiefenlage)?
- In welchen Bodenverhältnissen liegen die Kampfmittel (gewachsener Untergrund, bindige/nicht bindige Böden, geordnete/ungeordnete Aufschüttung, auch: Grundwasserflurabstand)?
- Welche Störkörper können die Kampfmittel maskieren (Metallschrott, Metallleitungen/-kabel, Oberflächenversiegelungen wie z.B. armierter Beton, Schlacke)?
- In welcher Umgebung befindet sich die abzusuchende Fläche (Stadtgebiet, Land, Nähe z.B. zu Gleiskörpern oder Gebäuden)?
- Wie ist die abzusuchende Fläche beschaffen (Größe, Zugänglichkeit, Begehbarkeit/ Befahrbarkeit, Bewuchs, Morphologie)?

## 2.1 Kampfmittel

Grundsätzlich lassen sich Kampfmittel nach Herkunft, Art und Lage charakterisieren (modifiziert nach: "Merkblatt über Fundmunition", Bayerisches Staatsministerium des Inneren):

Tab. A-3.1 - 1: Charakterisierung der Kampfmittel

Art der Kampfmittel	Anforderungen an die geophysikalische Untersuchungsmethodik
<p>Während des Krieges abgeworfene Bomben, die beim Aufprall nicht explodiert und deshalb in die Erde eingedrungen sind (<b>Bombenblindgänger</b>); sie liegen je nach Größe und Gewicht bis 10 Meter tief unter der Geländeoberfläche, selten tiefer (Bombenblindgänger durchdringen den Untergrund häufig auf einer kreisartigen Bahn und befinden sich daher nicht unmittelbar unterhalb des Einschlagsortes).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortung von Einzelobjekten (Einzelanomalien) bis in größere Tiefen, d.h. Nutzung von Sensoren mit großer Tiefenerfassung von der Erdoberfläche aus.</li> <li>• Bei Objektiefen, die nicht durch Messungen von der Erdoberfläche aus erfasst werden können, muss eine Ortung durch Abteufen von Messbohrungen erfolgen.</li> <li>• Bei bekannten Einschlagsorten von möglichen Blindgängern (z.B. aus der Luftbildauswertung) muss bei der Ortung auch das Umfeld abgesucht werden. Die Bomben befinden sich nicht direkt unter dem Einschlagsort, sondern liegen meist in einem Abstand von 6 – 10 m vom Einschlagspunkt und in einer Tiefe bis zu 10 m. Die Größe der Verdachtsfläche ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit. Bei weichen oder lockeren Böden muss der Suchradius größer als bei festen Böden angesetzt werden. Richtwerte sind Suchflächen mit 10 m x 10 m für feste und 25 m x 25 m für weiche/lockere Böden mit dem Einschlagsort im Mittelpunkt.</li> <li>• Für eine Modellierung des Störkörpers (Bombe) inkl. einer Tiefenbestimmung ist die flächenhafte Erfassung des durch die Bombe hervorgerufenen Anomalienfeldes notwendig.</li> <li>• Bei größeren Objekten (&gt; 20 kg Eisenmasse) ist ein Profilabstand von 0,5 m für die Messungen ausreichend.</li> </ul>
<p>Während des Krieges verschossene, aber nicht explodierte andere Munition (<b>Blindgänger</b>); sie liegt auf der Erdoberfläche oder in geringer Tiefe.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ortung von oberflächennahen Einzelobjekten geringerer Größe, d.h. Gebrauch von empfindlichen Sensoren mit geringer Tiefeneindringung.</li> <li>• Aufgrund der möglichen kleineren Abmessungen der Blindgänger und der geringen Tiefe ist ein Spurabstand der Sensoren &lt; 0,5 m notwendig.</li> <li>• Flächenhafte Kartierungen notwendig, da meist keine Vorab-Informationen über mögliche Fundstellen vorhanden sind.</li> </ul>



Bei Kriegsende von Soldaten oder Einheiten aufgebene andere Munition (aufgelassene **Wehrmachtsmunition**, also Munition für Handfeuer- und Maschinenwaffen, Granaten, Minen); sie liegt nicht selten an verkehrsgünstiger Stelle in Flüssen oder Seen.

Nach Kriegsende im Zuge der Munitionsvernichtung durch Sprengen weggeschleuderte Munition (**angesprengte Munition**); sie befindet sich meistens in der oberen Bodenschicht auf den seinerzeitigen Sprengplätzen, manchmal auch bis 1000 Meter davon entfernt.

**Nachkriegsmunition** (insbesondere Übungsmunition der Bundeswehr/ ausländischer Streitkräfte), vornehmlich in der näheren Umgebung von Truppenübungsplätzen.

- Ortung von kleineren Einzelobjekten, die zum Teil als Ansammlung im Boden liegen. Die Nutzung von hochauflösenden Sensoren ist notwendig, um auch kleinere Einzelobjekte zu erfassen.
- Die Objekte können zum Teil nicht mehr einzeln aufgelöst werden und rufen daher eine zusammenhängende „Einzelanomalie“ hervor, die ein größeres Einzelobjekt vortäuschen kann oder es ergibt sich ein unruhiges Anomalienbild, deren Einzelanomalien nicht mehr objektbezogen ausgewertet werden können.
- Aufgrund der kleinen Abmessungen der Munition und der geringen Tiefe ist ein Spurabstand < 0,5 m notwendig.
- Bei Fundorten im Wasser ist eine geeignete Unterwassersensorik einzusetzen.
- Ortung von kleineren Einzelobjekten, die zum Teil als Ansammlung auf dem Boden bzw. im Boden liegen. Die Nutzung von hochauflösenden Sensoren ist notwendig, um auch kleinere Einzelobjekte zu erfassen. Die Sensoren sollten Objekte bis ca. 30 cm Tiefe erfassen.
- Aufgrund der kleinen Abmessungen der Munition und der geringen Tiefe ist ein Spurabstand < 0,5 m notwendig.
- Eine umfassende flächendeckende Suche im größeren Umfeld des Sprengplatzes ist aufgrund des Streuradius der angesprengten Munition notwendig.

Hier können ohne nähere Kenntnisse über Umfang und Art der Munition keine Empfehlungen gegeben werden.

## 2.2 Fundumgebung

Neben der Art und Lage der Fundmunition spielt die Fundumgebung eine weitere wichtige Rolle für den Erfolg/Misserfolg bei der Kampfmittelsuche. Im Folgenden sind einige typische Situationen für Fundumgebungen mit den dazugehörigen Konsequenzen dargestellt.

### 2.2.1 Aufschüttungen

Häufig gelangen Kampfmittel durch Bodenumlagerungen in aufgeschüttetes Material. Die stoffliche Zusammensetzung der Aufschüttung hat starken Einfluss auf die Qualität der geophysikalischen Messungen. Durch metallische Einlagerungen (Schrott, Bauschutt mit Stahlbewehrungen etc.) werden magnetische und elektromagnetische Messverfahren stark gestört, so dass eine Identifizierung bzw. Unterscheidung von Kampfmitteln und anderweitigen Metallteilen nur schwer oder nicht mehr möglich ist. Hier können Verfahrenskombinationen in Verbindung mit Datenbearbeitungsverfahren eine Verbesserung der Detektionswahrscheinlichkeit erzielen.

Die maximal zu erreichende Erkundungstiefe wird durch die Mächtigkeit der Aufschüttung begrenzt.

Eine Übersichtskartierung, z.B. mit Hilfe einer magnetischen Vermessung, liefert ein Bild über die Verteilung von mit Metallkörpern unbelasteten, belasteten oder stark belasteten Bereichen der Untersuchungsfläche.

Die Auswertung gemessener magnetischer Anomalien hinsichtlich der Tiefe der Störkörper gibt Auskunft über die Mächtigkeit der Aufschüttung unter der Annahme, dass im gesamten Aufschüttungsvolumen Störkörper enthalten sind. Ist diese Annahme unsicher, kann durch ergänzende Untersuchungen (z.B. Rammkernsondierungen, 2D-Geoelektrik oder Refraktionsseismik) die Mächtigkeit der Aufschüttung profil-/flächenhaft ermittelt werden.

Die Voruntersuchungen liefern fundierte Planungsgrundlagen für die Entscheidung, ob eine flächenhafte geophysikalische Kampfmittelsuche auf der gesamten Fläche, nur auf Teilbereichen oder gar nicht zum Einsatz kommen kann. Aus der Mächtigkeitsbestimmung lässt sich die maximal zu erreichende Erkundungstiefe bestimmen, welche die Wahl des geophysikalischen Verfahrens bestimmt. Weiterhin kann das zu untersuchende Bodenvolumen abgeschätzt werden.

### 2.2.2 Leitungen, Kabel, Störkörper

Befinden sich Kampfmittel in Gebieten mit entwickelter Infrastruktur (Stadt-/Industriegebiete), können unterirdische Leitungen und Kabel die Ergebnisse einer Sondierung beeinträchtigen. Mit Hilfe von Leitungsplänen lassen sich im voraus mögliche Fehlinterpretationen von gemessenen Anomalien vermeiden. Allerdings sind diese Pläne häufig recht ungenau.

Ebenso muss im Gelände sorgfältig Protokoll über sichtbare Störkörper (Tanks, Zäune, Kanaldeckel, Masten etc.) geführt und diese in Lagepläne eingetragen und mit den Anomalienkarten abgeglichen werden.

Die geophysikalischen Messnetze sollten, soweit das Gelände dies zulässt, Leitungen und Kabel senkrecht queren. Dadurch erhöht sich die Ortungsgenauigkeit dieser Lineamente.

### 2.2.3 Geologische Struktur der Untersuchungsfläche

Zur geophysikalischen Methodenwahl ist die Kenntnis der geologischen Struktur im Bereich der Verdachtsfläche von großem Vorteil. So tritt als "natürliche" Tiefengrenze für Bombenblindgänger z.B. eine Festgesteinsoberkante unter einer Lockergesteinsbedeckung auf. Liegt diese Grenze höher als die erfahrungsgemäß mögliche maximale Tiefe von Blindgängern (ca. 8 – 10 m), kann das zu untersuchende Bodenvolumen erheblich reduziert werden. Zur Kartierung der Festgesteinsoberfläche im Untergrund können je nach Bodenbeschaffenheit Rammkernsondierungen, Refraktionsseismik, 2D-Geoelektrik oder das Georadar eingesetzt werden.

Bei lockeren bzw. „weichen“ Bodenverhältnissen (z.B. Kleiböden) liegen Bombenblindgänger zum Teil noch in 10 m Tiefe. Hier müssen zur Ortung Sondierungsbohrungen herangezogen werden.

Die eben aufgeführten Überlegungen beziehen sich nur auf natürliche Bodenverhältnisse. Durch Bodenumlagerungen/Aufschüttungen können die Bombenblindgänger auch tiefer liegen als sie natürlicherweise zu erwarten sind.

Bindige Böden wie Ton, Auelehm etc. verbieten den Einsatz von Georadarverfahren zur Kampfmittelortung. Radarstrahlen werden durch diese Bodentypen stark gedämpft, so dass die Eindringtiefe praktisch gleich null ist.

## 3 Verfahrensoptimierung

Die Praxis zeigt, dass jeder Fundplatz seine eigenen spezifischen Gegebenheiten aufweist. Aus diesem Grunde ist insbesondere bei größeren Flächen eine sorgfältige Vorerkundung notwendig, die neben einer geologischen Beschreibung auch geophysikalische Testmessungen zur optimalen Methodenwahl beinhaltet.

Die Testmessungen sollten wie folgt angelegt sein:

- Abstecken eines charakteristischen Gebietes auf der Untersuchungsfläche. Bei unterschiedlichem (geologischen) Aufbau der Untersuchungsfläche sollten entsprechend mehrere Testflächen ausgewiesen werden. Die Testflächen müssen eine gewisse Größe besitzen (ca. 30 m x 30 m oder größer), um repräsentative Aussagen über die Gesamtuntersuchungsfläche erhalten zu können.
- Durchführung eines Methodentestes, um festzulegen, mit welcher Methode/ Methodenkombination und welchen Messgerätetypen das beste Ergebnis in Verbindung mit hoher Wirtschaftlichkeit erzielt wird.
- Ermittlung des optimalen Profil- und Messpunktabstandes.
- Bei der Suche nach bestimmter Fundmunition sollte im Testfeld gezielt in verschiedenen Tiefen und Lagen an unterschiedlichen Stellen entsprechende Fundmunition eingebracht werden. Anhand dieser Messeffekte ist eine gewisse Kalibrierung der Verfahren möglich.
- Modellierung und Tiefenbestimmung der Störkörper anhand der gemessenen Anomalien und Überprüfung an den vorher eingebrachten Probekörpern.

- Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Als Ergebnis der geophysikalischen Testmessungen erhält man:

- Eine optimale geophysikalische Erkundungsstrategie.
- Eine Reduzierung der Kosten durch die Vermeidung von falsch eingesetzten Methoden (z.B. Georadar auf bindigen Böden).
- Vermeidung von Neu- bzw. Nachmessungen aufgrund eines fehlerhaft angelegten Messrasters (z.B. zu großer Profilabstand bei der Suche nach kleinen oberflächennahen Objekten).
- Ein Optimum an Sicherheit und Vertrauen in die geophysikalischen Erkundungsergebnisse, da bezogen auf die spezifische Standortsituation die beste Untersuchungsstrategie angewendet wurde.

#### 4 Dokumentation

Alle durchgeführten Arbeiten müssen in Form von Feldprotokollen und in zusammengefasster Form im Ergebnisprotokoll dokumentiert werden. Hierzu gehören (siehe auch Knödel et al., 1997):

- Vollständigkeit des Berichtes und Verständlichkeit auch für Nichtfachleute: Alle zum Verständnis des Berichtes erforderlichen Angaben und Darstellungen müssen im Bericht enthalten sein. Der Weg von den Messdaten zum Interpretationsergebnis muss nachvollziehbar dargestellt werden.
- Überzeugende Darstellung der Ergebnisse. Dazu gehört ein klar gegliederter Bericht, der folgende Kapitel beinhalten muss:
  - „Auftrag und Aufgabenstellung“,
  - „Methodenwahl / Ausrüstung“,
  - „Auswertung und Interpretation“,
  - „Zusammenfassung und Schlussfolgerungen“,
  - „Anlagen“.

Jede Anlage muss über eine Legende verfügen, die alle notwendigen Angaben zur Lesbarkeit der Anlage enthält, wie Titel, Auftraggeber, Auftragnehmer, Bearbeiter, Maßstab, Datum der Erstellung, Anlagennummer.

Bei der Darstellung von Messergebnissen mit Isolienplänen in Verbindung mit flächenhaften Farbdarstellungen muss die Farbcodierung als Legende erklärt sein. Ebenso muss deutlich vermerkt sein, in welcher Maßeinheit die Messwerte dargestellt sind (z.B. nT, nT/m, mV etc.).

- Abgabe der Messdaten (Rohdaten und bearbeitete Daten) in maschinenlesbarer, gut dokumentierter Form an den Auftraggeber zur Beweissicherung und späteren Nachinterpretation mit den Ergebnissen anderer Verfahren. Als Speichermedium sind gängige Datenträger (z.B. CD-ROM oder Disketten) zu verwenden. Die Daten müssen in einem verbreiteten Format (z.B. ASCII) abgespeichert werden. Die Struktur eines Datenfiles muss klar gegliedert sein, z.B. eine Tabelle mit folgendem Zeilen- und Spaltenaufbau:

X1, Y1, Messwert1, Messwert2, ...  
X2, Y2, Messwert1, Messwert2, ...

X, Y sind dabei die zu den Messwerten gehörenden Ortskoordinaten.

- Exakte und klare Angaben über das verwendete Koordinatensystem und die Zuordnung der Messdaten zu den Koordinaten. Bei der Verwendung von lokalen Koordinatensystemen ist in einer Skizze die Lage des Nullpunktes im Gelände darzulegen. Zum Wiederauffinden eines lokalen Messnetzes sind Vermarkungspunkte an den Eckpunkten der Messflächen im Gelände einzubringen.

## 5 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung ist ein wichtiger Bestandteil geophysikalischer Messungen. Sie ist vom Auftragnehmer zu gewährleisten und muss entsprechend dokumentiert werden.

Die nachfolgenden Punkte zur Qualitätssicherung geophysikalischer Messungen werden hier übersichtsweise aufgeführt. Sie bilden auch die Grundlage für die Qualitätskontrolle durch den Auftraggeber. Detaillierte Angaben erfolgen in den Kapiteln der Verfahrensbeschreibungen (3.1.6 – 3.1.9).

### 5.1 Magnetik

- Führung eines Gerätebegleitheftes, in dem sämtliche Arbeiten am Gerät dokumentiert werden (Kalibrierung, Wartungsarbeiten, Reparaturen, Einsätze ...).
- Regelmäßige Kalibrierung der Geräte.
- Kontrolle, dass der Beobachter/Messgehilfe keine magnetisch wirksamen Teile an sich hat und der Messsensor nicht verschmutzt ist.
- Kontrolle der Richtungsabhängigkeit (des „Heading Effects“), d.h. der Position des Sensors zum Beobachter in Bezug auf die magnetische Nordrichtung durch Testmessung in 4 Richtungen.

- Kontrolle der Messwertreproduzierbarkeit und der Noise-Bedingungen: Erkennen von Gerätestörungen (z. B. niedrige Batteriespannung, angebrochene Sensorkabel, Überschreiten der Gradienttoleranz) und von künstlichen Störsignalen (elektr. Eisenbahnen, Freileitungen etc.).
- Protokollieren von Beobachtungen im Gelände: z. B. Störquellen (Stahlgittermasten oder Eisenzäune).
- Darstellen der Messdaten am Ende eines Feldarbeitstages zum Erkennen von Fehlern und Störungen.
- Kontrollpunktmessungen: Etwa 2 - 5% der Messpunkte sind als Wiederholungspunkte zu vermessen.
- Erkannte Fehler müssen durch Nachmessungen vom Auftragnehmer beseitigt werden. Eine Verschleierung von Messfehlern durch „Datenbearbeitung“ ist unzulässig.

## 5.2 Elektromagnetik

- Kontrolle der Geräteparameter und der Messwertreproduzierbarkeit: Vor jeder Messreihe ist die Null-Lage der Anzeigeelemente zu kalibrieren. Trotz einer Betriebsdauer von minimal 8 und maximal 20 h (je nach Batterietyp und klimatischen Bedingungen) sollte die Betriebsspannung der Batterien mehrfach täglich geprüft werden, da bereits geringe Spannungsabfälle, besonders in den empfindlichen Ablesebereichen, eine Drift verursachen können.
- Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Messwerte in den verschiedenen Skalenbereichen. Durch Wiederholungsmessungen entlang definierter Abschnitte (für ca. 2-5% der Messpunkte) können Ablesefehler, Abweichungen infolge unterschiedlicher Spulenhöhen bei Wechsel des Beobachters sowie Fehler wegen Leistungsverlust der Batterie u. a. überwacht werden. Erkannte Fehler sind durch sofortige Nachmessungen zu eliminieren.
- Kontrolle von Richtungsabhängigkeit der Messwerte und Messpunktdichte: Beim Auftreten von Einzelanomalien, die bei der Ablesung während der Messung gut erkennbar sind, sollten bei Bedarf Verdichtungen des Messrasters vorgenommen werden, um strukturelle Details zu erfassen.
- Kontrolle der Störsignale: Technisch verursachte Störsignale im Frequenzbereich der Messgeräte zeigen sich durch periodische Schwankungen oder Driften der Anzeige. Daher ist ein sorgfältiges Protokollieren von Messwertschwankungen wichtig. Gegebenenfalls sind Wiederholungsmessungen und eine manuelle Selektierung bei der Auswertung notwendig.
- Metallische Störer oder technische Betriebseinrichtungen in der Nähe, aber auch entferntere technische Störquellen sind zu protokollieren und ihr eventueller Einfluss auf die Datenqualität zu prüfen.

### 5.3 Georadar

- Sorgfältige Beobachtung und Dokumentation von Streukörpern und Reflektoren im Raum oberhalb der Antennen (Bäume, Leitungen, Dächer etc.).
- Erfassung von erkennbaren Deckschichtänderungen und Hinweisen auf mögliche unterirdische Leitungen (Kanaldeckel, Zapfstellen etc.). Zur Überprüfung sollten Kabelsuchgeräte eingesetzt werden.
- Die Wahl der Messparameter muss in Bezug auf die Aufgabenstellung nachvollziehbar erfolgen. Dazu gehören: Die Arbeitsfrequenz, das Antennenoffset, der Profilverlauf und die Orientierung der Antennen zum Profil (Polarisationsrichtung) insbesondere bei der Leitungsortung.
- In Feldprotokollen sind die oben aufgeführten Messparameter sowie alle übrigen Geräteeinstellungen und Besonderheiten im Ablauf der Messung zu dokumentieren. Angaben zur Profillage und zu wesentlichen Parametern, die nicht in gespeicherten File-Headern enthalten sind, müssen zusätzlich auf den während der Messung angefertigten Direktaufzeichnungen vermerkt werden.
- Werden die Messungen durch Funktionsstörungen der Apparatur beeinträchtigt oder mit fehlerhaften bzw. nicht optimalen Messparametern durchgeführt, sind sofortige Nachmessungen der betreffenden Profile durchzuführen.
- Für die zur Tiefenberechnung verwendeten Ausbreitungsgeschwindigkeiten ist die Art der Geschwindigkeitsbestimmung anzugeben: CMP (Common Mid Point, beim Georadar teilweise auch als WARR = Wide Angle Reflection and Refraction bezeichnet), Diffraktionshyperbel, Bohrlochmessung, Bestimmung der Dielektrizitätszahl an Proben, Kalibrierung an aufgeschlossenem Reflektor/Objekt oder Abschätzung aus Erfahrungswerten.





## A-3.1.2 Verfahren Magnetik

### 1 Grundlagen

**Aufgabe:** Erfassung und Kartierung des Erdmagnetfeldes bzw. dessen Verzerrungen (Anomalien) entlang von Profilen oder auf Flächen.

#### Das Erdmagnetfeld (siehe auch Knödel et. al.,1997)

Überall auf der Erde gibt es ein natürliches Magnetfeld, das eine horizontal freibewegliche Magnetnadel (magnetischer Kompass) in die (magnetische) Nordrichtung einstellt. Ursache dafür ist, dass die Erde wie ein magnetischer Dipol wirkt und um sich ein eigenes Magnetfeld ausbildet. Der Dipol ist dabei nach Süden gerichtet, so dass unter einem Punkt in der Nähe des geographischen Nordpols ein magnetischer Südpol liegt. Der Grund für diese Sprachverwirrung liegt in der seit alters her gebräuchlichen Bezeichnung „Nordpol“ für das Nordende der Kompassnadel. Man hätte es besser den Nord-suchenden Pol nennen sollen.

Die Entstehung dieses Feldes beruht auf der unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeit zwischen Erdkern und Erdmantel. Das Feld ist so ausgeprägt, dass auf der Nordhalbkugel der magnetische Südpol und auf der Südhalbkugel der magnetische Nordpol liegt (Abb. A-3.1-1).

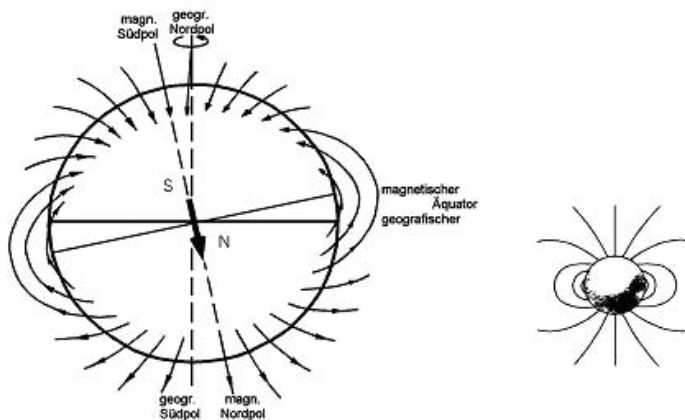


Abb. A-3.1 - 1: Das Magnetfeld der Erde (vereinfacht)

Außerdem fallen die magnetischen Pole nicht mit den geographischen zusammen, sondern bilden zwischen ihren Achsen einen Winkel von ca.  $11,4^\circ$ . Die Lage der magnetischen Pole verändert sich zudem ständig. Zwischen den Polen hat sich ein räumliches magnetisches Feld ausgebildet, dessen Wirkung durch Feldlinien gekennzeichnet ist. Entsprechend allgemeingültigen Festlegungen treten die magnetischen Feldlinien aus dem magnetischen Nordpol aus und in den magnetischen Südpol ein. Dabei verändern sich die Aus- und Eintrittswinkel zwischen  $90^\circ$  an den Polen und annähernd  $0^\circ$  am magnetischen Äquator. Die Flussdichte der Feldlinien ist an den Polen am größten und beträgt ca. 62.000 nT (Nanotesla) und nimmt zum Äquator auf ca. 31.000 nT ab. In Deutschland treten die Feldlinien unter einem Winkel zwischen  $60 - 65^\circ$  in Richtung zum geographischen Nordpol in die Erdoberfläche ein und haben eine Flussdichte von ca. 50.000 nT.

Diesem aus dem Erdinneren stammenden, mit der Zeit nur sehr langsam (in Jahren bis Jahrzehnten) veränderlichen Hauptfeld überlagert sich ein schnell (in Bruchteilen von Sekunden bis Tagen) veränderlicher Feldanteil, der seinen Ursprung außerhalb des Erdkörpers hat (Außenfeld, Variationsfeld). Zu diesen globalen Anteilen des erdmagnetischen Feldes kommt ein zeitlich nahezu konstantes Anomalienfeld, das die unterschiedliche Magnetisierung des Materials in der oberen Erdkruste widerspiegelt.

Das Magnetfeld ist ein Vektorfeld, d.h. es wird durch seine Totalintensität (Betrag) und seine Richtung beschrieben. Die Anteile des Gesamtmagnetfeldes (Hauptfeld, Variationsfeld und Anomalienfeld) addieren sich vektoriell (Abb. A-3.1 - 2).

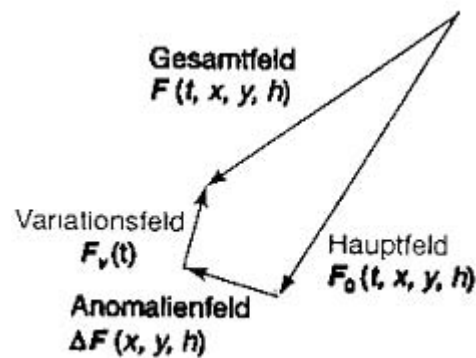


Abb. A-3.1 - 2: Zusammensetzung des magnetischen Gesamtfeldes (Knödel et al., 1997)

Als Ursachen kommen für das Anomalienfeld nicht nur geologische Strukturen (z.B. Basaltkörper, Erzlagerstätten, Raseneisenerze), sondern auch Einlagerungen im Erdreich (z.B. Autowracks, alte Haushaltsgeräte, Bauschutt mit Armierungseisen, Bomben, Spundwände, Verpackungsmaterial wie Fässer, Lack- und Farbbehälter, Konservendosen) in Betracht.

Ziel der angewandten Magnetik ist es, das Anomaliefeld zu erfassen und daraus Aussagen über dessen Ursachen abzuleiten. Dazu müssen das Haupt- und das Variationsfeld eliminiert werden. Dargestellt wird das Anomaliefeld als Isolinienkarte oder als Profilmontage. Eine flächenhafte Farbdarstellung oder Rasterung macht Isolinienkarten anschaulicher. Abb. A-3.1-3 zeigt die Anomalienform eines kugeligen Störkörpers, gemessen auf einem Profil direkt über den Störkörper in Nord-Süd-Richtung.

Die Intensität des Erdmagnetfeldes wird in Nano-Tesla (nT) gemessen ( $1 \text{ nT} = 10^{-9}$  Tesla). Als Beträge der magnetischen Flussdichte sind in Europa für das Hauptfeld 40000 bis 52000 nT, für das Variationsfeld 0,1 bis einige 100 nT und für das Anomaliefeld bis zu einigen 1000 nT zu erwarten. In der Kampfmittelsuche können die Werte je nach Größe des Objektes und seiner Tiefenlage aber auch nur einige nT und weniger betragen.

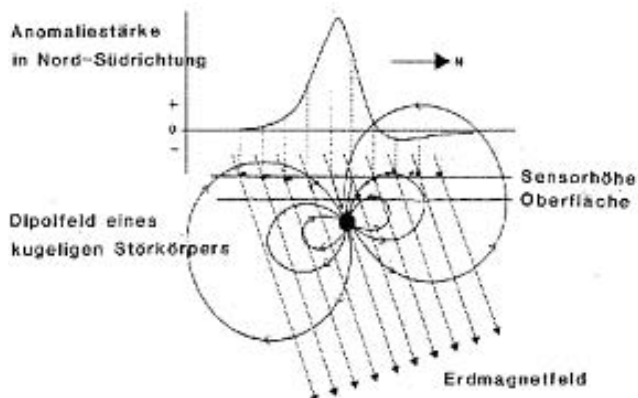


Abb. A-3.1 - 3: Dipolfeld eines kugeligen Störkörpers mit zugehörigem Anomalienbild (Neubauer, 1990).

### Induzierte und remanente Magnetisierung

Das magnetische Anomaliefeld hat seine Ursachen in lokalen und regionalen Unterschieden der Magnetisierung der Gesteine und anderer magnetisch wirksamer Materialien. Man unterscheidet eine induzierte und eine remanente Magnetisierung, die sich vektoriell addieren.

**Induzierte Magnetisierung:** Die induzierte Magnetisierung ist proportional zu dem am Ort herrschenden Magnetfeld. Die magnetische Suszeptibilität  $\kappa$  und die relative magnetische Permeabilität  $\mu$  sind Maßzahlen, welche die stofflichen Eigenschaften magnetischer Stoffe widerspiegeln. In der angewandten Magnetik rufen Ferromagnetika wie z.B. Eisen mit  $\mu \approx 1000$  und Nickel mit  $\mu \approx 300$  die größten Anomalien hervor.

Die homogen magnetisierte Kugel dient als einfachstes Modell eines künstlichen Störkörpers (Bombe). Die Berechnung des dazugehörigen Anomaliefeldes zeigt, dass das Feld (Totalfeld) mit der dritten Potenz der Entfernung  $d$  abnimmt.

Abb. A-3.1 - 3 (siehe oben) zeigt das für Mitteleuropa ( $I = 60 - 70^\circ$ ) typische Bild einer Totalfeldanomalie, hervorgerufen durch die induzierte Magnetisierung (stärkeres Südmaximum und schwächeres Nordmaximum). Der Störkörper ist im Übergangsbereich zwischen den Extrema zu suchen.

Das Anomalienfeld ist also nicht nur von der Größe und Magnetisierung des Störkörpers abhängig, sondern in ganz starkem Maße auch von seiner Tiefenlage. Bei einer Totalfeldmessung nimmt die Amplitude mit  $1/d^3$ , bei einer Gradientenmessung mit  $1/d^4$  ab. Dies bedeutet, dass im Vergleich mit einem Störkörper in 1 m Tiefe ein gleicher Störkörper in 2 m Tiefe nur noch  $1/8$  (Totalfeld) bzw.  $1/16$  (Gradientenfeld), in 3 m Tiefe nur noch  $1/27$  bzw.  $1/81$  der gemessenen Amplitude des Magnetfeldes von 1 m Tiefe besitzt.

**Remanente Magnetisierung:** Der Teil der Magnetisierung eines Gesteins oder Materials, der im feldfreien Raum nicht verschwindet, wird remanente Magnetisierung genannt. Sie ist abhängig vom Gehalt an ferromagnetischen Stoffen und von der Entstehungsgeschichte.

Ein Beispiel für remanente Magnetisierung sind aufmagnetisierte Körper, d.h. Körper, die schon sehr lange im Boden liegen. Diese bilden im Laufe der Zeit einen eigenen Nord- und Südpol aus. Weiterhin kann es auch schon beim Produktionsprozess ferromagnetischer Stoffe aufgrund von Erhitzungs- und Abkühlungsprozessen zu einer remanenten Magnetisierung kommen.

Erfahrungen zeigen, dass bei Fundmunition die remanente Magnetisierung häufig die induzierte Magnetisierung überwiegt. Es kommt auch vor, dass Munition (Bomben) beim Aufprall auf den Boden ihre vorher vorhandene remanente Magnetisierung verliert, d.h. die magnetischen Dipole sind innerhalb des Körpers dann wieder zufällig orientiert (Altshuler, 1996).

Induzierte und remanente Magnetisierung addieren sich vektoriell. Daher kann sich je nach Lage des Körpers im Raum die Gesamtmagnetisierung verstärken oder auch abschwächen. Im für die Erkundung ungünstigsten Fall verschwindet sie nahezu ganz.

## 2 Messgeräte

Magnetometer sind hochempfindliche Messsysteme, die in der Lage sind, Störungen des Erdmagnetfeldes infolge ferromagnetischer Gegenstände anzuzeigen. Aus der Gruppe der Magnetometer sind in der Praxis am häufigsten die Saturationskern-Magnetometer, auch Fluxgatemagnetometer, Förstersonden oder Eisendetektoren genannt, vertreten. Weniger häufig trifft man in der Kampfmittelbeseitigung auf Protonenresonanz-Magnetometer (Kernpräzessionsmagnetometer) bzw. Absorptionszellen-Magnetometer (optisch gepumpte Cs-Dampfmagnetometer), obwohl letztere eine besonders hohe Empfindlichkeit aufweisen.

Fluxgatemagnetometer messen die Komponenten des Magnetfeldes (z.B. die Vertikalintensität) oder die Gradienten (z.B. den Gradienten der Vertikalintensität). Protonenresonanz-Magnetometer und Absorptionszellen-Magnetometer bestimmen die Totalintensität.

### Einsatzbereiche von Magnetometern:

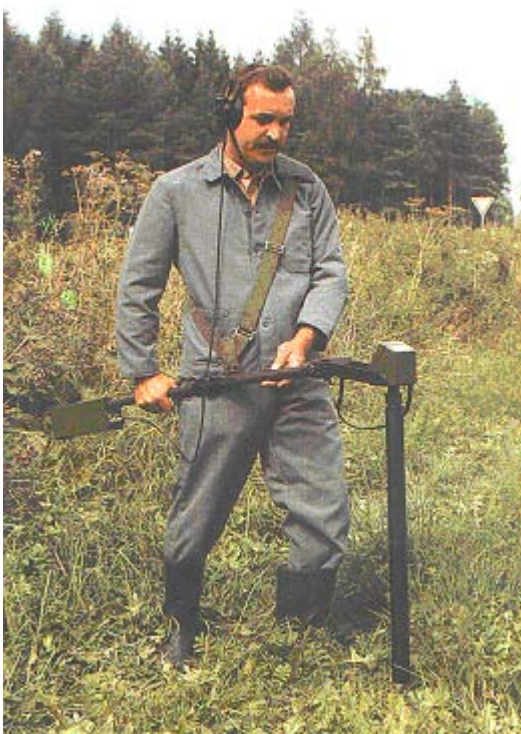


Abb. A-3.1 - 4: Eisendetektor EL 1303 der Firma Vallon im Einsatz (Foto: Vallon)

Magnetometer dienen zur Lokalisierung von ferromagnetischen Störkörpern im Erdboden oder im Wasser in Abhängigkeit von deren Größe bis maximal 6 m Tiefe. In Verbindung mit computergestützten Datenaufnahme- und Auswertesystemen und herkömmlicher oder GPS-gestützter (Global Positioning System) Vermessung ist man in der Lage, Kartierungen von belasteten Flächen vorzunehmen und diese auch auszuwerten.

Bei der Suche nach Bombenblindgängern in größeren Tiefen oder in oberflächlich gestörten Bereichen werden Magnetometer in Verbindung mit Aufnahme- und Auswertesystemen auch zur Bohrlochsondierung verwendet.

Magnetometer sind leichte, tragbare Messsysteme, die ein berührungs- und zerstörungsfreies Messen ermöglichen, sie sind einfach handhabbar, schnell arbeitsbereit, meist durch eine Person bedienbar, erlauben einen großen Messfortschritt, haben einen geringen Energiebedarf und arbeiten mit ausreichend hoher Genauigkeit (Abb. A-3.1 - 4).

Im Folgenden werden die Eigenschaften des Fluxgate-Magnetometers (siehe Knödel et al., 1997), des Absorptionszellen-Magnetometers und der Aufbau von Gradiometern beschrieben.

Fluxgatemagnetometer nutzen die Nichtlinearität der Magnetisierungskurve  $B$  als Funktion von  $H$  hochpermeabler Spulenkern, die durch ein periodisches Wechselfeld bis zur Sättigung magnetisiert werden, zur Messung der Magnetfeldkomponente (Gleichfeld) parallel zur Kernachse. Mit Fluxgatemagnetometern ist eine kontinuierliche Messung möglich. So können 40 Messwerte pro Sekunde beim Abschreiten eines Messprofils gewonnen werden. Damit ist die für die Kampfmittelsuche notwendige hohe Messpunktdichte mit einem vertretbaren Zeitaufwand zu erreichen. Fluxgatemagnetometer werden zur Messung von 1 oder 3 Komponenten des erdmagnetischen Feldes oder als Gradiometer z. B. zur Messung des Vertikalgradienten der Vertikalkomponente eingesetzt.

Tab. A-3.1 - 2: Kenndaten für Fluxgatemagnetometer

<b>Kenndaten für Fluxgatemagnetometer:</b>	
Empfindlichkeit	0,1 nT
Messgenauigkeit	$\pm 1$ nT
Dynamikbereich	$\pm 2000$ bzw. 20000 nT
Zeit für einen Messzyklus	20 ms
Messwerte pro Meter	1 – 8
Temperaturbereich	-10° bis +40 °C
Temperaturgang	0,1 nT/°C

Absorptionszellenmagnetometer (Quantenmagnetometer, Magnetometer mit optisch gepumpten Gasen) bestimmen die Totalintensität des Erdmagnetfeldes. Die Messung der Magnetfeldstärke beruht auf dem Zeeman-Effekt, d.h. der Aufspaltung der Spektrallinien im Magnetfeld. Der

Frequenzabstand der aufgespalteten Spektrallinien ist der magnetischen Feldstärke proportional. Die Empfindlichkeit dieses Magnetometertyps ist um etwa zwei Zehnerpotenzen höher als bei Protonenmagnetometern (Schwellenwerte 0,0025 ... 0,1 nT). Der hohen Empfindlichkeit steht derzeit ein hoher Anschaffungspreis gegenüber.

Absorptionszellenmagnetometer sind beschleunigungsunempfindlich und damit zur Messung auf bewegten Systemen (z.B. Flugzeuge, Schiffe) geeignet.

Gradiometer (Eisendetektoren mit zwei Sensoren im Differenzmessverfahren) sind in der Praxis weit verbreitet. Die beiden Sensoren müssen mechanisch sehr genau und stabil im Sondenrohr befestigt und aufeinander abgestimmt sein. Durch die Differenzschaltung eliminiert man den als konstant zu betrachtenden Teil der Feldstärke des Erdmagnetfeldes, des Außenfeldes und geologischer Strukturen. Dies gilt ebenso für Störungen z.B. von elektrisch betriebenen Eisen-/Straßenbahnen, die oft die Aufnahme der Totalfeldanomalien unmöglich machen, während echte, d. h. zeitgleiche Gradientenmessungen in solchen Fällen noch auswertbare Ergebnisse erbringen.

Je nach eingestellter Empfindlichkeit des Messgerätes wird die Feldstärke der Anomalie angezeigt. Gewöhnlich macht gleichzeitig ein akustisches Signal auf die sich verändernde Feldstärke aufmerksam. Der Geräteführer ist somit in der Lage, während des Messvorganges den Störkörper zu lokalisieren. Die Messdaten und zugehörigen Koordinaten des Geländes lassen sich auch bei diesem Messverfahren durch Zusatzgeräte speichern und über Computer auswerten.

Vorteile der Gradiometermessungen sind:

- Elimination des erdmagnetischen Variationsfeldes und regionaler Trends,
- größere Empfindlichkeit der Gradienten für oberflächennahe Störkörper,
- bessere räumliche Auflösung von eng beieinanderliegenden Einzelanomalien.

Aufbau der Messgeräte:

Die in der Kampfmittelbeseitigung hauptsächlich eingesetzten Geräte sind im Differenzmessverfahren arbeitende Gradiometer unterschiedlicher Ausführung bezüglich ihres inneren Aufbaues. Äußerlich unterscheiden sich die Geräte nur wenig. Sie bestehen aus den Hauptteilen (s. Abb. A-3.1 - 4):

- Sondenrohr mit zwei Sensoren,
- Elektronikteil mit Anzeigegerät und Bedienungselementen,
- Tragerohr mit Batteriebehälter,
- Zusatzteile wie Kopfhörer, Tragegurt u.a..

Die Gesamtmasse der Geräte liegt zwischen 3,9 kg und 5,3 kg und muss die Tragbarkeit der Geräte durch den Nutzer über einen Tag ermöglichen. Sie wird maßgeblich durch das verwendete Material (Messing, Aluminium oder Kunststoff) bestimmt. Der Sensorabstand in den Sondenrohren liegt zwischen 400 mm und 650 mm. Die Empfindlichkeit der Geräte wird in Stufen geregelt und umfasst einen Bereich von 0,3 nT bis 10.000 nT, wobei sich die Abstufungen bei den Herstellern unterscheiden (siehe Tab. A-3.1 - 3). Die Geräte ermöglichen eine kontinuierliche Messwerterfassung. Zahlreiche Geräte besitzen verschieden einstellbare Betriebsarten wie logarithmische Messwertaufnahme, zusätzliche Dämpfungen, Möglichkeiten zur Suche von stromführenden Kabeln, Unterdrückung von Wechselspannungen verschiedener Frequenzen, Unterdrückung von konstanten Störquellen, Nutzung der Sonde als Kompass u.a.

Im Verlaufe der Weiterentwicklung wurden alle neueren Gerätetypen mit Anschlussmöglichkeiten für Datenaufnahmegeräte und teilweise auch mit digitaler Messwerterfassung sowie zur Nutzung von GPS-Systemen vorgesehen.

Tab. A-3.1 - 3: Empfindlichkeitsstufen verschiedener Magnetometer (Auswahl)

Hersteller/Typenbezeichnung	Empfindlichkeitsbereiche		Bemerkungen
Foerster GmbH & Co.KG FEREX-Detektoren			Diese „Stufen“ sind am Gerät nicht als „Stufe Nr. X“, sondern als Skalenwert in nT bzw. in nT/10 angegeben.
Stufe 1 - linear	0 - 3 nT/m		
Stufe 2 - linear	0 - 10 nT/m		
Stufe 3 - linear	0 - 30 nT/m		
Stufe 4 - linear	0 - 100 nT/m		
Stufe 5 - linear	0 - 300 nT/m		
Stufe 6 - linear	0 - 1.000 nT/m		
Stufe 7 - linear	0 - 3.000 nT/m		
Stufe 8 - linear	0 - 10.000 nT/m		
Stufe 9 - logarithmisch	0 - 10.000 nT/m		
Ebinger Prüf- und Ortungstechnik GmbH MAGNEX 120			
Stufe 1 - linear	0 - 3000 nT/m		
Stufe 2 - linear	0 - 1000 nT/m		
Stufe 3 - linear	0 - 300 nT/m		
Stufe 4 - linear	0 - 100 nT/m		
Stufe 5 - linear	0 - 30 nT/m		
Stufe 6 - linear	0 - 10 nT/m		
Vallon GmbH EL1302D1	lin x 1	lin x 10	Bei der computergestützten Detektion wird immer der höchst empfindliche Messbereich (unabhängig von der Stellung des Empfindlichkeitsschalters) zur Datenaufnahme verwendet.  Die Größe der Darstellung einer Messkurve am Bildschirm ist eine rein optische Maßnahme, die die Original-Messdaten nicht verändert.
Stufe 1 - linear	0 - 2000 nT/m	0 - 20000 nT/m	
Stufe 2 - linear	0 - 600 nT/m	0 - 6000 nT/m	
Stufe 3 - linear	0 - 200 nT/m	0 - 2000 nT/m	
Stufe 4 - linear	0 - 60 nT/m	0 - 600 nT/m	
Stufe 5 - linear	0 - 20 nT/m	0 - 200 nT/m	
Stufe 6 - linear	0 - 6 nT/m	0 - 60 nT/m	
Stufe 7 - linear	0 - 2 nT/m	0 - 20 nT/m	



### 3 Durchführung von Feldmessungen

#### 3.1 Voraussetzungen

Um die geforderte Qualität der Arbeit bei der Störkörpersuche zu erreichen, sind folgende grundsätzlichen Voraussetzungen zu erfüllen:

Der Geräteführer muss sich intensiv mit seinem Gerät und dessen Bedienungsanleitung vertraut machen. Dazu gehört vor allem das Herstellen der Arbeitsbereitschaft, die Inbetriebnahme, die Überprüfung der Funktionsbereitschaft, die Einstellung der optimalen Messbereiche und der Umgang mit dem Gerät vor, während und nach der Arbeit.

Bevor ein Geräteführer mit seiner Arbeit beginnt, muss man ihm die Möglichkeit einräumen, sich auf einer geeigneten Testfläche unter Anleitung erfahrener Ausbilder praktische Fertigkeiten im Umgang mit dem Gerät anzueignen. Dazu gehört, dass er in der Lage ist, das Gerät richtig zu kompensieren, es in der Suchspur oder bei der computergestützten Aufnahme einer Fläche richtig zu handhaben und Größen-, Lage- und Tiefenbestimmungen durchzuführen.

Unabhängig von der Art der verwendeten Geräte muss der Geräteführer metallfrei und frei von Erzeugern elektromagnetischer Signale und magnetischer Gegenstände sein. Das betrifft vor allem sein Schuhwerk und seine Bekleidung. Aber auch Uhren, Schlüsselbünde, Messer oder Geldbörsen sowie Handys müssen vor Beginn der Arbeit abgelegt werden. Außerdem ist zu beachten, dass beim Einsatz mehrerer Geräte eine gegenseitige Beeinflussung durch zu geringen Abstand entsteht. Zur Markierung georteter Störkörper sind geeignete nichtmetallische Gegenstände zu verwenden.

Bei der manuellen oder maschinellen Bergung der Störkörper ist darauf zu achten, dass ein ausreichender Abstand von mindestens 4 m zum Geräteführer eingehalten wird.

### 3.2 Feldmessung ohne computergestützte Datenaufnahme (Flächensondierung)

Vor Beginn der eigentlichen Sondierung, wie die Tätigkeit in der Kampfmittelbeseitigung bezeichnet wird, ist die gesamte zu räumende Fläche durch geeignete Mittel zu markieren. Außerdem wird vorausgesetzt, dass die Fläche von Bewuchs freigeschnitten ist. Danach werden i.d.R. Flächen mit den Abmessungen 25 x 25 m für die einzelnen Räumtrupps abgeteilt. Ein Räumtrupp besteht aus einem Geräteführer und einem Räumarbeiter. Der Räumtrupp unterteilt sich seine Fläche in Streifen (Spuren) von 0,5 m bis 2 m Breite und markiert die erste mit Trassierband, einer Schnur oder Richtungspflöcken. Durch die fachtechnische Aufsichtsperson ist ein geeigneter Punkt zum Kompensieren der Sonde festzulegen. Das Kompensieren hat in der höchsten Empfindlichkeitsstufe zu erfolgen, in der gearbeitet wird. Die Empfindlichkeitsstufe und die Sondenart werden oft durch den Auftraggeber vorgegeben oder durch Forderungen wie „frei von ferromagnetischen Gegenständen“ bestimmt. Man beginnt die Arbeit mit einer Empfindlichkeitsstufe, die den Geländebedingungen entspricht und erhöht ständig bis zur geforderten Stufe. Das Sondenrohr ist in einem Abstand von 5 cm bis max. 10 cm senkrecht über der Erdoberfläche zu führen. Dabei darf es nicht pendeln und nicht seitlich geschwenkt werden, sondern muss mäanderförmig die Suchspur abtasten (Abb. A-3.1 - 5).

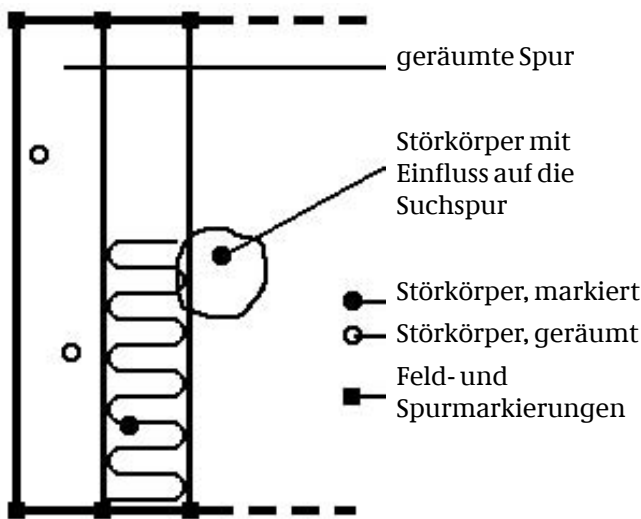


Abb. A-3.1 - 5: Der Suchvorgang

Bei Störsignalgrößen an der Grenze des Messbereiches ist in die nächst niedrigere Empfindlichkeitsstufe zurückzuschalten. Störpunkte sind mit geeigneten Mitteln zu markieren und durch den Räumarbeiter vorsichtig freizulegen. Beim Verdacht eines Munitionskörpers hat die fachtechnische Aufsichtsperson die Identifizierung durchzuführen und über den Umgang mit dem Munitionskörper zu entscheiden. Nach dessen Bergung ist vor dem Verfüllen der Grube grundsätzlich eine Nachkontrolle durchzuführen.

Aus der Nachbarspur hereinreichende Störungen sind ebenfalls zu markieren, freizulegen und zu bergen, um ein Verdecken von kleinen Störkörpern zu verhindern.

### 3.3 Feldmessung mit computergestützter Datenaufnahme und Datenauswertung

Die aufzunehmende Fläche ist zu kennzeichnen, dabei gibt es praktisch keine Begrenzung in ihren Abmessungen. Die Fläche sollte aber rechteckig sein oder sich aus solchen Teilen zusammensetzen. Die Spuren mit einem Abstand von 0,5 m oder 1 m Breite müssen durch geeignete Mittel markiert werden.

Vor Beginn der Feldmessung sind die Sonde, das Datenaufnahmegerät (Datalogger) und wenn vorhanden, das GPS-System anzuschließen und in Betrieb zu nehmen. Dazu sind in den Datalogger die Koordinaten des aufzunehmenden Feldes und bestimmte andere Angaben, wie Spurbreite, Spurlänge, Messpunktabstand u.a. einzugeben. Die Sonde ist zu kompensieren und auf einen niedrigen Empfindlichkeitsbereich einzustellen. Danach sind die Spuren nacheinander zügig und ohne Abweichungen abzulaufen, dabei ist das Datenaufnahmegerät zu beobachten, zu bedienen und nach seinen Anweisungen zu handeln. Das Messgerät auf der Sonde bleibt während des Messvorganges unbeachtet.

Bei Verwendung von GPS ist darauf zu achten, dass die entsprechende Anzahl von Satelliten (Satellitenfahrplan beachten) während der Messung zur Verfügung steht. Prinzipiell erzeugen Abweichungen von der Spur, unterschiedliche Aufnahmegeschwindigkeiten und eine ungenügende Anzahl von Satelliten unbrauchbare Messergebnisse. Verschiedene Firmen bieten für die Datenaufnahme Hilfsmittel an, wie z.B. SEPOS<sup>®</sup>, ein System zur Positionierung der Aufnahmesensoren während der Messung oder Mehrkanal-Datenaufnahmeeinrichtungen für tragbare Einrichtungen mit zwei oder drei Sondenrohren sowie fahrbare Geräte mit bis zu acht Sondenrohren. Damit kann die aufzunehmende Fläche in kürzerer Zeit bearbeitet werden.

Abb. A-3.1 - 6 - 9 zeigen Ausführungen von Einkanal-/Mehrkanalsystemen verschiedener Hersteller.



Abb. A-3.1 - 6: FEREX 4.032 DLG mit GPS (Foto: Neumann)



Abb. A-3.1 - 7: Tragbares 3-Kanal-Aufnahmegerät von Sensys, auch mit GPS verwendbar (Foto: Neumann)

Nach Abschluss der Datenaufnahme müssen die Daten in einen Rechner überspielt und ausgewertet werden. Dazu bieten mehrere Firmen Softwareprogramme an, mit denen teilweise automatisch ausgewertet werden kann. Die ermittelten Störpunkte sind anschließend im Gelände einzumessen, um sie freizulegen und zu berge. Dabei spielt natürlich die Genauigkeit der Datenaufnahme einschließlich ihrer Koordinaten eine bedeutende Rolle. Abweichungen von bis zu einem Meter im Umkreis bei behelfsmäßiger Vermessung erfordern praktisch ein erneutes Sondieren vor Ort. Uneffektiv ist es auch, eine hoch belastete Fläche mit mehr als 3 Störpunkten pro m<sup>2</sup> auf diese Weise beräumen zu wollen. Vielmehr stellen diese Feldaufnahmen eine Grundlage für die Abschätzung des Räumaufwandes für eine Firma bzw. ein Dokument über die Störkörper- bzw. Kampfmittelfreiheit einer Fläche dar.



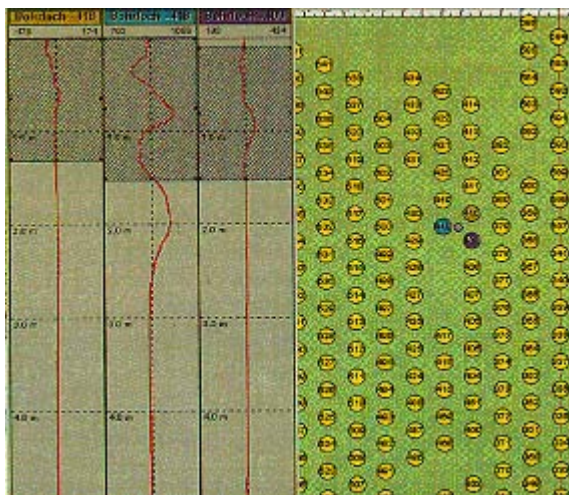
Abb. A-3.1 - 8: Fahrbares 8-Kanal-Aufnahmegerät von Sensys mit GPS (Foto: Neumann)



Abb. A-3.1 - 9: Fahrbares 8-Kanal- Aufnahmegerät von FOERSTER (Multikat) mit GPS (Foto: Neumann)

### 3.4 Bohrlochsondierung

Bei der Bohrlochsondierung wird heute nur noch mit Datenaufnahmegeräten und entsprechenden Auswerteprogrammen gearbeitet. Ausgangspunkt für die Suche nach tief liegenden Störkörpern, meist Blindgänger britischer oder amerikanischer Abwurfmunition, sind Verdachtspunkte (Einschlagspunkte des Bombenkörpers) aus der Luftbildauswertung. Bombenblindgänger liegen erfahrungsgemäß nicht am Einschlagspunkt. Sie haben sich in einer charakteristischen Bahn unter der Erde bewegt und liegen meist in einem Abstand von 6 - 10 m vom Einschlagspunkt und in einer Tiefe bis zu 10 m. Die Koordinaten dieser Punkte werden aus den Luftbildern ermittelt und im Gelände eingemessen. Dieser Verdachtspunkt ist auch gleichzeitig der Ort der ersten Bohrung des Bohrlochfeldes. Um diesen Punkt wird ein Bohrlochraaster gelegt, wobei die Bohrlöcher meist in der Reihe einen Abstand von 1,5 m besitzen. Der Reihenabstand beträgt 1,25 m und die Bohrlöcher in den Reihen sind zueinander versetzt.



**Abb. A-3.1 - 10: Beispiel eines Bohrlochfeldes inkl. einer Störkörperortung**

Das Niederbringen der ersten Bohrung ist unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten als am gefährlichsten einzustufen, da dieser Punkt vorher nicht ausreichend sondiert werden kann. Deshalb ist festgelegt, dass das erste Bohrloch schrittweise jeweils um 1,5 m zu bohren und danach zu sondieren ist, um eine Anomalie zu erkennen und eventuellen Unfällen vorzubeugen. Nachdem das erste Bohrloch fertiggestellt ist, erfolgt dessen Sondierung. Dazu ist die Sonde bis auf den Grund der Bohrung abzusenken und die Kompensation durchzuführen. Danach wird die Sonde gleichmäßig aus dem Bohrloch gezogen und die Messwerte im Datenaufnahmegerät gespeichert. Die Sonde misst alle ferromagnetischen Störsignale im Umkreis von etwa 2 m um das Bohrloch.

Bei einem Bohrlochabstand von 1,5 m erfasst die Sonde somit das Umfeld von mindestens weiteren vier Bohrlöchern. Beim Ausbleiben von Störsignalen im ersten Bohrloch können diese ohne Gefahr abgebohrt werden. Danach muss die Sondierung der neuen Bohrlöcher durchgeführt werden. Dieses Prinzip - unter Sicherheit bohren - sondieren - erneut unter Sicherheit bohren - sondieren - wird solange fortgesetzt, bis Signale an der Sonde auf das Vorhandensein eines Störkörpers hinweisen. Danach kann die Bestimmung der genauen Lage und Tiefe des Störkörpers am Rechner vorgenommen werden (Abb. A-3.1-10). Eine auch heute noch gängige und erfolgreiche Auswertemethode wird in Wegener und Fleischmann, 1954 vorgestellt. Im Durchschnitt sind für die Erkundung eines Bombenblindgängers ca. 100 Bohrungen notwendig.

## 4 Messergebnisse

### 4.1 Erscheinungsformen der Störgrößen

Ein ferromagnetischer Gegenstand als Störkörper wirkt für die magnetischen Feldlinien des Erdfeldes wie ein guter magnetischer Leiter, d.h. die Feldlinien versuchen den geringsten magnetischen Widerstand zu finden und ihren Verlauf so zu verändern, dass sie durch den Körper verlaufen (vgl. Abb. A-3.1 - 11 b). Eine Ausnahme bilden dabei aufmagnetisierte Körper, d.h. Körper, die schon sehr lange im Boden liegen. Diese bilden im Laufe der Zeit einen eigenen Nord- und Südpol aus. Da aber die Feldlinien der Erde auf der Nordhalbkugel zum magnetischen Südpol gerichtet sind, werden sie durch den Nordpol des Störkörpers verdrängt (vgl. Abb. A-3.1 - 11 c).

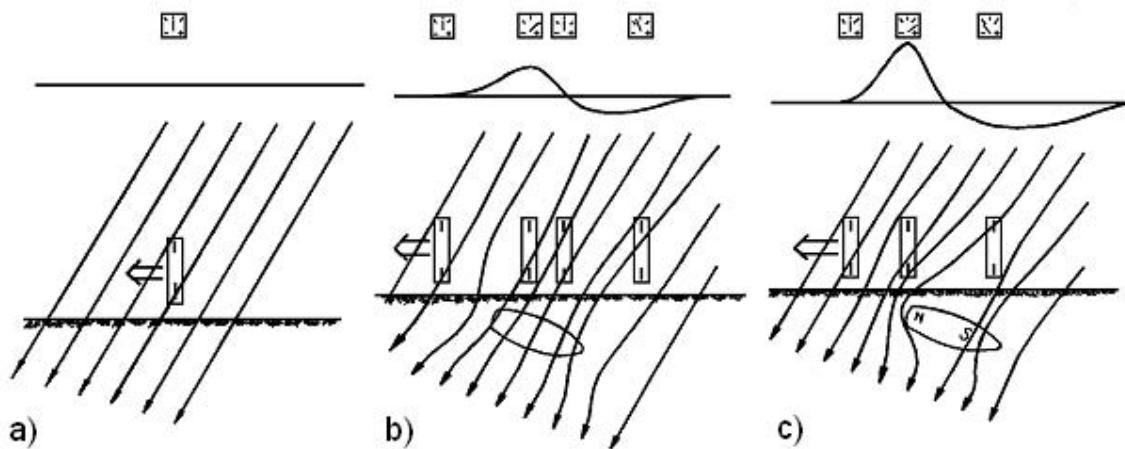
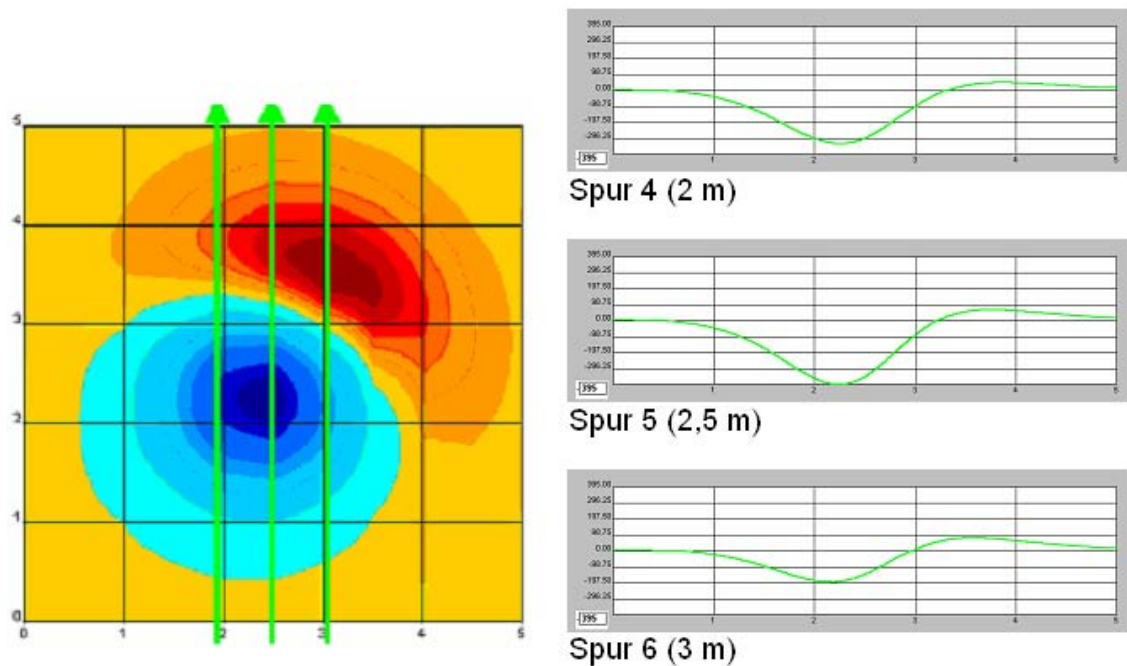


Abb. A-3.1 - 11: Feldlinienverlauf und Störgrößen: - a) ungestörtes Feld; - b) ferromagnetischer Störkörper; - c) aufmagnetisierter ferromagnetischer Störkörper

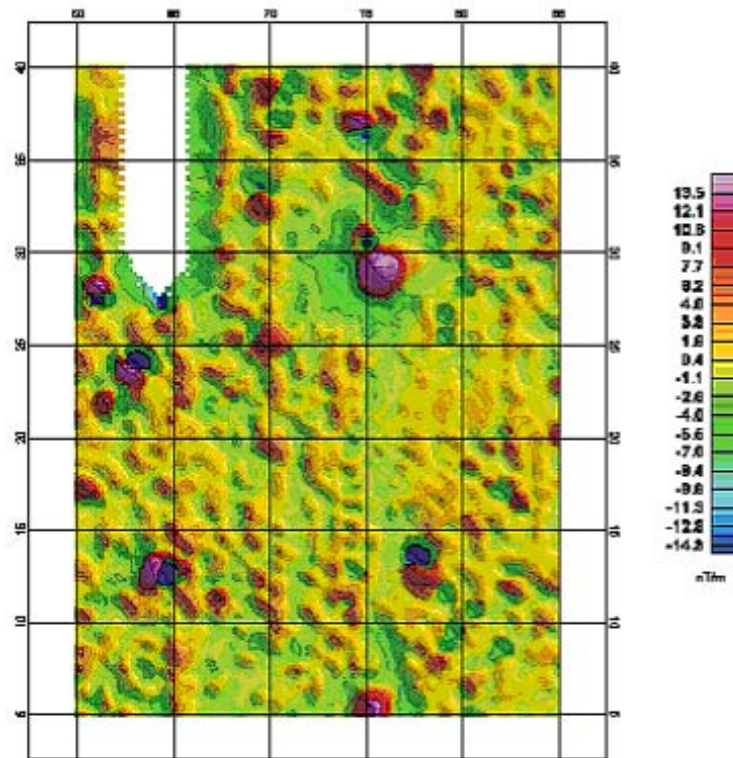
Die Störungen des Erdmagnetfeldes verteilen sich an der Erdoberfläche und bestehen meist aus einem positiven und einem negativen Bereich (siehe auch Abb. A-3.1 - 3). Abb. A-3.1 - 12 bildet die Anomalienform eines magnetischen Einzelkörpers bei einer flächenhaften Vermessung ab. Zusätzlich sind drei ausgewählte Spuren (Profile) dargestellt.



**Abb. A-3.1 - 12: Anomalie eines Störkörpers und drei ausgewählte Spuren**

Abb. A-3.1 - 13 zeigt das Ergebnis einer Feldmessung, bei der ein geplantes Neubaugebiet vermessen wurde. Auf der Fläche sind unterschiedliche Erscheinungsformen von Anomalien zu erkennen. So treten Dipole (positive und negative Werte) auf. Die Richtungsachsen der Dipole sind unterschiedlich orientiert. Ein Hinweis darauf, dass die Anomalien nicht allein durch induzierte sondern auch durch remanente Magnetisierung hervorgerufen sein können. Ebenso sind Anomalien mit rein positiven Werten zu sehen. Hier kann es sich um senkrecht im Untergrund stehende längliche Körper handeln.

Zum Einsatz kam bei der Messung ein Gradiometer (FM36, Geoscan Research), der Spurbstand betrug 0,5 m. Man beachte, dass die größte Anomalie (Bildmitte oben) nur ca. +14 nT/m aufweist. Insgesamt ist das Untersuchungsfeld als magnetisch ruhig einzustufen, in dem vereinzelt isolierte Einzelkörper auftreten. Eine Auswertung des Feldes ist in Abb. A-3.1 - 17 zu sehen.

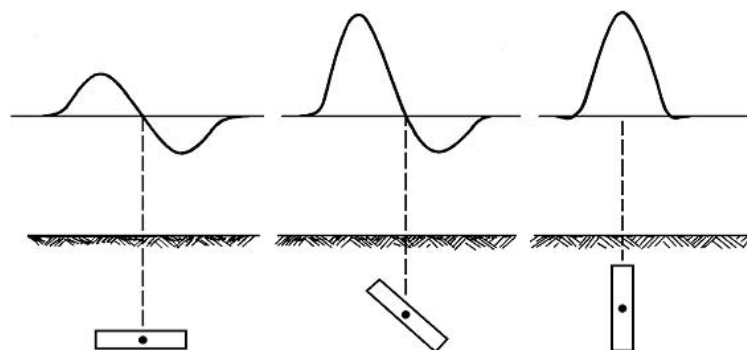


**Abb. A-3.1 - 13:** Feldmessung mit einem Gradiometer auf einem geplanten Neubaugebiet, Größe der Fläche: 25 x 35 m. Deutlich sind markante Einzelanomalien zu erkennen, die auf singuläre Störkörper im Untergrund hinweisen (geoFact GmbH).

Bezüglich der Lage eines magnetischen Störkörpers ergeben sich folgende Erkenntnisse über die Anomalienform:

Ein waagrecht im Boden liegender Störkörper erzeugt ein charakteristisches Signal, das aus einem positiven und einem gleich großen und gleich langen negativen Anteil besteht.

Das Signal eines geneigten Körpers dagegen weist Verzerrungen auf, wobei meist der Teil des Körpers, der der Erdoberfläche näher liegt, ein stärkeres Signal hervorbringt. Als Extremfall erzeugt ein senkrecht im Boden liegender Körper je nach Aufmagnetisierung nur ein positives oder negatives Signal (Abb. A-3.1 - 14).



**Abb. A-3.1 - 14:** Signalformen in Abhängigkeit von der Lage des Störkörpers

Nach einer magnetischen Feldaufnahme müssen die Daten zur Interpretation aufbereitet werden.



#### 4.2 Datenbearbeitung magnetischer Messungen, Zuordnung der Messwerte zu Koordinaten

Bei einer flächenhaften Datenaufnahme müssen die Messwerte mit ihren Raumkoordinaten verknüpft werden. Moderne Datenlogger verfügen über entsprechende Eingabemöglichkeiten, um die im Feld aufgenommenen Messwerte einem (lokalen) Raumkoordinatennetz (x / y Werte) zuzuordnen. Dabei werden meist rechteckige Untersuchungsflächen ausgepflockt und spurweise im Zick-Zack-Verfahren abgelaufen/abgefahren.

Die Auslösung der Sonde zur Aufnahme eines Messwertes erfolgt manuell durch Tastendruck oder quasikontinuierlich (z.B. 40 Messwerte pro Sekunde). Bei einer quasikontinuierlichen Aufnahme erfolgt die Zuordnung der Messwerte auf die Ortskoordinaten durch Anfangs-, (Zwischen-) und Endmarken auf den Profile. Zwischen diesen Marken werden die gemessenen Werte linear auf äquidistante Entfernungsintervalle (z.B. 10 cm) interpoliert. Werden nur Anfangs- und Endmarken gesetzt, muss die Sonde entlang des Profils mit konstanter Geschwindigkeit bewegt werden, um eine genaue Zuordnung zu erreichen. Besser ist die Verwendung von Zwischenmarken z.B. alle 1,0 m. Hierzu werden kommerziell Positionierungssysteme angeboten, die sowohl für Oberflächen- als auch für Bohrlochmessungen eingesetzt werden können.

Kommt es bei der Hin- und Rückmessung durch unterschiedliche Sondenpositionen zu einem unbeabsichtigten systematischen Versatz der Messwerte für die Hin- und Rückmessung, muss dieser Positionierungsfehler im nachhinein korrigiert werden.

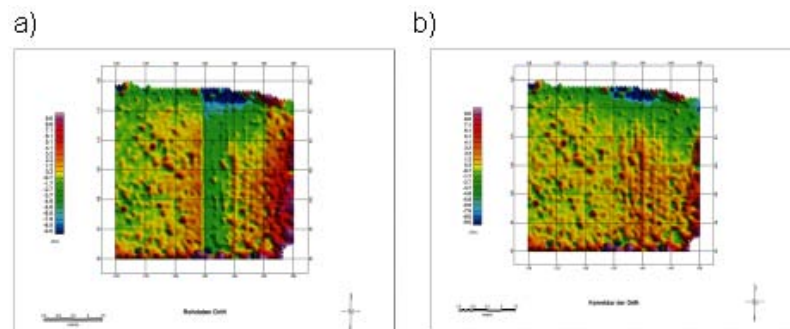
Bei RTK-DGPS-Systemen erfolgt die Zuordnung der Messwerte zu den aktuellen Ortskoordinaten automatisch mit Hilfe einer entsprechenden Software. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber anderen Positionierungssystemen, da die Messungen nicht unmittelbar an Profile oder Messgitter gebunden sind. Demgegenüber steht, dass das Verfahren eine „direkte Sicht zu den Satelliten“ benötigt und daher in bewaldeten und städtischen Gebieten in der Regel nicht die erforderliche Genauigkeit von unter einem dm erreicht. Weiterhin ist der Aufwand für kleine Flächen gegenüber „landgestützten“ Positionierungssystemen unwirtschaftlich.

Beim Einsatz von GPS ist darauf zu achten, dass der GPS-Sensor und der Magnetiksensor/das Magnetik-Sensorarray in der Projektion auf die Erdoberfläche immer den gleichen Bezug haben. Im Idealfall stehen GPS-Sensor und Magnetik-Sensor senkrecht übereinander.

Nullabgleich, Driftkorrektur:

Gradiometer müssen vor Beginn einer Messung einem Nullabgleich an einem magnetisch ungestörten Punkt unterzogen werden. Bei der Verwendung eines Arrays muss dies für alle Einzelgradiometer geschehen. Trotzdem kommt es vor, dass Einzelspuren bei der Messung einen konstanten Offset untereinander aufweisen. Dieser Offset muss dann im nachhinein softwaremäßig korrigiert werden.

Weiterhin unterliegen Magnetometer einer Drift, die z.B. durch Temperaturschwankungen während der Messungen verursacht werden. Dabei nehmen die Messwerte kontinuierlich leicht ab oder zu. Werden Teilfelder an unterschiedlichen Tagen aufgenommen und im nachhinein zu einem Gesamtfeld zusammengesetzt, können daher Sprünge/Kanten an den Grenzen von einem Teilfeld zu einem anderen Teilfeld auftreten. Ursache hierfür ist z.B. ein unterschiedlicher Nullabgleich (Abb. A-3.1 - 15 a zeigt diesen Effekt). An der Grenze von Teilfeld 1 zu Teilfeld 2 tritt ein Sprung auf. Zusätzlich ist zu erkennen, dass die Messwerte innerhalb eines Teilfeldes einer Drift unterliegen. Gemessen wurden die Profile immer von unten nach oben. In diesem Falle ist eine stetige leichte Zunahme der Messwerte zu erkennen. Abb. A-3.1 - 15 b zeigt die Messwerte nach der Korrektur. Dazu wurde jedes Teilfeld für sich mit einem gleitenden Mittelwert in Profilrichtung korrigiert. Deutlich erkennt man die Verbesserung. Die beiden Teilfelder befinden sich auf gleichem Niveau, ebenfalls ist die Drift korrigiert. Andere Ursachen für Sprünge in den Messdaten können auch Stöße gegen das Instrument während einer Messung sein.



**Abb. A-3.1 - 15: Bearbeitung magnetischer Daten durch Nullabgleich und Driftkorrektur - a) Zwei zusammengesetzte an unterschiedlichen Tagen gemessene Teilfelder - b) Die gleichen Teilfelder nach Nullabgleich und Driftkorrektur.**

Unterdrückung „magnetischer Schatten“ („2D-Filterung“): Spundwände, Kaimauern, stahlbewehrte Gebäude oder andere große Eisenkörper können störende Effekte (magnetische Schatten) hervorrufen. Ihre Anomalien erreichen oft große Werte und maskieren die Anomalien kleinerer (gesuchter) Objekte. Abhilfe kann hier eine 2D-Filterung der Messdaten schaffen. Große Objekte erzeugen im Gegensatz zu kleinen Objekten Anomalien mit deutlich größerer Halbwertsbreite. Durch Filterung lassen sich diese Anomalien unterdrücken, so dass die kleineren Anomalien deutlicher zum Vorschein kommen. Die optimalen Filterparameter müssen durch einen erfahrenen Auswerter für jede Messung individuell bestimmt werden.

### 4.3 Interpretation magnetischer Anomalien

Anhand der Anomalienform lassen sich folgende Aussagen über einen Körper im Untergrund ableiten:

- Richtung des Körpers innerhalb der Fläche,
- Neigung im Erdreich,
- Tiefe,
- Volumen / scheinbares Gewicht (dies sind aus dem gemessenen Dipolmoment abgeleitete Schätzgrößen).

Qualitativ können bereits anhand der Anomalienform erste Aussagen gemacht werden (siehe Abb. A-3.1 - 14).

Quantitative Aussagen basieren auf der Auswertung der Halbwertsbreite der gemessenen Anomalien, der Messung des Anomalienfeldes in unterschiedlichen Höhen bzw. auf einer vollständigen Inversion des flächenhaft erfassten Anomalienfeldes.

Zur Ermittlung der Tiefe eines Störkörpers stehen dem Geräteführer im Feld verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

- Tiefenermittlung nach der Halbwertemethode in Nord-Südrichtung,
- Tiefenermittlung nach der Halbwertemethode ohne Beachtung der Nord-Südrichtung

sowie

- Tiefenermittlung durch Messung in zwei unterschiedlichen Höhen und Verwendung eines entsprechenden Auswertalgorithmus,
- vereinfachte Tiefenermittlung bei kleinen Störkörpern in Oberflächennähe.

Die Auswertung der Halbwertsbreite liefert schnell eine erste Abschätzung über die Teufenlage des Störkörpers. Im Folgenden wird kurz das Prinzip erläutert:

Für einen magnetischen Störkörper in Form eines horizontalen Zylinders gilt, dass sich die Teufe aus der Halbwertsbreite der magnetischen Anomalie ermitteln lässt. Die Halbwertsbreite ist dabei die horizontale Entfernung zwischen dem Maximum (oder Minimum) der Anomalie und dem Punkt, wo der Wert exakt der Hälfte des Maximums (oder Minimums) entspricht (Abb. A-3.1 - 16). Diese Regel gilt nur für einfache Störkörper wie eine Kugel oder einen horizontalen Zylinder. Das Maximum (oder Minimum) der Anomalie befindet sich dabei direkt über dem Störkörper.

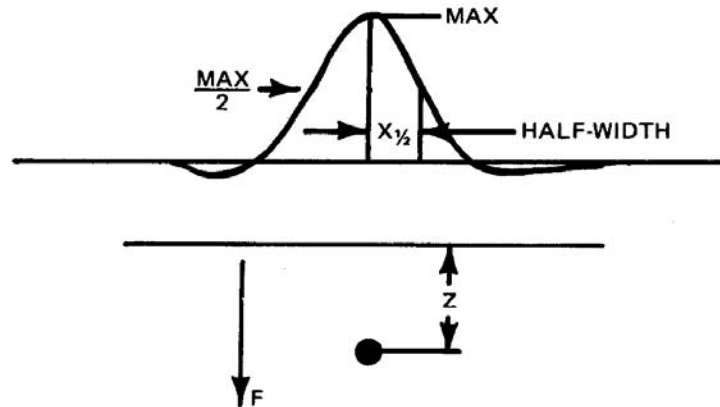


Abb. A-3.1 - 16: Bestimmung der Tiefe einer Kugel / eines horizontalen Zylinders aus der Halbwertsbreite der magnetischen Anomalie,  $z = 2 X_{1/2}$  (aus Breiner, 1973).

In der Praxis wird die Tiefe eines Störkörpers meistens nach der Halbwertemethode ohne Berücksichtigung der Nord-Südrichtung ermittelt, da sie relativ einfach und zeitsparend ist und ausreichend genaue Ergebnisse liefert.

Eine weitere einfache Abschätzung ergibt sich durch die Messung des Magnetfeldes in zwei unterschiedlichen Höhen. Unter der Annahme eines Dipolfeldes gilt für die Totalfeldanomalie:

$$\Delta z = \frac{M}{z^3} \quad \text{in der Höhe } z$$

$$T_{z + \Delta z} = \frac{M}{(z + \Delta z)^3} \quad \text{in der Höhe } z + \Delta z$$

Durch Division der beiden Gleichungen und anschließender Auflö- sung nach z ergibt sich:

$$z = \frac{\Delta z}{\left(\frac{T_z}{T_{z + \Delta z}}\right)^{\frac{1}{3}} - 1}$$

mit

$\Delta z$  Abstand der beiden Sensoren

$T_z$  Messwert der Totalfeldanomalie in der Höhe z

$T_{z + \Delta z}$  Messwert der Totalfeldanomalie in der Höhe  $z + \Delta z$

Eine ähnliche Berechnung lässt sich für zwei Gradiometer in zwei unterschiedlichen Höhen herleiten. Der Vorteil dieser Abschätzungen liegt darin, dass keine Kenntnisse über die Größe des magneti- schen Momentes M des Störkörpers notwendig sind.

In der Praxis sind die Ergebnisse aus den Abschätzungsformeln meist mit hohen Fehlern behaftet. Ursache ist die Messwertstreuung der Felddaten, so dass bei der Teufenberechnung aus nur 2 Messwerten der Fehler entsprechend groß werden kann. Ebenso müssen die Minimal-/Maximalwerte der Anomalien durch die Feldmessungen direkt erfasst werden, d.h. das Messpunktraster muss dicht genug sein.

Kommerziell angebotene Programme schalten zur Störkörpermodellierung eine Datenbearbeitung vor und berücksichtigen bei der Teufenberechnung unter der Annahme eines magnetischen Dipolfeldes das vollständig flächenhaft erfasste Anomalienfeld.

Ein praxiserfahrener Geräteführer ist in der Lage, anhand der Störsignale Aussagen über die Größe und Tiefe eines Störkörpers vorzunehmen. So erzeugt z.B. ein kleiner Störkörper an der Erdoberfläche ein kurzes kräftiges Signal, welches nach Anheben des Gerätes um nur wenige cm nicht mehr wahrnehmbar ist. Ein großer Störkörper in der Tiefe von einigen Metern dagegen zeigt nur einen geringen Messwert von einigen nT, erstreckt sich dafür aber über mehrere Meter. Er kann sehr leicht durch kleinere Störungen in der Nähe der Erdoberfläche vollkommen übersehen werden. Oft ergibt sich auch die Überlagerung von zwei oder mehreren Signalen, die als Einzelkörper nicht wahrgenommen werden. Daraus leitet sich eine grundsätzliche Forderung ab, dass nach der Bergung eines Fundes unbedingt eine Nachkontrolle zu erfolgen hat.

Teufenbestimmung aus Störkörpermodellierung:

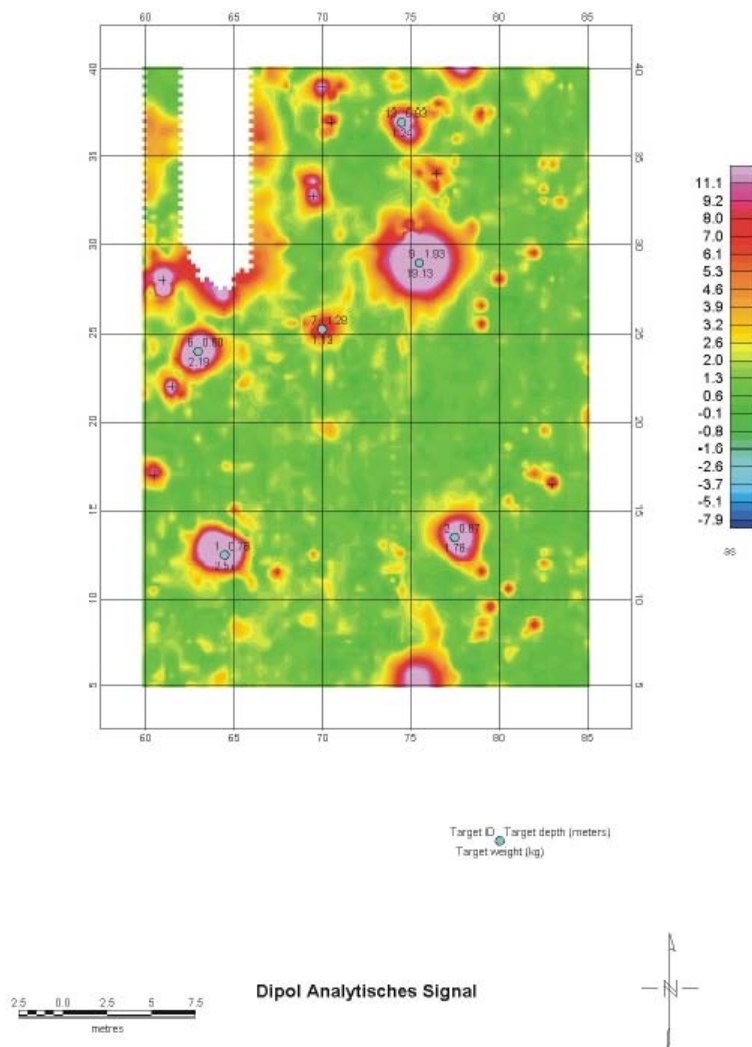
Magnetische Anomalien von Fundmunition können aufgrund der magnetischen Vorgeschichte (Herstellung, langes Liegen im Boden, verschiedene Formen) sehr komplex sein, so dass das Modell eines einfachen Dipols zur Störkörpermodellierung unzureichend ist. Um dieses Problem anzugehen, können die Anomalien über die Berechnung des sog. *analytischen Signals* ausgewertet werden. Im Ergebnis erhält man eine Lokalisierung, Tiefenbestimmung und Größenschätzung des verborgenen Störkörpers (Spurgeon et al.). Die einzelnen Bearbeitungsschritte für diese Methodik werden in Tab. A-3.1-4 aufgelistet und kurz erläutert:

**Tab. A-3.1 - 4: Datenverarbeitung und Störkörpermodellierung**

1.	Interpolation der Messdaten auf ein Rechteckgitter (bilinear)
2.	Bestimmen des totalen Magnetfelds und der horizontalen Ableitungen
3.	Berechnen des analytischen Signals
4.	Markieren und Editieren der Targets
5.	Bestimmen der Targetinformation

Im ersten Schritt werden die Messdaten auf ein Rechteckgitter interpoliert. Im zweiten Schritt wird aus der vertikalen Ableitung das totale Magnetfeld integriert und daraus die horizontalen Ableitungen berechnet. Integration und Ableitungen erfolgen nach Fouriertransformation über Filter im Frequenzbereich. Aus den drei orthogonalen Ableitungen kann im dritten Schritt durch vektorielle Addition das *analytische Signal* bestimmt werden, welches als Einhüllende der „magnetischen Energie“ beschrieben werden kann und allein von der Entfernung zur magnetischen Quelle abhängig ist. Das analytische Signal ist in der Abb. A-3.1 - 17 "Analytisches Signal und mit Tiefenbestimmung" für die Felddaten von Abb. A-3.1 - 13 dargestellt. Die Maximalwerte ("Peaks") der Anomalienfelder bestimmen die XY-Position der magnetischen Quellen ("Targets") exakt.

Die Tiefenbestimmung der Targets erfolgt über die Lösung der Eulerschen Homogenitätsgleichung (Yaghoobian et al.). Wie bei allen Potentialverfahren ist die Störkörpermodellierung mehrdeutig, da nicht unterschieden werden kann, ob die Größe des magnetischen Störkörpers oder seine Entfernung zur Messlokation die gemessenen Anomalienwerte bewirkt. Im hier verwendeten Lösungsverfahren wird ein sog. Strukturfaktor  $N$  vorgegeben und dann die Tiefe sowie das scheinbare Gewicht des Targets berechnet. Der Strukturfaktor  $N$  gibt an, mit welcher Potenz das magnetische Feld mit der Entfernung abnimmt. Für eine magnetische Kugel beträgt  $N=3$ , für einen Zylinder/ein Rohr  $N=2$ . Ein guter Wert für Fundmunition ist  $N=2.7$ , wenn keine weiteren Informationen über die Geometrie der Störkörpers vorliegen.



**Abb. A-3.1 - 17: "Analytisches Signal mit Tiefenbestimmung" für die Feld-**  
**daten von Abbildung Abb. A-3.1 - 13. Die Maximalwerte ("Peaks") der Anoma-**  
**lienfelder bestimmen die XY-Position der magnetischen Quellen ("Targets")**  
**exakt.**

Wenn der vorgegebene Strukturfaktor richtig gewählt worden ist, hängt die Genauigkeit der Tiefenbestimmung noch vom Messpunktabstand und der Messgenauigkeit ab. Ist der Strukturfaktor des Targets kleiner als vorgegeben, werden Tiefe und scheinbares Gewicht überschätzt. Für einen zu groß vorgegebenen Strukturfaktor gilt entsprechendes. Tests mit verschiedenen Strukturfaktoren zeigen Variationen von bis zu 50% in der Tiefenberechnung. Beschränkt man sich aufgrund der Vorgaben auf Strukturwerte, die magnetische Störkörper aus Eisen mit unbekannter Form, aber räumlicher Ausdehnung bzw. zylinderförmige Körper und Fässer beschreiben, ergeben sich Variationen von 20% in der Tiefenberechnung. Die Unsicherheit für einen zylindrischen Störkörper liegt bei 10%.

Abb. A-3.1 - 17 zeigt die Ergebnisse der Objektidentifizierung sowie die Berechnung der zugehörigen Tiefe und des scheinbaren Gewichtes. Tab. A-3.1-5 gibt die Objektliste wieder. Auffällig ist hier das Objekt mit der Target\_ID 9, das in einer Tiefe von ca. 1,9 m mit einem scheinbaren Gewicht von ca. 19 kg liegt. Alle anderen Objekte sind wesentlich leichter und liegen im oberen Meter.

Tab. A-3.1 - 5: Targetliste aller identifizierten Anomalien aus Abb. A-3.1 - 13/17 mit zugehöriger Objektbeschreibung

UXO		Targetliste					
X	Y	Target_ID	Mag_Depth	App_weight	Bkgrd fld	Depth_err	XY_err
[m]	[m]		[m]	[kg]		[%]	
64,5	12,5	1	0,76	2,57	4,7	5,83	0
77,5	13,5	2	0,87	1,78	-5,69	4,61	0
83	16,5	3	0,76	0,3	-1,12	5,64	0
60,5	17	4	1,04	0,76	3,25	4,48	0
61,5	22	5	0,7	0,33	4,26	7,52	0
63	24	6	0,8	2,19	1,1	4,67	0
70	25,25	7	1,28	1,13	1,59	3,69	0
61	28	8	0,69	0,78	-0,69	4,79	0
<b>75,5</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>1,93</b>	<b>19,13</b>	<b>-0,06</b>	<b>4,86</b>	<b>0</b>
69,5	32,75	10	0,89	0,55	0,56	12,22	0
76,5	34	11	0,97	0,44	1,88	4,83	0
70,5	37	12	0,77	0,29	1,37	4,01	0
74,5	37	13	0,93	1,24	2,59	5,14	0
70	39	14	0,83	0,5	1,9	7,58	0

Filter: Fehler < 6%, Apparent weight < 1 kg

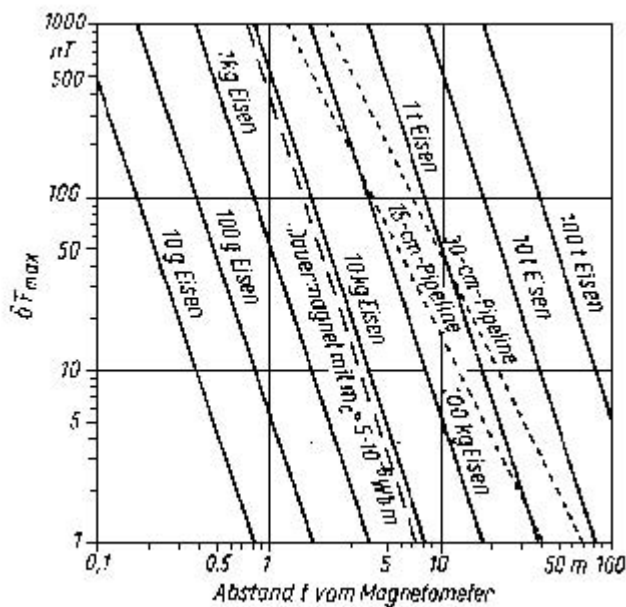
64,5	12,5	1	0,76	2,57	4,7	5,83	0
77,5	13,5	2	0,87	1,78	-5,69	4,61	0
63	24	6	0,8	2,19	1,1	4,67	0
70	25,25	7	1,28	1,13	1,59	3,69	0
<b>75,5</b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>1,93</b>	<b>19,13</b>	<b>-0,06</b>	<b>4,86</b>	<b>0</b>
74,5	37	13	0,93	1,24	2,59	5,14	0



#### 4.4 Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung

Eisendetektoren sind beim Einsatz zur Flächensondierung gut geeignete Geräte. Ihre hohe Empfindlichkeit ermöglicht es, je nach ihrer Masse Störkörper in diesen Tiefen zu orten. Dabei spielt bei der Erkennung tief liegender Körper die Oberflächenbelastung eine große Rolle, da die Signalgrößen mit der Tiefe stark abnehmen. Wenn die Sondenhersteller sogar mögliche Suchtiefen bis zu 6 m angeben, bedeutet das aber praktisch, dass im Oberflächenbereich keine Störungen vorhanden sein dürfen.

Das folgende Nomogramm (Abb. A-3.1-18) kann als erster Anhalt zur Abschätzung der zu erwartenden Störwirkung von Einzelobjekten in Abhängigkeit von Gewicht und Teufe dienen.



**Abb. A-3.1 - 18: Nomogramm zur Abschätzung der maximalen Störwirkung  $dF_{max}$  von Eisenobjekten mit  $m_c = 5 \cdot 4 \pi \cdot 10^{-8} \text{ Wb m}$  je Kilogramm nach Breiner (1973), entnommen aus Knödel et al. 1997. Beachte:  $dF_{max}$  kann sich in Abhängigkeit von der Härte des Eisens, der Inklination sowie der Lage des Vektors der remanenten Magnetisierung um den Faktor 5 ändern.**

Aus dem Nomogramm ist zu entnehmen, dass das Anomalienfeld eines Störkörpers (hier Absolutfeld) mit 100 kg Eisen in 5 m Tiefe an der Erdoberfläche maximal 50 nT beträgt.

Als Daumenregel kann man sagen, dass mit modernen Magnetometern und der dazugehörigen Auswertesoftware die üblichen Aufgabenstellungen der Kampfmittelsuche für Erkundungstiefen bis ca. 3 m gelöst werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich die Verteilung von Munitionsblindgängern und Munitionsschrott als ferromagnetische Störkörper in der Erde wie folgt darstellt: Unmittelbar im Oberflächenbereich bis ca. 0,5 m befinden sich hauptsächlich kleinkalibrige Munition und Splitter, dagegen liegen die Blindgänger der mittleren und großen Kaliber meist in größeren Tiefen bis ca. 3 m.

Befinden sich an der Erdoberfläche viele dicht beieinander liegende Störkörper wie z.B. Eisenschrott oder stahlarmierter Bauschutt, ist in der Regel eine Einzelanomalieauswertung nicht mehr möglich. Durch die Überlagerung mehrerer Anomalien resultiert eine Gesamtanomalie, die nicht mehr interpretierbar ist. Ebenso werden die Anomalien tieferliegender Störkörper maskiert.

Prinzipiell kann man sagen, dass die Methode der Flächensondierung eine hohe Qualität der Räumung gewährleistet. Nachteilig wirkt sich aus, dass vorher keinerlei Angaben über die Belastung der Fläche bekannt sind. Dieser Mangel kann dadurch behoben werden, dass die Fläche vor Ort in Augenschein genommen wird und Probe Sondierungen und Probeangrabungen vorgenommen werden oder von Teilstücken bzw. der Gesamtfläche eine Datenaufnahme gemacht wird (siehe auch A-3.1.3 „Verfahrensoptimierung“). Auf dieser Grundlage kann entschieden werden, ob eine Verdichtung der magnetischen Kartierung sinnvoll ist.

Bei der Störkörpersuche können zwei Vorgehensweisen unterschieden werden. Bei der Flächensondierung - auch „mag and flag“-Methode genannt - läuft ein Sondenführer die Fläche streifenförmig ab. Tritt ein Signal auf, wird die Stelle sofort markiert. Bei einer computergestützten Datenaufnahme/-Auswertung wird zunächst die gesamte Fläche abgemessen. Im nächsten Schritt werden die Daten ausgewertet und die Geländekoordinaten möglicher Störkörper bestimmt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Teufe, Lage im Raum und das Gewicht/Volumen zu bestimmen. Zum Abschluss werden die Verdachtspunkte im Feld ausgepflockt.

Das erste Verfahren bietet sich bei stark belasteten Flächen mit kleinkalibriger Munition und Splitter bis 0,6 m Teufe an, da hier sowieso eine mehr oder weniger flächenhafte Bergung erfolgen muss. Der Nachteil der „mag and flag“-Methode besteht darin, dass eine direkte Dokumentation bzw. Qualitätskontrolle der Messungen im nachhinein aufgrund fehlender Datenaufzeichnungen nicht möglich ist. Bei Unsicherheiten über das erzielte Ergebnis muss die Verdachtsfläche erneut sondiert werden.

Bei oberflächennah schwach belasteten Flächen mit einzelnen tieferliegenden Störkörpern wie z.B. Blindgängern bringt die computergestützte Datenaufnahme Vorteile. Durch mehrkanalige zum Teil fahrzeuggestützte und mit GPS-Positionierung versehene Systeme können wirtschaftlich große Flächen mit der erforderlichen Profil- und Messpunktdichte vermessen werden. Eine nachgeschaltete Auswertung der Anomalien ermöglicht eine genaue Störkörpermodellierung, womit Kriterien für eine Auswahl der Verdachtspunkte geschaffen werden. Damit reduziert sich die Zahl der zu überprüfenden Punkte, die im Gelände ausgepflockt werden müssen, zum Teil deutlich. Weiterhin ist eine Dokumentation der Sondierungsarbeiten lückenlos gewährleistet und es besteht für Dritte die Möglichkeit, Auswertung und Interpretation nachzuvollziehen und ggf. zu überarbeiten, ohne eine erneute kostenträchtige Feldmessung vorschalten zu müssen.

In letzter Zeit haben sich Ingenieurbüros der Aufgabe gestellt, im Auftrag Ausschreibungen vorzubereiten, die Qualität der laufenden Räumarbeiten zu dokumentieren und die Abnahme der geräumten Flächen durchzuführen.

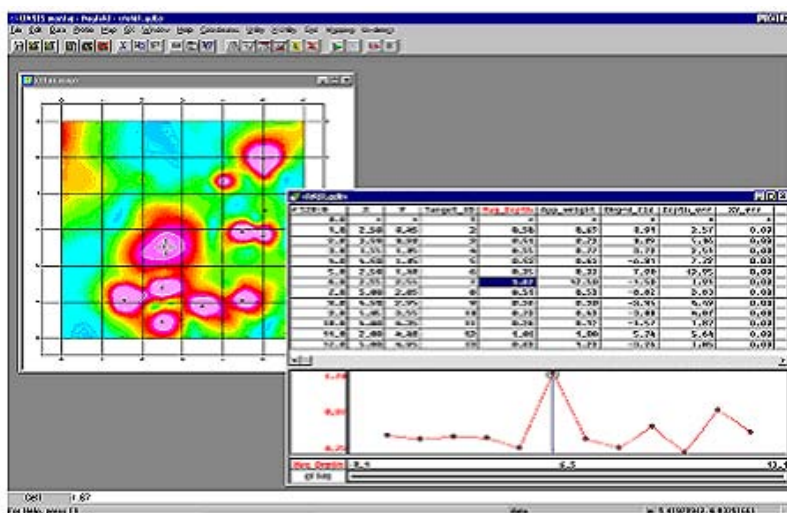
5 Beispiele

**Ortung einer Fliegerbombe (100 lbs) auf einem ehemaligen Militärgelände**

Auf einem ehemaligen Militärgelände war aufgrund von Vorinformationen die ungefähre Lage einer Fliegerbombe aus dem zweiten Weltkrieg bekannt. Mit Hilfe verschiedener geophysikalischer Verfahren wurde im Verdachtsbereich eine flächenhafte Kartierung durchgeführt. Zum Einsatz kam u.a. ein Gradiometer vom Typ Vallon 130x mit dem Datenaufnahmegerät MC1. Die Positionierung erfolgte mit dem System SEPOS<sup>®</sup> der Firma Vallon.

Die Messdaten wurden mit Hilfe des Programmes oasis montaj UX-detect der Firma Geosoft ausgewertet. Als Ergebnis erhält man eine Liste aller detektierten Störkörper mit den zugehörigen Ortskoordinaten, Teufen und scheinbaren Gewichten.

Abb. A-3.1 - 19 zeigt einen Screendump während der Auswertung mit dem verwendeten Programm. Zu sehen sind links das analytische Signal und rechts die Targetliste. Das geplottete Profil unten zeigt die Tiefenverteilung der gefundenen Targets.



**Abb. A-3.1 - 19: Auswertung einer Gradiometermessung zur Ortung einer Fliegerbombe auf einem Flugfeld (100 lbs Bombe, 1,5 m Teufe, liegend). Erläuterungen im Text.**

Die Auswertung ergibt unterhalb der Untersuchungsfläche 11 kleinere Objekte, die sich im oberen halben Meter befinden. Nur ein Objekt befindet sich in ca. 1,7 m Teufe und besitzt im Vergleich zu den anderen Objekten ein hohes scheinbares Gewicht. In Abb. A-3.1 - 20 ist das geborgene Objekt zu sehen. Dabei handelt es sich um eine 100 lbs Bombe, die sich horizontal liegend in ca. 1,5 m Teufe befand.



Abb. A-3.1 - 20: Geborgene Fliegerbombe (100 lbs) (Foto: Krummel)

Das gleiche Objekt wurde aus Vergleichsgründen erneut in die Tiefe von 1,5 m eingebracht, jedoch in gekippter Lage (ca. 45° gegen die Horizontale) und erneut vermessen.

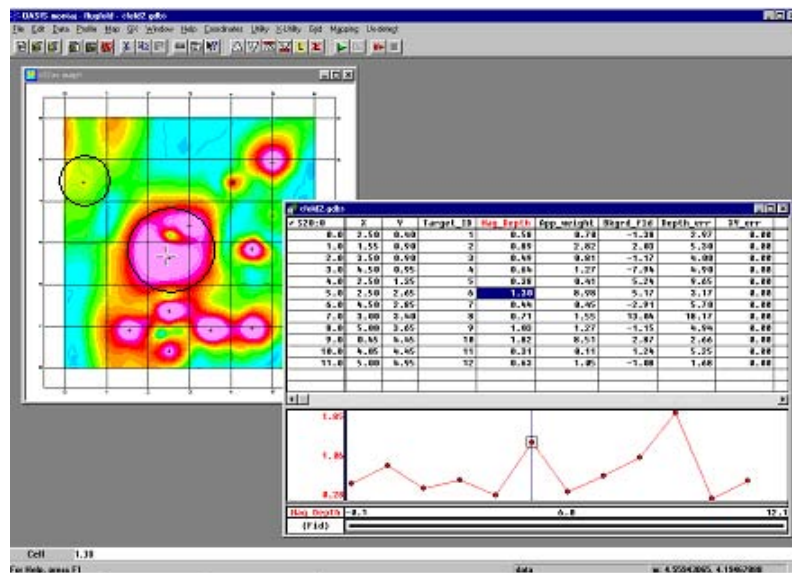


Abb. A-3.1 - 21: Auswertung einer Gradiometermessung zur Ortung einer Fliegerbombe auf einem Flugfeld (100 lbs Bombe in 1,5 m Teufe, gekippte 45° Lage). Erläuterungen im Text.

Die automatische Auswertung zeigt wiederum mehrere kleine oberflächennahe Objekte innerhalb der ersten 0,5 m. Zwei weitere Objekte mit vergleichbarem scheinbaren Gewicht liegen in 1,3 m und 1,8 m (siehe Abb. A-3.1 - 21). Durch einen Blick auf die Koordinaten und den dazugehörigen Anomalienformen (schwarz umkreist) erkennt man sofort, dass es sich bei dem Objekt in 1,8 Teufe (in Abb. A-3.1 - 21 oben links) um eine Fehldetektion der automatischen Auswertung handelt. Die Lage der Bombe entspricht dem Objekt in 1,3 m Teufe.

Wie im Beispiel gezeigt sind automatische Auswertungen zur Störkörpersuche sehr hilfreich und unterstützen den Auswerter stark. Eine Sichtung der Ergebnisse mit dem Abgleich „gefundene Ortskoordinaten“ und „dazugehörige Anomalie“ durch einen erfahrenen Auswerter ist aber unverzichtbar, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Im Vergleich „liegend“ und „um 45° gekippt“ erzeugt die gekippte Bombe größere absolute Messwerte. Dies stimmt mit der Erfahrung überein, dass bei magnetischen Vermessungen steilstehende Bomben stärkere Anomalien als liegende erzeugen und somit auch in größeren Tiefen als im liegenden Zustand erfasst werden können. Modellrechnungen bestätigen dies.

### Kartierung eines Flugfeldes

Das folgende Beispiel beschreibt die magnetische Kartierung eines Flugfeldes. Zum Einsatz kam ein Mehrkanal-Datenerfassungssystem mit EDGPS-gestütztem Positionierungs- und Navigationssystem. Die Sensorik bestand aus Fluxgate-Gradiometern. Die Fläche wurde mit zwei Gradiometerreihen aus je 7 Sonden synchron in einer Geschwindigkeit von 1 m/s abgefahren. Der horizontale Gradiometerabstand betrug 0,33 m, der vertikale Gradiometerabstand 0,5 m, wobei Hoch- und Rechtswert beider Sondenreihen identisch waren.

Abb. A-3.1 - 22 zeigt eine Übersichtskarte der Gradiometermessung. Dargestellt sind die Ergebnisse der oberen Sondenreihe. Aus Kosten- und Zeitgründen wurde nicht die gesamte Fläche untersucht, sondern eine streifenförmige Messung durchgeführt. Hierfür wurde ein rechtwinkliges Streifengitter in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung gewählt. Die Streifenbreite betrug 12 m, um mögliche Störkörper in der Mitte des Streifens ohne Seiteneffekte in einer Tiefenlage von 5 - 6 m erkennen zu können. Der Abstand zwischen den Streifen betrug etwa 40 m.

Die kartografische Darstellung der Anomalien im Bereich des Flugfeldes gibt einen Überblick der Störkörperverteilung im Boden. Im Zusammenspiel mit weiteren Geländebefunden, z.B. aus der hinterlegten Karte, lassen sich verschiedene Signale gut deuten. Im Nordosten zeichnet die Magnetik den Verlauf der Betonstraßen nach (Nr. 1), die mit ihren eingelassenen Stahlmatten starke Anomalien verursachen.

Linienartige Anomalien, wie sie im Zentrum und am Nordrand des Flugfeldes auftreten (Nr. 2), werden durch ferromagnetische oder stromdurchflossene Leitungen hervorgerufen. Da sich die Leitungsanomalien in den aufeinander folgenden Streifen fortsetzen, lässt sich der Leitungsverlauf gut in die nicht untersuchten Flächen interpolieren.

Im Norden des Flugfeldes finden sich an der Geländeoberfläche Betonteile mit Stahlarmierungen, die sich in der Abbildung als diffus und weiträumig verteiltes Anomalienmuster darstellen (Nr. 3).

Große Teile des Flugfeldes weisen bauschutthaltige Auffüllungen mit Störkörpern in variabler Mächtigkeit auf. Je nach Menge der gemessenen Anomalien lassen sich störkörperarme und störkörperreiche Geländepartien unterscheiden. Das Flugfeld zeigt störkörperarme Auffüllungen im Osten und Nordosten (Nr. 4) sowie störkörperreiche Auffüllungen im Westen (Nr. 5). An störkörperarmen Stellen treten Einzelsignale lokal isolierter Störkörper deutlich hervor. In der Magnetkarte des Flugfeldes sind im südöstlichen Flugfeld zwei solcher Punkte beispielhaft gekennzeichnet (Nr. 6).

Die kartografische Darstellung der Anomalien zeigt, dass die in den Streifen gemessene Störkörperdichte des Flugfeldes gut in die nicht untersuchten Flächen interpoliert werden kann. Dies belegen auch die beispielhaft untersuchten Quadrate.

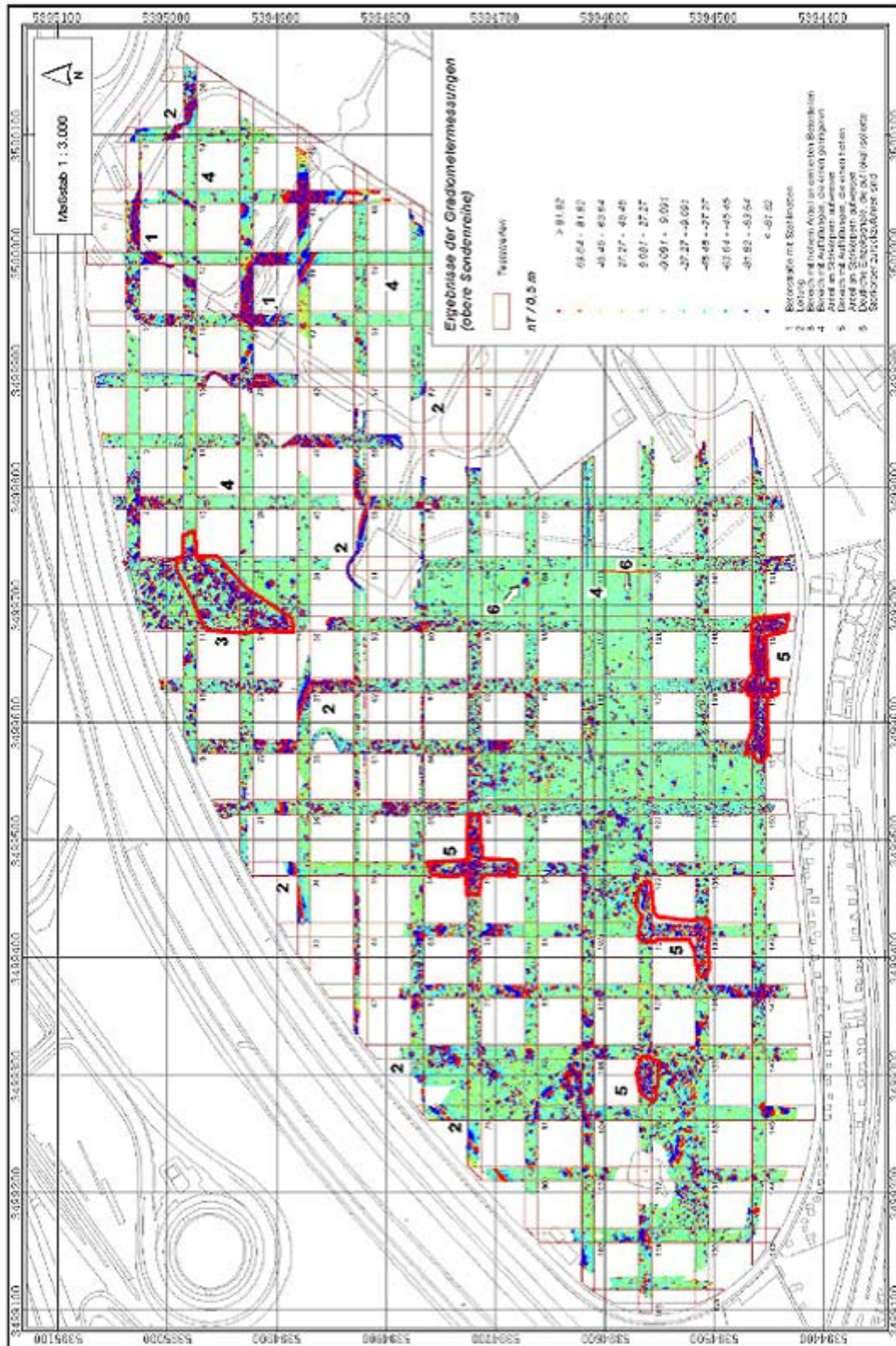


Abb. A-3.1 - 22: Magnetische Kartierung eines Flugfeldes

**6 Hersteller und Gerätebezeichnungen (Auswahl)  
(alphabetisch geordnet)****Ebinger Prüf- und Ortungstechnik GmbH, Köln**

Sonde MAGNEX 120

Sonde MAGNEX 120L

**Geosoft Europe Limited, Wallingford, England**

Software OASIS montaj UX-DETECT

**Institut Dr. Förster GmbH & Co. KG, Reutlingen**

Sonde FEREX 4.021

Sonde FEREX 4.032 (API; LCD; DLG)

Software DATALINE

**MIT GmbH Magnetic Imaging Tools, Dresden**

Sonde MIT Explorer

Software MAGNOGRAPH

**Schiebel Elektronische Geraete GmbH, Wien**

Sonde AN23/2

Sonde DIMADS

**SENSYS Sensorik & Systemtechnologie GmbH, Fürstenwalde**Aufnahmegerät DLM-93, DLM-98 und 98/3,  
DLM-98NavigatorSoftware MAGNETO, MAGNETO-MX, MAGNETO-BM und  
DLMGPS**Vallon GmbH, Eningen**

Sonde EL 1302

Sonde EL 1303

Positionierungssystem SEPOS<sup>®</sup> für Oberflächen- und  
Bohrlochmessungen

Aufnahmegerät MC1 oder MB4

Software EVA und Vallon EVA 2000

Bohrlochdetektor BD1



### A-3.1.3 Verfahren Elektromagnetik (+ TDM)

#### 1 Einsatzbereiche von Metalldetektoren



**Abb. A-3.1 - 23: Minensuchgerät  
MINEX 2FD 4.500 der Firma Förster  
(Foto: Förster)**

Metalldetektoren, auch unter der Bezeichnung Minensuchgeräte bekannt, dienen zur Lokalisierung von elektrisch leitfähigen Gegenständen im Erdboden oder im Wasser in Abhängigkeit von ihrem Metallanteil bis zu einer Tiefe von ca. 40 cm. Damit finden sie Verwendung bei der Suche von Kabeln und Leitungen im Bauwesen, bei der Suche nach Waffen und anderen Gegenständen, bei den Sicherheits-, Zoll- und Grenzbehörden und bei der Suche nach Minen und Blindgängen im militärischen Bereich und in der Kampfmittelräumung.

In letzter Zeit kommen auch immer mehr sog. Großschleifen zum Einsatz. Sie besitzen eine gegenüber den klassischen Minensuchgeräten wesentlich größere Erkundungstiefe und eignen sich insbesondere zur Ortung von Blindgängern.

Metalldetektoren (Abb. A-3.1 - 23) sind leichte, tragbare Geräte, die ein berührungs- und zerstörungsfreies Messen ermöglichen. Sie sind einfach handhabbar, schnell arbeitsbereit, hoch empfindlich, durch eine Person bedienbar, erlauben einen großen Messfortschritt, haben einen geringen Energiebedarf und arbeiten mit hoher Genauigkeit.

#### 2 Grundlagen

##### 2.1 Messverfahren

Metalldetektoren arbeiten nach dem aktiven Ortungsprinzip, d.h. im Suchgerät wird ein schwaches hochfrequentes elektromagnetisches Feld erzeugt und durch geeignete Spulen abgestrahlt. Beim Auftreffen dieses Feldes auf metallische Gegenstände entstehen an deren Oberflächen durch Induktion Wirbelströme.

Die am weitesten verbreiteten Metallortungsverfahren in der Kampfmittelbeseitigung sind:

- das Sinus- oder Dämpfungsverfahren,
- das Pulsinduktionsverfahren und
- das Zweifrequenzverfahren.

## 2.2 Physikalische und messtechnische Grundlagen der Verfahren

### Wirbelstrom

Der Wirbelstrom ist ein quellenloser Strom und entsteht durch Bewegung eines elektrischen Leiters in einem inhomogenen Magnetfeld oder durch ein magnetisches Wechselfeld in einem ruhenden elektrischen Leiter. Sein Erscheinungsbild ist in Wirbeln fließender elektrischer Strom an der Oberfläche des Leiters. Wirbelstrom erzeugt wie andere Ströme auch ein magnetisches Feld, das dem Erzeugerfeld entgegen gerichtet ist und dieses somit abschwächt. Dadurch entsteht im Erzeugerfeld ein Energieverlust.

### Die Messverfahren

Beim **Dämpfungsverfahren** sendet man ein hochfrequentes magnetisches Feld (Primärfeld) geringer Leistung in den Erdboden. Dabei bildet sich infolge der entstehenden Wirbelströme vom metallischen Gegenstand ausgehend ein Sekundärfeld, das sich mit dem Primärfeld überlagert (Abb. A-3.1 - 24). Da es dem Primärfeld entgegengesetzt gerichtet und geringer ist, wird dieses abgeschwächt (gedämpft). Durch die elektronische Einrichtung des Gerätes wird die Abschwächung in ein akustisches Signal umgewandelt und gleichzeitig das Primärfeld so verstärkt, dass der Energieverlust kompensiert wird.

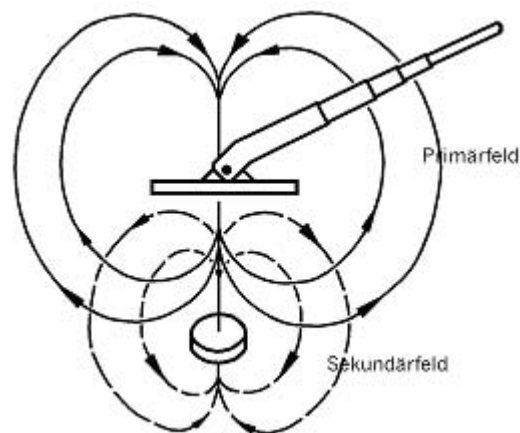


Abb. A-3.1 - 24: Primär- und Sekundärfeld bei aktiven Ortungsverfahren

Allerdings erfolgt die Induktion der Wirbelströme nur solange, wie eine Relativbewegung zwischen dem Primärfeld und dem Störkörper stattfindet. Verharrt die Suchspule an einem Ort, bricht das Signal nach kurzer Zeit zusammen, weil nach dem Arbeitsprinzip des Detektors das Primärfeld automatisch verstärkt wird. Somit wird die jeweilige Störgröße ausgeregelt. Das bedeutet, Metalldetektoren dieser Bauart müssen ständig in Bewegung gehalten werden, um einen Störkörper zu orten. Man spricht deshalb vom dynamischen Suchprinzip.

Neben diesem Nachteil birgt das Dämpfungsverfahren aber auch gewisse Vorteile in sich. Beim Einsatz des Detektors in unmittelbarer Nähe großer homogener Störquellen, wie z.B. Eisenbahnschienen, Metallzäunen, Leitplanken oder auch Versorgungsleitungen, kann nach Kompensation des Detektors auf diese Hintergrundstörung in einem bestimmten Abstand parallel dazu gearbeitet werden. Das gleiche Prinzip kann auch beim Absuchen von Flächen um größere Störkörper angewendet werden, allerdings muss die Suche dann kreisförmig um diesen Körper erfolgen.

Das **Pulsinduktionsverfahren** basiert ebenfalls auf der Grundlage der Induktion von Wirbelströmen in einem elektrisch leitfähigen Störkörper. Der Unterschied zum Dämpfungsverfahren besteht darin, dass hier eine hochfrequente Impulsfolge zum Aufbau des Primärfeldes genutzt wird. Die Suchspule dient hier gleichzeitig als Sende- und Empfangsspule.

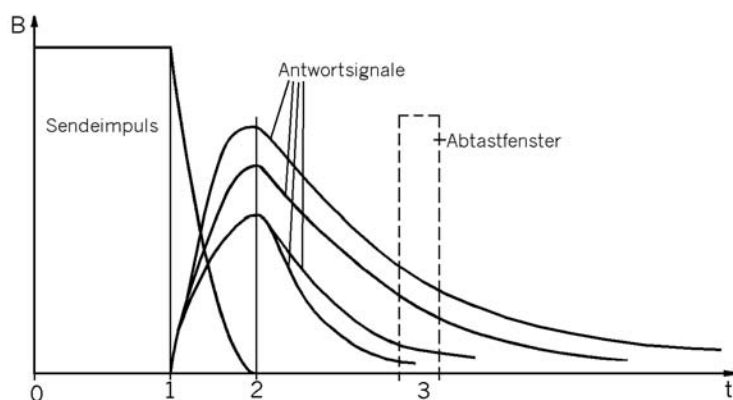


Abb. A-3.1 - 25: Signale beim Pulsinduktionsverfahren

Die Funktionsweise dieses Verfahrens kann folgendermaßen erklärt werden (Abb. A-3.1 - 25):

Zum Zeitpunkt 0 erfolgt das Einschalten des Sendeimpulses. Er baut sofort sein Magnetfeld in voller Stärke auf. Zum Zeitpunkt 1 wird der Sendeimpuls wieder abgeschaltet und sein Magnetfeld bricht verzögert zusammen (Zeitpunkt 2). In dieser Zeit hat sich das durch die Wirbelströme induzierte Sekundärfeld (Antwortsignal) aufgebaut und seine maximale Größe erreicht, danach fällt es exponentiell wieder ab.

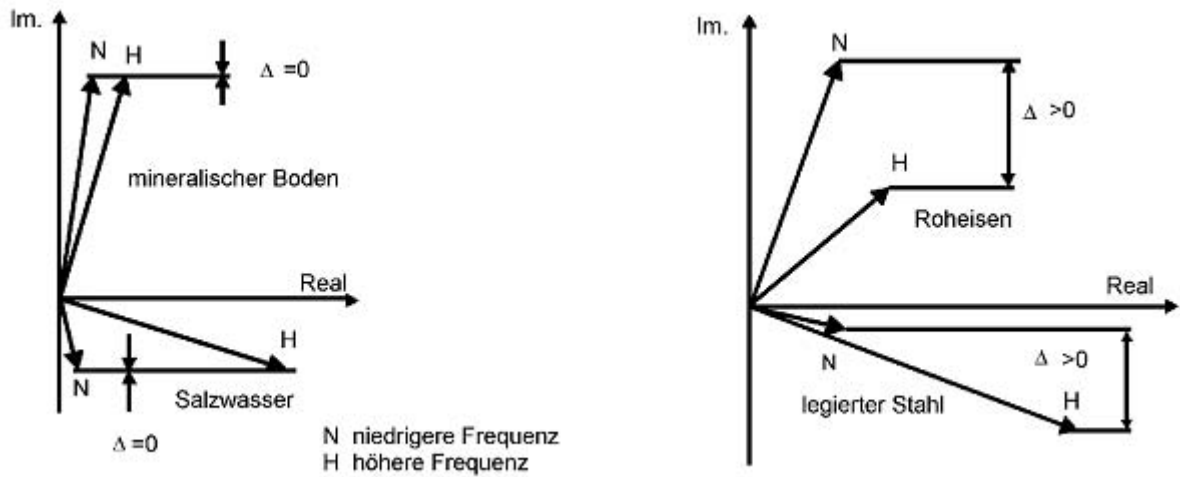
Die Abklingkurve des transienten Signals beinhaltet sowohl die Induktivität des Metallobjektes als auch die Leitfähigkeit des umgebenden Bodens. Eine geringe Leitfähigkeit (erhöhter spezifischer Widerstand) bewirkt wegen der ohmschen Verluste das schnelle Abklingen des induzierten Wirbelstromes. Da die Bodenleitfähigkeit gegenüber der Leitfähigkeit der darin befindlichen Metalle um Größenordnungen kleiner ist, trifft der durch die Leitfähigkeit des Bodens bewirkte Anteil im Messsignal zeitlich deutlich vor dem der Metalle ein. Diese Eigenschaft wird für die Auswahl eines geeigneten Zeitfensters genutzt, um den Einfluss der Metallobjekte auf das Messsignal nahezu unabhängig vom Beitrag des umgebenden Bodens zu gewinnen.

Der Verlauf des abfallenden Signals wird in der Pause zwischen zwei Impulsen durch ein bei verschiedenen Gerätetypen verschiebbares Abtastfenster (Zeitpunkt 3) gemessen und in einer elektronische Schaltung ausgewertet. Neuere Geräte werten mehrere Zeitfenster (4 und mehr) aus und erfassen damit den gesamten Verlauf der Abklingkurve. Damit lässt sich eine optimale Auswertung der Daten erreichen.

Wesentlich beim Pulsinduktionsverfahren ist, dass durch das ständige Pulsieren des Signals mit dieser Geräteart eine ständige Bewegung des Suchgerätes nicht mehr notwendig ist. Der Detektor kann beim Suchvorgang ruhig gehalten werden und zeigt dabei trotzdem vorhandene Störungen an. Man spricht bei diesen Geräten vom statischen Suchprinzip.

Der Nachteil des Pulsinduktionsverfahrens besteht jedoch darin, dass die Ortungsmöglichkeit von schwachen Störsignalen in unmittelbarer Nähe von starken Störkörpern durch entstehende Überlagerungen nicht immer gegeben bzw. stark eingeschränkt ist. Untersuchungen und Modellrechnungen in den letzten Jahren haben ergeben, dass bestimmte Signalgrößen des Auswertesignals (z.B. die zeitliche Verzögerung, die Amplitude und auch der Neigungswinkel des abklingenden Signals) Aussagen zur Materialart sowie zur Größe und Tiefe des Störkörpers enthalten. Es ist sehr wahrscheinlich, dass durch weiteren Erkenntnisgewinn noch wesentliche Detektionsverbesserungen zu erzielen sind. In letzter Zeit haben Versuche und auch Erprobungen mit Großschleifengeräten, die mit dem Pulsinduktionsverfahren arbeiten, stattgefunden, und es wurden wesentlich größere Tiefen bei der Sondierung erreicht.

Auch das **Zweifrequenzverfahren** nutzt die Möglichkeit der Induktion von Wirbelströmen in einem elektrisch leitfähigen Störkörper aus. Bei diesem Verfahren wird ein aus drei Spulen bestehendes Spulensystem benutzt: eine konzentrische Primärspule sowie zwei halbkreisförmige Sekundärspulen (Spulenhälften). Die Primärspule sendet kontinuierlich ein Signal aus zwei unterschiedlich hohen, speziell ausgesuchten Frequenzen aus. Durch die Induktionswirkung im Störkörper und deren Rückwirkung auf das Spulensystem ändert sich der Scheinwiderstand (Impedanz) der Spule (Abb. A-3.1 - 26). Scheinwiderstände setzen sich aus einem Real- und einem Imaginärteil zusammen. Die Imaginärteile der Scheinwiderstände differieren bei den verwendeten Frequenzen für alle elektrisch leitfähigen Materialien so stark, dass sie zu einer Auswertung herangezogen werden können. Dagegen ist der Unterschied der Imaginärteile der Scheinwiderstände von elektrisch schwach leitfähigen Materialien (z.B. metallhaltige Böden oder auch Salzwasser) äußerst gering. Eventuell doch vorhandene Differenzen können durch elektromagnetische Phasenverschiebungen zusätzlich unterdrückt werden.



**Abb. A-3.1 - 26: Arbeitsprinzip beim Zweifrequenzverfahren**

Die Auswertung dieser Signale erfolgt mikroprozessorgesteuert durch driftkompensierende Phasendemodulation und nachfolgende Verstärkung. Als Signal erhält man für jede Spulenhälfte einen unterschiedlichen Ton. Der Störkörper befindet sich unter dem Mittelsteg der Spule, wenn keiner der Töne zu hören ist. Die Vorteile dieses Verfahrens bestehen vor allem in einer sehr genauen Lokalisierung der Störkörper (auch bei geringem Metallanteil) und in der sehr guten Trennung und Anzeige von dicht beieinander liegenden, unterschiedlich großen Körpern. Dazu gehört auch die Möglichkeit der Suche in unmittelbarer Nähe von Zäunen oder Leitungen. Ein weiterer Vorzug dieses Gerätetyps besteht in der zusätzlichen Kompensationsmöglichkeit von großflächigen schwachen Störungen, die z.B. aus metallhaltigen Böden, verschiedenen Gesteinsarten oder Salzwasser resultieren können. Außerdem ist die abgestrahlte Leistung dieses Gerätetyps wesentlich geringer als beim Pulsinduktions- oder Dämpfungsverfahren, so dass eine zusätzliche Sicherheit gegenüber Minen mit magnetischen Zündern besteht.

### 3 Messgeräte

In der Kampfmittelbeseitigung spielen Metalldetektoren mit geringer Eindringtiefe (0,30 m) eine untergeordnete Rolle und werden nur zur Suche im oberflächennahen Bereich eingesetzt, wenn die Aufgabenstellung „metallfrei“ gefordert ist. Ihre Hauptverwendung finden sie im militärischen Bereich und in der humanitären Minenräumung. Tiefeindringende Metalldetektoren (Großspulengeräte) nach dem Pulsinduktionsverfahren kommen dagegen immer häufiger auch bei der Kampfmittelsuche zum Einsatz.

In ihrem grundsätzlichen Aufbau unterscheidet sich die Vielzahl der angebotenen Geräte nicht. Sie bestehen aus den Hauptteilen (siehe Abb. A-3.1 - 23):

- Suchspule,
- Tragerohr mit Griff und Armstütze,
- Elektronikteil mit Batteriefach,
- Zusatzteile wie Kopfhörer, Prüfmittel u.a..
- Bei zusätzlicher Messwerterfassung: Datenlogger.

Die Einsatzmasse der Geräte liegt zwischen 1,4 kg und 3,1 kg und muss eine ununterbrochene Nutzung unter komplizierten Bedingungen gewährleisten. Zur Stromversorgung werden handelsübliche Batterien oder wiederaufladbare Akkumulatoren gleicher Baugröße wie bei den Sonden verwendet. Die Batterien gewährleisten bei mittleren Temperaturen eine Arbeitsbereitschaft von 30 – 60 Stunden. Metalldetektoren haben eine einstellbare Empfindlichkeit, wobei immer mit der höchstmöglichen Stufe zu arbeiten ist. Besonders die nach dem Pulsinduktions- und dem Zweifrequenzverfahren arbeitenden Geräte ermöglichen eine Kompensation von Störungen durch metallhaltige Böden oder Salzwasser.

Einige Geräte sind mit Anschlussmöglichkeiten zur Datenaufnahme ausgestattet, wodurch eine profil- und flächenhafte Kartierung mit anschließender Auswertung und Interpretation der Daten möglich wird. Diese Methodik hat sich insbesondere bei der Verwendung von sog. tiefeindringenden Metalldetektoren oder auch Großschleifen für die Lokalisierung von Blindgängern in größeren Tiefen bis ca. 3,0 m bewährt.

In Abb. A-3.1 - 27 ist schematisch ein tiefeindringender Metalldetektor dargestellt (Knödel et al., 1997). Die fest montierten, getrennten Sende- und Empfangsspulen sind horizontal angeordnet (vertikaler magnetischer Dipol) und liegen direkt aufeinander (Coincident loop). Der Spulendurchmesser beträgt 1 m. Die Messelektronik ist tragbar. Gemessen wird die Induktionsspannung in der Empfangsspule. Die Messwerte werden zugleich akustisch und als Zahlenwert angezeigt sowie digital registriert, damit sie zur Verarbeitung an einen Kleincomputer weitergeleitet werden können. Es kann eine 2. Empfangsspule 40 cm oberhalb der Sende- und Empfangsspulen angebracht werden. Sie dient der Messwertaufnahme in einem 2. Abstand zum Untersuchungsobjekt. Zwei unterschiedliche Messhöhen ermöglichen eine bessere Tiefenabschätzung von detektierten Objekten und den Nachweis von oberflächennahen störenden Metallteilen.

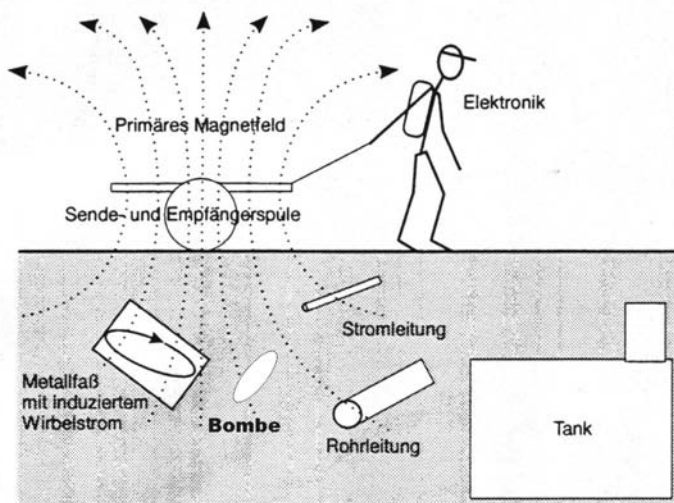


Abb. A-3.1 - 27: Schematische Funktionsweise und typische Untersuchungsobjekte des tiefeindringenden Metalldetektors (entnommen und modifiziert aus Knödel et al., 1997).

Abb. A-3.1 - 28 bis 32 zeigen verschiedene Ausführungen von Metalldetektoren unterschiedlicher Hersteller.



Abb. A-3.1 - 28: Großschleife UPEX 740 der Firma Ebinger (Foto: Neumann)



Abb. A-3.1 - 29: Großschleife VMX2 der Firma Vallon (Foto: Vallon)



Abb. A-3.1 - 30: Fahrzeuggestützter Metalldetektor VAMIDS der Firma Schiebel (Foto: Neumann)



Abb. A-3.1 - 31: Metalldetektor MIMID der Firma Schiebel (Foto: Neumann)



Abb. A-3.1 - 32: Metalldetektoren EM61 (Zwei-Spulensystem) und EM61-HH-MK2 der Firma Geonics.(Foto: Krummel)



## 4 Durchführung von Feldmessungen

### 4.1 Voraussetzungen

Die Voraussetzungen zum Umgang mit Metalldetektoren sind prinzipiell die gleichen wie bei Eisendetektoren (siehe A-3.1.6).

### 4.2 Feldmessungen

Bezüglich der Durchführung von Messungen gelten die gleichen Vorbereitungsarbeiten betreffend Markierung und Einteilung der Fläche in Spuren wie bei Eisendetektoren, lediglich die Spurbreite wird meist mit 2 m festgelegt und der Detektor ist in einer Höhe von 3–5 cm über den Erdboden zu schwenken oder zu führen. Dabei müssen sich die von der Suchspule überstrichenen Streifen überlappen.

Bei einer flächenhaften Messung mit **computergestützter Messwerterfassung** (siehe auch Knödel et al., 1997) wird das Messgebiet mit der Sende-Empfangsspulen-Kombination abgegangen oder überfahren. Die Messzyklen sind sehr kurz, weswegen ein sehr hoher Messfortschritt möglich ist (z. B. halbe Schrittgeschwindigkeit). Die Dauer einer Untersuchung wird hauptsächlich bestimmt durch die Geländebeschaffenheit und den Aufwand für die Einmessarbeiten (Profile festlegen und dokumentieren).

Die Messungen finden entweder in bestimmten Zeit- (z.B. 0,5 s) oder Ortsabständen (z.B. 0,2 m) entlang von Messlinien als Profilierung oder flächendeckend als Kartierung statt. Bei Bedarf können erste Aussagen bereits vor Ort getroffen werden. Hierbei ist unter nicht zu schwierigen Messbedingungen eine akustische Anzeige hilfreich.

Die Messprofile sollten mögliche Leitungen oder sonstige in einer Richtung ausgedehnte Objekte senkrecht queren, damit deren Achse genauer angegeben werden kann. Zur vollständigen Erfassung der Objekte müssen die Profile bis in den ungestörten Bereich vermessen werden.

Bei einer flächendeckenden Untersuchung sollte der Profilabstand bei einem Spulendurchmesser von 1 m nicht größer als 1 m (besser 0,5 m) und bei einem Spulendurchmesser von 0,25 m nicht größer als 0,25 m sein.

Die Empfindlichkeit gegenüber seitlich befindlichen Störobjekten (Masten, Zäune, Fahrzeuge etc.) ist wegen der vertikalen Dipolausrichtung im Vergleich zur Geomagnetik gering. Erfahrungsgemäß reicht beispielsweise die Einhaltung eines Abstandes von 3 m zu einem PKW aus.

## 5 Interpretation der Messdaten bei computergestützter Erfassung

Die Messwerte (Induktionsspannung in der Empfangsspule in mV) werden als Isolinienplots in einem Lageplan dargestellt. In speziellen Fällen können die Daten zur Verminderung störenden Rauschens einer Filterung unterzogen werden. Das Metallobjekt befindet sich an der Stelle der maximalen Amplitude.

Die Genauigkeit der Ortsangabe in der Messebene liegt bei einigen cm für flachliegende Objekte bis zu wenigen dm bei größeren Objektiefen. Die Tiefenlage wird aufgrund der Anomalienbreite näherungsweise ermittelt (Halbwertsbreite) und die Objektgröße ist aus der Anomalienamplitude abschätzbar.

## 6 Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung

Metalldetektoren sind in der Lage, alle elektrisch leitfähigen Gegenstände bis in eine bestimmte Tiefe zu orten. Das vom Detektor ausgesendete hochfrequente Signal hat im Erdboden eine Reichweite von ca. 0,9 m. Man geht dabei davon aus, dass die Signalstärke auf eine Größe begrenzt sein muss, die unter der Ansprechempfindlichkeit von Frequenz-Induktionszündern von Minen liegt. Weitere Einflussgrößen auf die Tiefenreichweite sind die Größe, Struktur, Lage und Tiefe des Störkörpers. So werden z.B. in geschichteten Körpern, wie Transformatorenkerne o.ä., geringere Wirbelströme erzeugt als in Vollmaterial, und ein senkrecht im Boden stehender Körper ist bei gleicher Tiefe schlechter zu erfassen als ein waagrecht liegender. Die erreichbare Tiefe bei herkömmlichen Metalldetektoren wird allgemein mit maximal 0,4 m angegeben.

Geräte, die mit einer sog. Großschleife ausgerüstet sind und im Pulsinduktionsverfahren arbeiten, sind in der Lage, mittelgroße Störkörper auch bis ca. 2,5 m zu orten.

Grundsätzlich kann durch eine Vergrößerung des Spulendurchmessers und der Sendeleistung eine höhere Eindringtiefe erreicht werden. Hier sind jedoch physikalische Grenzen gesetzt. Zum einen fällt die Stärke eines elektromagnetischen Feldes mit  $1/r^3$  in der Entfernung ab, d.h. bei einer Messung von der Erdoberfläche durch Hin- und Rücklauf (Oberfläche – Objekt – Oberfläche) mit  $1/r^6$ . Das bedeutet, um die gleiche Signalantwort aus 2 m wie aus 1 m Tiefe zu erhalten, muss die Sendeleistung um das 64-fache (!) vergrößert werden. Durch die Vergrößerung des Spulendurchmessers erhält man zwar eine größere Eindringtiefe, verliert aber im Gegenzug an räumlicher Auflösung. Gravierender ist noch, dass durch die größere „durchstrahlte“ Fläche eine Verrauschung der Messwerte zunimmt. Dies tritt auf, wenn das durch die Großspule durchstrahlte Bodenvolumen kleinräumige Leitfähigkeitsinhomogenitäten aufweist. Modellrechnungen zeigen, dass bereits Schwankungen von ca. 10-15% in der Leitfähigkeit des Bodens Messwertänderungen hervorrufen, die größer als die zu erwartenden Messwerte für die gesuchten Metallkörper sein können. In der Natur sind diese lokalen Leitfähigkeitsschwankungen gerade in oberflächennahen Bodenschichten häufig anzutreffen.

Auf dem Gebiet der aktiven Sensoren sind zukünftig Fortschritte zu erwarten. Dies gilt insbesondere für die Entwicklung von Messgeräten zur Erfassung der gesamten Abklingkurve durch die Aufzeichnung mehrerer Zeitfenster sowie für zugehörige Programme zur Auswertung der einzelnen Zeitkanäle mit einer entsprechenden Modellierung (auch Inversion) der Daten.

## 7 Beispiele

### Ortung einer Fliegerbombe (100 lbs) auf einem ehemaligen Militärgelände

Auf einem ehemaligen Militärgelände war aufgrund von Vorinformationen die ungefähre Lage einer Fliegerbombe aus dem Zweiten Weltkrieg bekannt. Mit Hilfe verschiedener geophysikalischer Verfahren wurde im Verdachtsbereich eine flächenhafte Kartierung durchgeführt (siehe auch A-3.1.6). Hier werden die Ergebnisse mit dem Metalldetektor EM61 der Firma Geonics (siehe Abb. A-3.1 - 32) vorgestellt.

Das EM61 arbeitet nach dem Pulsinduktionsverfahren. Der Spulendurchmesser beträgt 1 m (Großschleife). Zusätzlich ist im Abstand von 40 cm über der Sende-/Empfangsspule eine weitere Empfangsspule montiert, wodurch eine Teufenbestimmung der Objekte ermöglicht wird.

Durch den großen Spulendurchmesser werden größere Eindringtiefen erreicht. Kleine metallische Objekte in Oberflächennähe werden durch die Spule nicht erfasst, so dass hier ein Filtereffekt entsteht, der größere Objekte hervorhebt.

Das Gerät kann u.a. in Verbindung mit einem Odometer (Wegmesser) benutzt werden, das in der Wagenachse montiert ist und eine Triggerung des Datenloggers alle 0,1 m oder 0,2 m ermöglicht. Das Messgerät ist relativ unempfindlich gegen laterale Einstreuung.

Abb. A-3.1 - 33 zeigt die Ergebnisse der Kartierung mit dem EM61. Dargestellt sind die Rohdaten inkl. der Auswertung mit der Software Oasis-montaj der Firma Geosoft (Modul zur UXO-Detektion mit dem Gerät EM61). Die gefundenen Targets sind in Abb. A-3.1 - 33 durch gelbe Punkte gekennzeichnet. Es werden 3 Targets durch die automatische Auswertung gefunden. Ein Blick auf die Anomalienkarte (Abb. A-3.1 - 33) zeigt, dass nur die Anomalie zum Target mit den Koordinaten  $x=3,2$  und  $y=3,4$  eine relevante Stärke besitzt. Die Teufenbestimmung ergibt einen Wert von 1,6 m. Tabelle 1 enthält die Informationen zu den automatisch gefundenen Targets noch einmal im Überblick.

Bei dem Objekt handelte es sich um eine waagrecht liegende 100 lbs Bombe in 1,5 m Teufe.

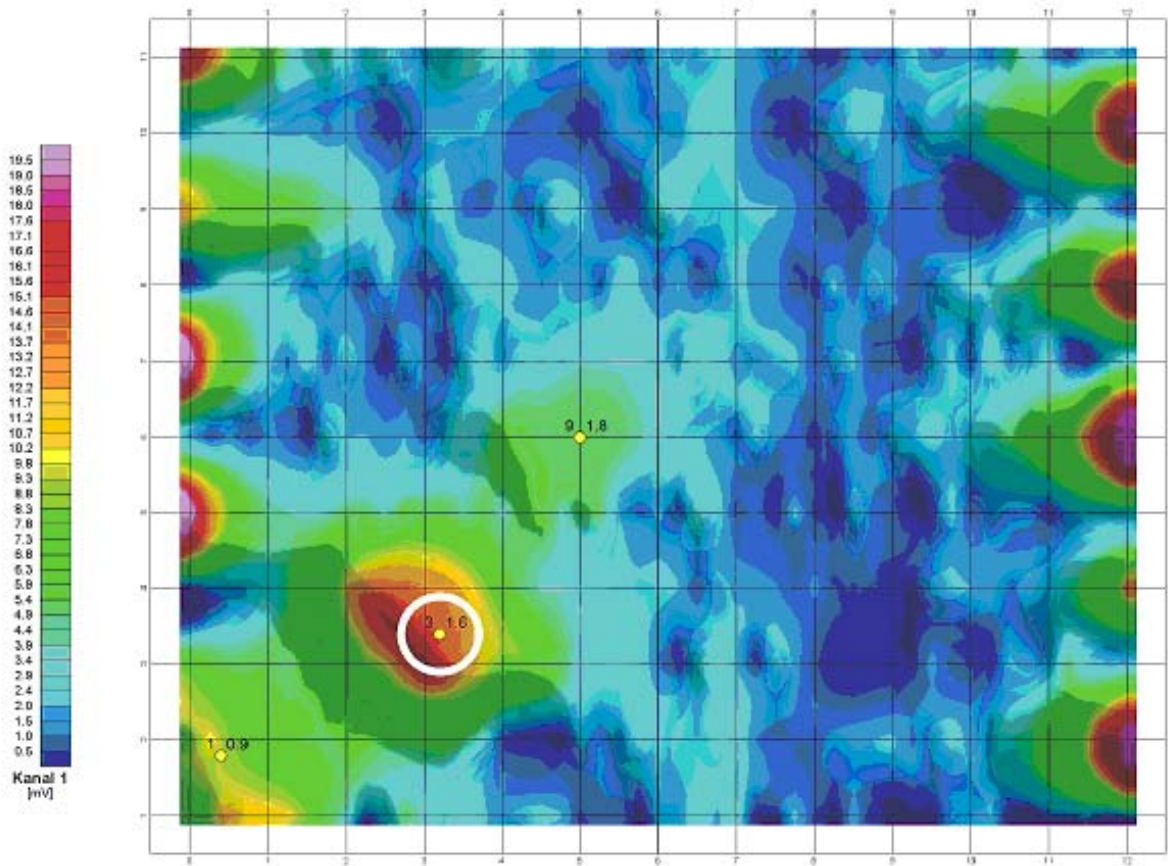


Abb. A-3.1 - 33: EM61: Rohdaten inkl. Auswertung. Bei dem markierten Objekt handelt es sich um eine waagrecht liegende 100 lbs Bombe in 1,5 m Teufe. Erläuterungen im Text.

Tab. A-3.1 - 6: Targetliste zur EM61 Auswertung (Bombe in 1,5 m, liegend)

X	Y	Bottom_grid	EM_Depth	Target_ID	Top_grid
0,4	1,8	6,5	0,9	1	9,1
3,2	3,4	8,4	1,6	3	14,1
5	6	3,4	1,8	9	5,9

Aus Vergleichsgründen wurde die Bombe nach der Bergung noch einmal in 1,5 m Teufe, jedoch um 45° gekippt, in den Boden eingebracht. Danach wurde erneut eine Messung mit dem EM61 durchgeführt und eine automatische Identifizierung der Targets vorgenommen. Auch hier tritt nur eine Anomalie mit relevanten Werten auf, deren Zentrum der Lage der Bombe entspricht. Die Teufenbestimmung ergibt 1,2 m. Im Vergleich zur waagrecht liegenden Bombe erzeugt die gekippt liegende Bombe ein höheres (stärkeres) Signal.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz eines tiefeindringenden Metalldetektors (Großschleife nach dem Pulsinduktionsverfahren) zur Blindgängersuche sehr gut geeignet ist. Die Genauigkeit der Tiefenbestimmung aus den EM61-Daten mit 1,6 m bzw. 1,2 m ist hier ebenfalls gut. Da das Messsystem unempfindlich gegen den Störeinfluss kleiner oberflächennaher Metallobjekte ist, ergibt sich ein im Gegensatz zur Magnetik klareres und eindeutigeres Anomalienbild. Die Zahl der gefundenen Targets wurde zusätzlich dadurch begrenzt, dass nur Anomalien von relevanter Stärke berücksichtigt wurden. Das EM61 besitzt eine sehr hohe Dynamik bei der Messdatenerfassung. Es ist speziell für die Detektion von metallischen Objekten in 0,5 m bis 2,5 m Tiefe konzipiert.

### Ortung von Splitterbomben in der Erdbedeckung von Bunkern

Auf einem Militärgelände befindet sich ein Munitionsbunker, der nach seiner Fertigstellung mit Erde bedeckt wurde. In den oberen 0,3 m der ca. 1 m mächtigen Erdbedeckung können sich Kampfmittel befinden. Dabei handelt es sich überwiegend um Splitterbomben vom Typ SD 1 (1 kg). Vereinzelt können auch Bomben vom Typ SD 2 (2 kg) auftreten.

Mit Hilfe von geophysikalischen Messungen sollte eine Lokalisierung der Splitterbomben erfolgen. Abb. A-3.1 - 34 zeigt die Untersuchungsfläche mit einer Größe von ca. 360 m<sup>2</sup>, in dessen Zentrum sich der ehemalige Munitionsbunker befindet. Die Stahlbewehrung des Bunkers sowie dessen unterirdische Blitzschutzanlagen machen eine Ortung der Kampfmittel mit herkömmlichen Metallsuchgeräten unmöglich.



Abb. A-3.1 - 34: Untersuchungsgelände, Bereich des ehemaligen Munitionsbunkers (Foto: Krummel)

Zum Einsatz kam eine flächenhafte digitale magnetische und elektromagnetische Aufnahme des Geländes mit einem Fluxgatemagnetometer vom Typ FM36 der Firma Geoscan Research (Gradiometer) und einem EM61-HH-MK2 der Firma Geonics (Metallsuchgerät auf der Basis des Pulsinduktionsverfahrens).

Das EM61-HH-MK2 ist so konzipiert, dass es eine hohe Sensitivität für kleine Metallobjekte in geringen Tiefen besitzt. Die Daten werden von einer Empfängerspule in vier Zeitfenstern nach dem Abschalten des Sendepulses aufgenommen. Die Information von vier Zeitfenstern ermöglicht eine Unterscheidung der Metallobjekte nach ihrer Größe. Die frühen Zeitfenster orten sowohl kleine und große Objekte, während die späteren Zeitfenster nur größere Objekte anzeigen.

Das EM61-HH-MK2 kann in Verbindung mit einem Odometer (Wegmesser) benutzt werden, das in einer Wagenachse montiert ist und eine Triggerung des Datenloggers alle 0.1 m oder 0.2 m ermöglicht.

Die Messungen erfolgten auf einem flächenhaften Raster mit einem Messpunktabstand von 0.1 m und einem Profillinienabstand von 0.25 m. Die Triggerung des Datenloggers erfolgte durch das Odometer. Bei Hindernissen wie Bäumen bzw. den Lüftungsschächten wurde eine Messlücke eingefügt.

Die Auswertung der Magnetik ergab keine brauchbaren Ergebnisse. Aufgrund der Stahlbewehrung und des unterirdischen Blitzschutzsystems ist das Anomalienbild sehr unruhig und daher nicht interpretierbar.

Die Ergebnisse der EM-Kartierung (Abb. A-3.1 - 35) zeigen deutliche symmetrische Strukturen, die auf das Bunkergebäude selbst und das dazugehörige unterirdische Blitzableitersystem zurückzuführen sind. So läuft rings um den Bunker am Rande der Untersuchungsfläche ein unterirdisches Metallband, das mit den Blitzableitern der Entlüftungsschächte „sternförmig“ verbunden ist.

Im Weiteren treten singuläre Anomalien auf, die als kritische Punkte für mögliche Kampfmittel anzusehen sind. Zur Auswertung wurden die aufgenommenen Einzelspuren auf typische Anomalieverläufe hin untersucht und ihre Lokation in die flächenhafte Darstellung projiziert. Durch den Vergleich der Messergebnisse der Einzelspuren mit der flächenhaften Anomaliendarstellung wurden Verdachtspunkte festgelegt und im Gelände markiert. In Abb. A-3.1 - 35 sind diese in ihrer Lage auf der Untersuchungsfläche markiert. Bei der anschließenden Aufgrabung und Überprüfung der Punkte wurden 6 Splitterbomben vom Typ SD1 gefunden (Abb. A-3.1 - 36).

Insgesamt kann festgehalten werden, dass die Vermessung mit dem EM61-HH-MK2 klare Resultate über die Lage von oberflächennahen metallischen Objekten im Untergrund bringt und eine relativ einfache Ansprache von möglichen Kampfmitteln im Untergrund ermöglicht.

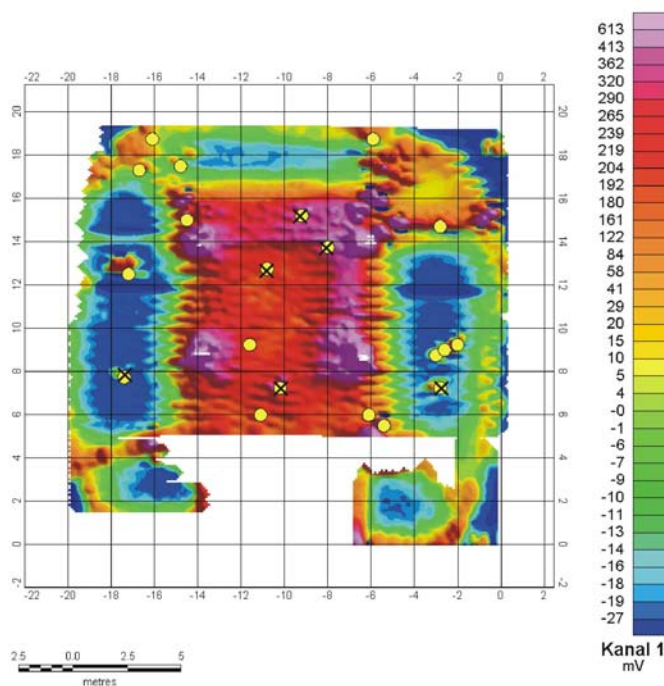


Abb. A-3.1 - 35: Ergebnis der elektromagnetischen Kartierung der Untersuchungsfläche Munitionsbunker (vgl. Abb. A-3.1 - 34) mit Interpretation der Verdachtsstellen (gelbe Punkte) auf Kampfmittel. Fundstellen von Splitterbomben (Typ SD1) sind mit einem zusätzlichen schwarzen Kreuz markiert.



Abb. A-3.1 - 36: Markierung einer Verdachtsstelle im Gelände auf Basis der elektromagnetischen Kartierung aus Abb. A-3.1 - 35, geborgenes Fundobjekt (SD1) (Fotos: Krummel).

### Flächenhafte Kartierung eines Flugfeldes

Auf einem Flugfeld wurden zufällig Einzelfunde von Kampfmitteln gemacht. Hieraus resultierte die systematische Untersuchung des gesamten Flugfeldes. Eine flächenhafte magnetische Kartierung zeigte, dass die geologische Beschaffenheit des Untergrundes die magnetischen Messungen stark störte. Daher wurden ergänzend auf verschiedenen Teilstücken elektromagnetische Kartierungen durchgeführt.

Zum Einsatz kam das System UPEX 754 PA der Firma Ebinger Prüf- und Ortungstechnik GmbH. Dabei handelt es sich um eine Großschleife, die nach dem Pulsinduktionsverfahren arbeitet und zwei Zeitkanäle auswertet.

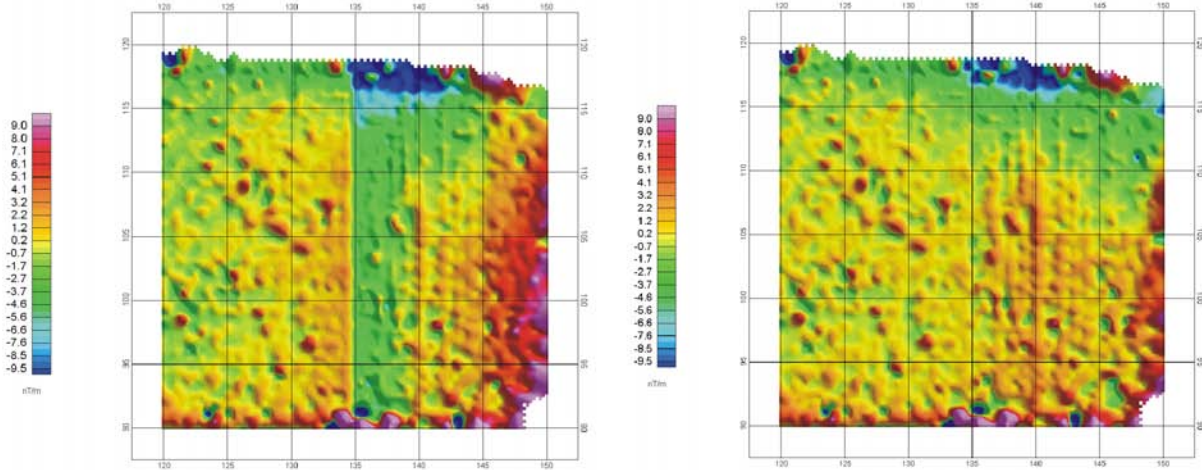


Abb. A-3.1 – 37 Messergebnis einer flächenhaften magnetischen Kartierung

Abb. A-3.1 - 37 zeigt das Messergebnis auf einer ca. 55 m x 60 m großen Fläche. Die geologisch verursachten magnetischen Strukturen des Bodens haben keinen dominierenden Einfluss auf die Messungen. Alle erkennbaren Signaturen erwiesen sich bei der Öffnung als gültiger Indikator für das Vorhandensein metallischer Teile.

## 8 Hersteller und Gerätebezeichnungen (Auswahl) (alphabetisch geordnet)

### Geosoft

Software Oasis montaj, UX-detect zur Teufenbestimmung aus EM61-Daten

### Geonics Ltd.

EM61-HH-MK2	PI	Mehrkanalsystem
EM61-MK2	PI	Großschleife, Mehrkanalsystem

### GF Instruments, s.r.o. Geophysical Equipment and Services, Brno, Tschechien

TM-93	
TM-D	Großschleife



**Ebinger Prüf- und Ortungstechnik GmbH, Köln**

EB 410	D	
EB 420	PI/D	
EB 505	D	
UPEX 740	PI	Großschleife
UPEX 745	PI	Großschleife, Mehrkanalsystem
UPEX 750	PI	Großschleife, fahrbar
UWEX 722	PI	

**Institut Dr. Förster GmbH & Co. KG, Reutlingen**

METEX 4.125	D	
MINEX 2FD 4.400	Z	
MINEX 2000 P	PI	
MINEX 2FD 4.500	Z	

**MIT GmbH Magnetic Imaging Tools, Dresden**

MIT Explorer	PI	Mehrfachgerät
--------------	----	---------------

**Schiebel Elektronische Geraete GmbH, Wien**

AN-19/2	PI	
MIMID	PI	
VAMIDS	PI	Mehrfachgerät, fahrzeuggestützt

**Vallon GmbH, Eningen**

ML 1612 B	D	
ML 1614 A	D	
ML 1614 B	PI	
ML 1614 C	PI	
ML 1620 B	PI	
ML 1621	PI	Großschleife, fahrzeuggestützt
ML 1630	PI	
VMX2	PI	Großschleife
VMH1	PI	

## Abkürzungen:

D:	D(ämpfungungsverfahren)
PI:	P(uls)I(nduktionsverfahren)
Z:	Z(weifrequenzverfahren)



## A-3.1.4 Georadar

### 1 Grundlagen

Die folgende Darstellung richtet sich in wesentlichen Teilen nach Knödel et al., 1997 und wurde für die speziellen Belange der Kampfmittelsuche ergänzt.

Das Georadar oder Bodenradar ist ein elektromagnetisches Impulsreflexionsverfahren (EMR), das auf ähnlichen Grundlagen wie die Reflexionsseismik und die Entfernungsmessung mit Sonar und Radar beruht.

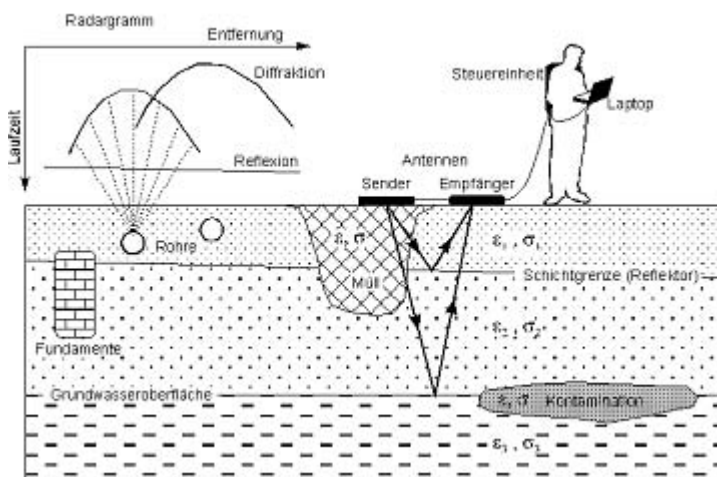


Abb. A-3.1 - 38: Prinzipschema des Georadars (aus Knödel et al., 1997)

Es nutzt kurze elektromagnetische Impulse, die von der Oberfläche in den Untergrund abgestrahlt und nach der Reflexion an Schichtgrenzen und Objekten oder der Streuung an Einlagerungen wieder empfangen werden. Dabei werden die Laufzeiten und Amplituden der elektrischen Feldstärke dieser Impulse aufgezeichnet.

Reflexionen und Diffraktionen elektromagnetischer Wellen entstehen, wenn im Untergrund stärkere Kontraste in den elektrischen Materialeigenschaften auftreten. Dies betrifft Änderungen der Dielektrizitätskonstanten und der Leitfähigkeit. Die Dielektrizitätskonstante bestimmt die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Radarwellen im Untergrund; die Leitfähigkeit die Dämpfung der Radarsignale.

Das Sende- und Empfangssignal wird durch breitbandige Dipolantennen abgestrahlt und empfangen. Die Arbeitsfrequenzen liegen bei geologischen und ingenieurtechnischen Aufgaben etwa im Bereich von 40 – 1200 MHz, für Materialprüfungen auch darüber. Die Ankopplung geschieht durch eine starke Änderung der Richtwirkung bei Auflegen oder der Annäherung der Antennen an den Boden. Eine hohe Pulsfolge der Sendesignale ermöglicht quasi kontinuierliche profilhafte Messungen mit bewegter Antennenanordnung (Abb. 1). Dabei sind Leistungen bis zu mehreren Kilometern pro Messtag möglich.

Der Vorteil des Verfahrens liegt bei geeigneten Untergrundverhältnissen in der zerstörungsfreien Anwendung mit einer sehr hohen horizontalen und vertikalen Auflösung sowie der Möglichkeit, die Messergebnisse in Echtzeit auf einem Monitor oder Profilschreiber als Radargramm darzustellen. In vielen Fällen ist bereits im Gelände eine vorläufige Interpretation und Aussage zur Aufgabenstellung möglich.

Die Arbeitsfrequenz, die meist als Mittenfrequenz  $f_m$  eines durch die impulsförmige Anregung erzeugten breitbandigen Signalspektrums angegeben wird, lässt sich je nach der Aufgabenstellung und den Eigenschaften des Untergrundes in weiten Grenzen wählen. Wegen der kürzeren Wellenlängen besitzen hochfrequente Messungen ein höheres Auflösungsvermögen. Die stärkere Beeinträchtigung höherfrequenter Signale durch Absorption und Streuung führt jedoch zu einer entsprechenden Verringerung der Erkundungstiefe.

## 2 Einsatzbereiche von Georadar

Georadar-Messungen lassen sich vor allem bei hochohmigem Untergrund wie trockenen Sanden mit geringem Tonanteil oder Festgestein erfolgreich einsetzen. Das Verfahren versagt, wenn an der Oberfläche gut leitende Substrate (feuchte Tone und Schluffe, Wässer mit Salzfracht, eisenhaltige Schlacken u.ä.) vorkommen.

Häufige Anwendungen von Georadar sind die Ortung von Rohrleitungen, Kabeln und anthropogenen Einlagerungen (z.B. Fässer, Fundamente etc.), Ortung von Hohlräumen, Straßenzustandserfassung (Asphaltstärke, Unterbau) und Bauwerksuntersuchungen (Risse, Armierung).

In der Kampfmittelbeseitigung kommt das Verfahren zur Zeit selten zur Anwendung. Dies liegt zum einen daran, dass mit den eingeführten passiven und aktiven Verfahren (Magnetik und Elektromagnetik) bereits gute Resultate erzielt werden, zum anderen setzt der Umgang mit Georadar intensive Erfahrungen mit der Auswertung der Radargramme voraus. Ebenso kann die Eindringtiefe auch auf kurzen Profilen stark in Abhängigkeit von den örtlichen geologischen Verhältnissen schwanken, so dass die Erfolgsaussichten im Gelände schwer einschätzbar sind.

Vorteile des Georadarverfahrens sind die hohe Genauigkeit bei der lateralen und vertikalen Lokalisierung von Störkörpern, die Möglichkeit eines Einsatzes auch auf versiegelten Flächen sowie der große Messfortschritt und der geringe Personalbedarf. Ein weiterer wichtiger Vorteil des Georadars besteht darin, dass damit grundsätzlich die Möglichkeit besteht, auch Störkörper mit geringem bzw. fehlendem Metallanteil zu orten.

Neuere Entwicklungen zielen auf den Einsatz mehrerer Radargeräte mit unterschiedlichen Frequenzen bzw. den Zusammenschluss mehrerer Geräte zu einem Array ab. Diese Systeme sind vielfach fahrzeuggestützt. Damit sollen der Messfortschritt weiter erhöht und die Detektionswahrscheinlichkeit auch von nichtmetallischen Störkörpern gesteigert werden. Hier besteht zur Zeit ein hoher Forschungs- und Entwicklungsbedarf. Es ist geplant, diese Systeme insbesondere zur Ortung von AP-Minen (Anti-Personen Minen) einzusetzen (Stichwort „humanitarian demining“).

### 3 Messgeräte

Eine Radar-Apparatur besteht aus folgenden Komponenten:

- Impulsgenerator,
- Sende-Antenne zur Abstrahlung des hochfrequenten elektromagnetischen Impulses (Mittelfrequenzen je nach Einsatzbereich: 40 - 1200 MHz),
- Empfangs-Antenne zum Aufnehmen der direkten und reflektierten Impulse,
- Empfangssystem, das die Impulse umsetzt, speichert und darstellt.

Die Zeitfenster für Georadar-Messungen reichen von einigen 10 ns (Meterbereich) bis 1000 ns (Zehner-Meterbereich). Die Messungen erfolgen je nach Messfrequenz mit Samplingintervallen teilweise im Subnanosekundenbereich mit hoher Dynamik analog oder digital.

Die Komponenten können je nach Hersteller sehr unterschiedlich aufgebaut und angeordnet sein, ihre prinzipielle Wirkungsweise ist aber in der Regel gleich.

### 4 Durchführung von Feldmessungen

**Erfolgsaussichten abschätzen:** Vor der Durchführung einer Georadarmessung sind die Erfolgsaussichten abzuschätzen. Dazu gehört, dass folgende Informationen (z.B. durch eine Ortsbesichtigung oder Einsicht in geologische/hydrologische Karten) beschafft und in einem Lageplan protokolliert werden müssen:

- Lage des Grundwasserspiegels,
- Art des Materials der Deckschichten (Sedimenttyp wie z.B. Ton oder Sand),
- Lage von Gebäuden und
- Lage ober- und unterirdischer Leitungen.

Im Weiteren ist die Mittelfrequenz der Radarimpulse und die maximale Eindring-(Erkundungs)-tiefe zu ermitteln.

Zur Abschätzung der Absorption der Radarwellen und damit der maximalen Eindringtiefe können die Ergebnisse von geoelektrischen Tiefensondierungen herangezogen werden, um die Größenordnung der elektrischen Leitfähigkeit der Gesteine am Untersuchungsort zu ermitteln. Aussichtslos sind Messungen auf feuchten Tonen. Schlackeschichten auf oder unter Wegen und Plätzen können ebenfalls abschirmend wirken.

**Durchführung einer Testmessung:** Auf einem für das Messgebiet typischen Profilabschnitt mit möglichst bekannten Verhältnissen im Untergrund sollte eine Testmessung durchgeführt werden. Die Testmessung soll zeigen, ob sich das Erkundungsobjekt (z.B. Blindgänger) mit den gewählten Parametern für das Georadar erfassen lässt.

**Messpunktabstand:** Abhängig von der Aufgabenstellung und dem gewünschten Messfortschritt. Bei Antennen, die kontinuierlich über die Erkundungsfläche gezogen werden können, ist der Messpunktabstand abhängig von der Lauf- bzw. Fahrgeschwindigkeit.

**Profilabstand:** Abhängig von der Größe der zu untersuchenden Strukturen. Für flächige Übersichtsmessungen gilt: Ca. eine Wellenlänge der verwendeten Mittenfrequenz  $f_m$  wählen.

Beispiel:  $f_m = 250 \text{ MHz}$ , Material: trockener Sand ( $v = 0,15 \text{ m/ns}$ )  
 $\Rightarrow \lambda = v/f = 0,15 / (10^{-9} \times 250 \times 10^6) \text{ m} = 0,60 \text{ m}$

**Abstand der Sende- und Empfangsantenne:** Bei Systemen mit einer getrennten Sende- und Empfangsantenne sollte der Abstand der beiden Antennen ein Viertel bis ein Fünftel der erwarteten Reflektor- und Diffraktortiefe betragen.

## 5 Messergebnisse

Radargramme zeigen häufig durch die Vielzahl von Diffraktionshyperbeln ein kompliziertes Bild, dessen Interpretation große Erfahrung voraussetzt (Abb. 2). Meist wird aus der Lage des Scheitelpunktes der Hyperbel direkt auf die Lage des Diffraktionszentrums geschlossen (z. B. bei der Leitungs- aber auch Blindgängerortung).

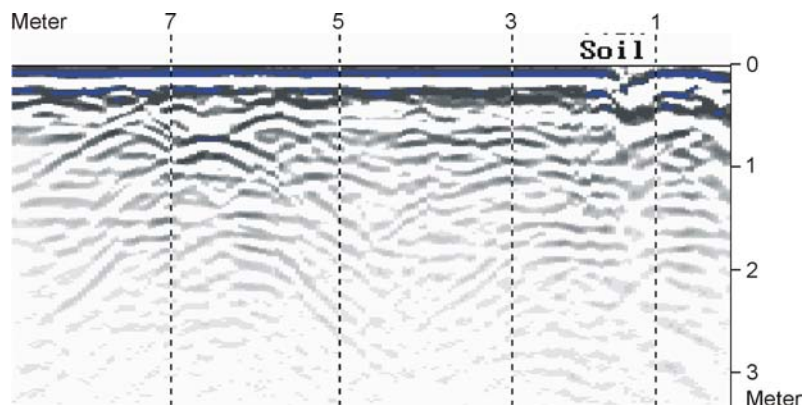


Abb. A-3.1 - 39: Typisches Radargramm mit einer Vielzahl von Diffraktionshyperbeln, die auf lokale Störkörper im Untergrund schließen lassen. Die Daten wurden mit einer 250 MHz-Antenne aufgenommen (geoFact GmbH).

Die Daten profilhafter Messungen werden aufgrund der hohen Messpunktdichte oft als Graustufen- oder Rasterplots komprimiert dargestellt (Abb. 2). Zur Ergebniszuordnung sind ein Laufzeit- und ein Wegmaßstab sowie die Angabe des zeitlichen Nullpunktes, des Antennenoffsets, der Geschwindigkeits-Tiefenfunktion und/oder ein daraus abgeleiteter Tiefenmaßstab erforderlich. Die Ansprache von Horizonten und Objekten ist gut zu begründen.

Um die Interpretation von Radargrammen zu erleichtern, stehen eine Vielzahl von Datenbearbeitungsschritten (Filterung, Dekonvolution, Migration, etc.) zur Verfügung. Die Interpretation von Radarmessungen kann durch Modellrechnungen begleitet und überprüft werden.

## 6 Beispiel

Zur Erkennung und Unterscheidung von Objekten, die mindestens in einer Dimension kleiner oder vergleichbar zur Wellenlänge der eingesetzten Radarwellen sind, werden meist Diffraktionen genutzt. Diese Randbedingung ist bei der Ortung von Kampfmitteln fast immer zutreffend. Da die Krümmung der Hyperbeln sowie die Amplituden und Phasen stark von der Messgeometrie abhängen, ist die Auswertung insbesondere bei inhomogener Umgebung nicht trivial und erfordert große Erfahrung.

Das folgende Beispiel (Abb. 3, K. A. Tauber Spezialbau GmbH & Co KG) zeigt eine Georadarmessung, die zur Überprüfung einer magnetischen Anomalie diente. Das Objekt wurde in ca. 2,5 m Tiefe unter einem Kellerfundament vermutet. Es wurde eine 200 MHz-Antenne mit einer Reichweite von ca. 3 m eingesetzt. Die minimale Auflösung der Antenne beträgt ca. 0,05 m in 0,50 m Tiefe und 0,50 m in 2 m Tiefe. Zur Ortung des Objektes wurden 3 parallele Profile in Längs- und 3 Profile in Querrichtung gemessen. Der Profilabstand betrug 0,50 m.

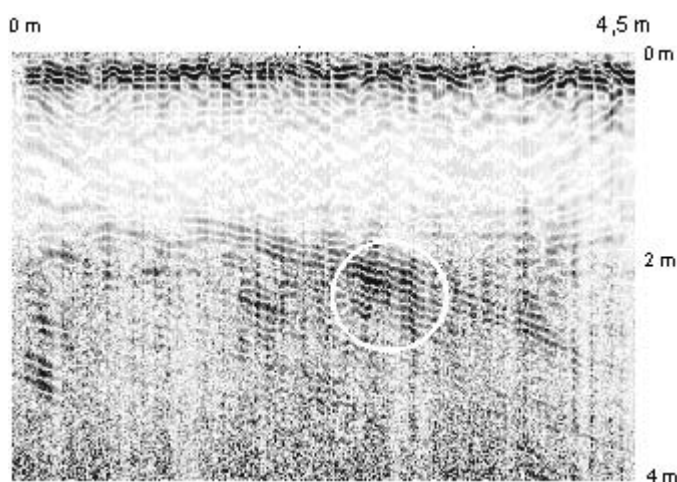


Abb. A-3.1 - 40: Ortung einer Fliegerbombe mit Georadar. Der eingekreiste Bereich zeigt die Reflexionen einer Fliegerbombe in ca. 1,80 m Tiefe. Erläuterungen im Text (K. A. Tauber Spezialbau GmbH & Co KG).

Es wurde ein Objekt in ca. 1,80 m Tiefe (Objektoberkante) geortet. Die Auflösung in Längsrichtung lässt eine Länge von 1,50 m vermuten. Die Auflösung in Querrichtung ist sehr schlecht. Daraus ist zu schließen, dass das Objekt im Grenzbereich von 0,50 m Ausdehnung liegt. Bei der anschließenden Bergung des Objektes wurde eine 250 kg Bombe gefunden.

**7 Hersteller- und Gerätebezeichnungen (Auswahl)  
(alphabetisch geordnet)**

**Geophysical Survey Systems, Inc. (GSSI), USA**

SIR Family

**IDS Ingegneria Dei Sistemi S.p.A., Italien**

RIS Georadar

**MALÅ Geoscience, Schweden**

RAMAC/GPR

**RadarSystems Inc., Lettland**

Zond-12c

**Sensors & Software, Kanada**

NOGGIN Family

PulsEkko



## A-3.1.5 Detektion metallfreier Störkörper

### 1 Einleitung

Die Detektion metallfreier Störkörper ist bei der klassischen Kampfmittelbeseitigung in Deutschland eine eher seltene Aufgabenstellung. Sie ist jedoch erforderlich, wenn z.B. entsprechende Riegel- oder Glasminen auf einer Untersuchungsfläche auftreten oder vermutet werden.

Das Aufsuchen von metallfreien Störkörpern stellt eine äußerst schwierige Detektionsaufgabe dar. Die zur Zeit vorhandenen Verfahren befinden sich fast alle noch im Entwicklungs- und Erprobungsstadium und werden daher nur in Ausnahmefällen eingesetzt. Die größten Impulse zur Entwicklung von Detektionssystemen für metallfreie Störkörper kommen aus der Minensuche.

Daher werden im Folgenden kurz die technischen/physikalischen Grundlagen für die Minensuche dargelegt.

Weltweit sind mindestens ca. 100 Millionen Minen verlegt worden. Es gibt etwa 700 verschiedene Minentypen, die sich in ihren Materialeigenschaften zum Teil erheblich unterscheiden.

Weil der Metalldetektor als Standardsuchgerät für die Minendetektion eingesetzt wird, wurde der Metallgehalt der Minen systematisch verringert. Solch extrem metallarme Minen sind mit dieser Technik dann nicht mehr zu orten.

Weitere Schwierigkeiten für die Detektion bereitet die Abdeckung, durch welche die Mine verborgen ist. Lehm oder Boden mit hohem Laterisierungsgrad und Böden, in denen Basaltsteine enthalten sind, bereiten einigen Sensoren Probleme. Schwieriges Gelände bzw. starke Vegetation verkomplizieren die Minensuche zusätzlich.

Aufgrund dieser Situation wird eine einzelne Methode nicht als universelle Problemlösung zur Minensuche ausreichen. Vielmehr muss eine ganze Palette von Detektionsgeräten entwickelt werden, aus der je nach der Situation vor Ort ausgewählt werden muss. Vielversprechend erscheint es, unterschiedliche Sensoren in Multi-Sensorgeräten zu kombinieren. Dazu existieren bereits eine ganze Reihe von technischen Realisierungen, die allerdings überwiegend zu rein militärischen Zwecken eingesetzt werden.

Generell lassen sich unter den zum Detektieren von Landminen geeigneten Sensoren folgende zwei Gruppen unterscheiden (siehe auch: Ehlers et al., 1998; Bruschini and Gros, 1997):

- Materialabhängige Sensoren,
- Bilderzeugende Sensoren.

Um Minen erfolgreich erkennen zu können, ist es erforderlich, die Parameter, nach denen gesucht werden soll, genau festzulegen. Dafür ist eine Klassifizierung der Materialeigenschaften der unterschiedlichen Minentypen erforderlich.

#### Parameter I

- Art (Anti-Personen- oder Anti-Panzermine)
- Elektronik (falls vorhanden)
- Gehäusematerial

- Sprengstoff
- Verlegemuster
- Zünder.

#### Parameter II

Minen können sich von ihrer Umgebung unterscheiden durch:

- Geometrische Form
- Material
- Leitfähigkeit
- Temperatur.

## 2 Materialabhängige Sensoren

Bei materialabhängigen Sensoren unterscheidet man generell:

- Passive magnetische Detektion (siehe A-3.1.6)
- Aktive Metaldetektion (siehe A-3.1.7)
- Chemo-elektrische Detektoren, Massenspektrometer, Gaschromatographen usw.
- Biosensoren, d.h. Trainieren von Tieren.

Bei den Nukleardetektionsverfahren mit Rückstreuverfahren werden folgende Techniken unterschieden.

- Thermische-Neutron-Aktivierung (TNA)  
Bei der TNA wird mittels Neutronenbeschuss der Stickstoff im Sprengstoff aktiviert, wodurch eine spezifische Gamma-Strahlung emittiert wird, die dann gemessen werden kann. Es besteht Strahlungsgefahr.
- Röntgenstrahl-Aktivierung  
Ähnlich wie bei der Thermischen-Neutron-Aktivierung. Die max. Eindringtiefe liegt bei 10 – 15 cm. Es besteht Strahlungsgefahr.
- Schnelle-Neutronen-Aktivierung  
Dabei werden schnelle Neutronen durch die Wasserstoffatome im Sprengstoffmaterial zu thermischen Neutronen abgebremst. Diese langsamen zurückgestreuten Neutronen werden gemessen. Das System arbeitet gut, aber nur bei trockenen Böden ohne Feuchtigkeit. Die Eindringtiefe liegt bei ca. 20 cm. Es besteht eine sehr hohe Strahlungsgefahr.
- Kernquadrupol-Resonanz (NQR)  
Mit der Kernquadrupol-Resonanz wird der in fast allen Sprengstoffen vorhandene Stickstoff detektiert. Der Sprengstoff Trinitrotoluol (TNT) stellt allerdings aufgrund des kleinen Signals ein besonderes Problem für die NQR-Detektion dar. Die Eindringtiefe liegt bei ca. 30 cm.

### 3 Bilderzeugende Sensoren

Hier unterscheidet man:

- **Passives Video (Normal-Video)**  
Mit Video können Gegenstände, die sich auf dem Erdboden befinden, erfasst werden. Einschränkungen gibt es bei Regen, Nebel, Dunkelheit und dichter Vegetation.
- **Passives Infrarot (Thermographie)**  
Minen speichern oder geben Wärme anders ab als ihre Umgebung. Bei natürlichen Temperaturschwankungen ist es daher möglich, mit IR-Kameras den thermischen Kontrast zwischen dem Boden über einer verdeckten Mine und dem Boden um die Mine herum aufzuzeichnen. Wenn dieser Temperaturkontrast nur durch die eingegrabene Mine verursacht wird, spricht man vom *Volumeneffekt*. Durch Bodenumlagerungen (Auflockerung oder Verfestigung) beim Eingraben der Mine kann ebenfalls ein Temperaturkontrast zur Umgebung zustande kommen. In diesem Fall spricht man vom *Oberflächeneffekt*. Dieser Effekt kann für einige Zeit (bis zu einigen Wochen) gemessen werden. Bei tief vergrabenen Minen und schlechtem Wetter führt die Methode nicht zum Erfolg.
- **Aktives Infrarot (Erhitzen durch Laser/Radar/Halogen)**  
Durch Erhitzung treten Dämpfe von Sprengstoff aus der Mine in die Luft aus, die dann detektiert werden können.
- **mm-Radar**  
Eignet sich nur für die Detektion von Objekten an der Erdoberfläche mit einer Größenordnung von 1 m x 1 m aus 200 m Höhe bei leichter Vegetation.
- **Georadar oder Bodenradar (Ground Penetrating Radar, GPR, siehe A-3.1.8)**
- **Ultraschall**  
Beim Ultraschall werden Wellen mit einer Frequenz höher als 20 kHz in den Boden abgestrahlt. Dieser Schall wird an den Grenzflächen mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften reflektiert. Ein solches System erreicht seine höchste Eindringtiefe insbesondere bei sehr feuchten Böden (wie z.B. in Reisfeldern) bzw. bei Tonen. Versuche haben gezeigt, dass bei natürlichen Böden das rückgestreute Signal sehr verrauscht ist, so dass eine Detektion von kleinen Objekten sehr schwierig ist.

Die Ausführungen zeigen, dass die Detektion metallfreier Störkörper bei der Kampfmittelsuche noch in der Entwicklung steht. Von den etablierten Verfahren eignet sich noch am ehesten das Georadar, da es eine relativ große Eindringtiefe (bis zu mehreren Metern in Abhängigkeit von der Bodenbeschaffenheit) bei gleichzeitiger guter Auflösung besitzt. Alle anderen Verfahren betreffen die Detektion von metallfreien Störkörpern auf der Bodenoberfläche bis max. 30 cm Bodentiefe und werden vorwiegend für die Minensuche eingesetzt.



### A-3.1.6 Zusammenfassung

Der Einsatz von geophysikalischen Verfahren zur Ortung von Kampfmitteln ist zur Gefahrenerforschung unverzichtbar. Hierbei wird zwischen sogenannten passiven und aktiven Verfahren unterschieden. In einer Grundlagenermittlung sind zur Auswahl der geeigneten Verfahren entscheidende Randbedingungen wie Art der vermuteten Kampfmittel und Beschaffenheit der Fundumgebung zu klären.

Als Vorgehensweise zur Kampfmittelsuche sollte bei großen Flächen zunächst ein Methodentest auf einem für das Gelände typischen Areal erfolgen. Danach erfolgt eine Übersichtsmessung, um die Belastung der Fläche abzuschätzen. Anhand dieser Ergebnisse können die (Teil-)Bereiche festgelegt werden, bei denen weitere geophysikalische Erkundungen notwendig und geeignet sind.

Sind Teilflächen stark belastet, lassen sich jedoch Einzelanomalien trennen, ist eine Flächensondierung ohne Datenaufnahme („Mag and Flag“) zweckmäßig. Bei einer unklaren, unruhigen Anomalienverteilung, wie sie z.B. durch eine Auffüllung mit Bauschutt hervorgerufen wird, ist eine geophysikalische Ortung von Kampfmitteln in der Regel aussichtslos, wenn die Auffüllung vorher nicht abgetragen wird.

Sind vereinzelt Störkörper auf einer Fläche zu erwarten, sollte eine flächenhafte Sondierung mit computergestützter Datenaufnahme und Datenauswertung erfolgen. Dies gilt insbesondere bei der Suche nach Bombenblindgängern. Dabei wird zunächst die Fläche mit einer entsprechenden Sensorik abgemessen und nach der Auswertung der Daten mögliche Verdachtspunkte im Gelände markiert. Durch die digitale Erfassung der Messwerte wird zusätzlich die Möglichkeit einer Modellierung der gefundenen Anomalien in Hinblick auf Tiefe, Lage und Gewicht des Störkörpers ermöglicht. Heutige kommerziell auf dem Markt befindliche Programme zur Datenauswertung bieten diese Möglichkeit in der Regel an.

Die Erfassung großer Flächen kann auch fahrzeuggestützt erfolgen, wobei Mehrkanalsysteme zum Einsatz kommen. Zur Positionierung wird DGPS genutzt. Damit wird eine exakte Zuordnung der Messdaten zu den Ortskoordinaten im Gelände gewährleistet.

Für kleinere Flächen lohnt sich der Einsatz von fahrzeuggestützten Systemen inkl. einer DGPS-Positionierung i.d.R. nicht. Hier stehen tragbare Einkanal-/Mehrkanalsysteme zur Verfügung. Die Koordinatenzuordnung der Messwerte erfolgt über Maßbänder oder Laufschnüre. Ebenso sind Positionierungssysteme verfügbar, die eine lagegenaue Messwertzuordnung auf lokale Koordinaten mittels Marker während der Messwertaufnahme garantieren.

Die Entscheidung, ob ein passives (Magnetik) oder aktives Verfahren (Elektromagnetik) zur Kampfmittelortung angewendet werden soll, muss im Einzelfall erfolgen. Eine Kombination beider Verfahren ist wünschenswert. Auf jeden Fall ist die Durchführung einer Messung zur Verfahrensoptimierung zu empfehlen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft Multi-Sensor-Verfahren verstärkt zum Einsatz kommen werden, da damit eine weiter verbesserte Störkörperdetektion und -identifikation erreicht werden kann.

Mit modernen Magnetometern und Metalldetektoren sowie der dazugehörigen Auswertesoftware können die gängigen Aufgabenstellungen der Kampfmittelsuche bei Flächenräumungen für Erkundungstiefen bis ca. 3,0 m i. d. R. gelöst werden. Dabei wird vorausgesetzt, dass sich die Verteilung von Kampfmitteln und Munitionsschrott als ferromagnetische Störkörper in der Erde wie folgt darstellt: Unmittelbar im Oberflächenbereich bis ca. 0,6 m befinden sich hauptsächlich kleinkalibrige Kampfmittel und Splitter, dagegen liegen Blindgänger der mittleren und großen Kaliber meist in größeren Tiefen bis ca. 3 m. Die Flächenräumung erfolgt dabei in der Regel in zwei Schritten. Im ersten Schritt werden die oberflächennahen Störkörper geortet und geräumt. Danach können im zweiten Schritt tiefer liegende Objekte lokalisiert werden, da durch die Räumung der oberflächennahen Metallobjekte die Störeinflüsse auf die magnetischen und elektromagnetischen Messungen minimiert werden.

Für Tiefen größer als 3 m ist der Erfolg einer Ortung von der Erdoberfläche aus zum einen von der Objektgröße und dem Objekttyp, zum anderen von der Fundumgebung abhängig. In einem magnetisch ruhigen und metallfreien Umfeld ist eine Ortung wahrscheinlicher. Modellrechnungen können zur Abschätzung der zu erwartenden Messwerte in Abhängigkeit von Gewicht und Tiefe des Störkörpers herangezogen werden. Bei ungünstigen Verhältnissen (tiefliegende Bombenblindgänger, magnetisch gestörte Bodenverhältnisse, etc.) muss eine Sondierung mittels eines Bohrlochfeldes vorgenommen werden.

Georadarmessungen werden in der Kampfmittelortung selten eingesetzt. Die Eindringtiefe der Radarwellen hängt von den örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnissen ab. So können Radarwellen bindige Böden nicht durchdringen. Da bei großen Flächen mit wechselnden Bodenverhältnissen gerechnet werden muss, ist der Erfolg einer Georadarmessung nicht einschätzbar. Auf kleineren Flächen kann der Einsatz z.B. zur Tiefenbestimmung von Einzelobjekten aber durchaus sinnvoll sein. Dabei können sich Radarmessungen sowohl von der Erdoberfläche als auch vom Bohrloch aus eignen.

## A-3.2 Testfeld

### 1 Vorbemerkungen

Testfelder sind Hauptbestandteil der Phase B (Technische Erkundung). Sie sind Stichproben, mit denen der Verdacht auf eine Kampfmittelbelastung des Untersuchungsgebietes bestätigt oder negiert wird.

Hierzu wird an ausgewählten Flächen das Gelände geophysikalisch erkundet und im Anschluss eine Räumung durchgeführt. Damit wird das tatsächliche Kampfmittelinventar in Qualität und Quantität so bestimmt, dass die Ergebnisse repräsentativ für das Untersuchungsgebiet gelten.

Durch ihren Stichprobencharakter und die spätere Extrapolation der Ergebnisse auf die gesamte Untersuchungsfläche werden besondere Anforderungen an den Planer, die Ausführenden und die Technik gestellt.

### 2 Ziele

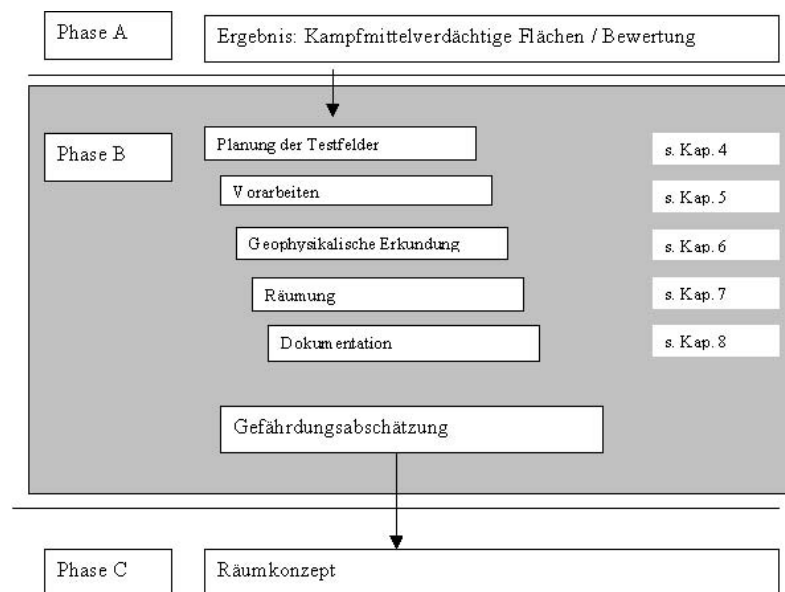
Mit den Testfeldern werden 2 Ziele verfolgt:

1. Ermittlung von Daten für die Gefährdungsabschätzung. (Im Gegensatz zu der Phase C dienen die Testfelder der Gefahrenerkundung und nicht der Gefahrenbeseitigung).
2. Ermittlung der Kampfmittelmengen für eine mögliche spätere Ausschreibung der Kampfmittelräumung innerhalb der Phase C.

### 3 Vorgehensweise

Die Testfeldräumung ist bei kleinen Maßnahmen nicht zweckmäßig. Ihre Bedeutung steigt mit der Größe des Verdachtsgebietes, der Komplexität des vermuteten Kampfmittelinventars und / oder der Belastbarkeit des Kampfmittelverdachtetes.

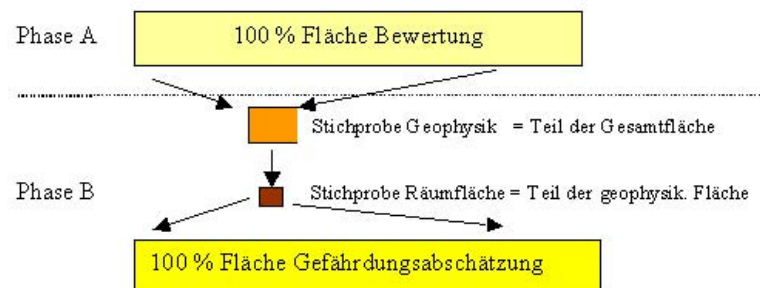
Die grundsätzliche Vorgehensweise verdeutlicht die folgende Abbildung (Abb. A-3.2 - 1):



**Abb. A-3.2 - 1: Vorgehensweise bei der Testfeldräumung**

Grundsätzlich ähneln die Arbeitsschritte zur Testfeldräumung denen der gewerblichen Räumung innerhalb der Phase C. In der Regel handelt es sich hierbei um eine vollflächige punktuelle Räumung.

Die Räumung findet nur auf einem Bruchteil des gesamten Untersuchungsgebietes statt (s. Abb. A-3.2 - 2). Das Räumergebnis wird anschließend auf das Untersuchungsgebiet extrapoliert.



**Abb. A-3.2 - 2: Flächenanteile bei der Einrichtung von Testfeldern (unmaßstäblich)**

Die Testfeldräumung vereint verschiedene ingenieurtechnische und gewerbliche Leistungen der Kampfmittelräumung, die an anderer Stelle der AH KMR bereits beschrieben sind. Im Folgenden wird in der Beschreibung der einzelnen Arbeitsschritte auf diese Anhänge verwiesen.



#### 4 Planung der Testfelder

Eine pauschale Vorgehensweise zur Auswahl der Testfelder ist wegen der großen Anzahl unterschiedlicher Kampfmittelbelastungen in Quantität und Qualität nicht möglich; die Planung erfolgt daher immer einzelfallbezogen unter der Maßgabe, dass die Testfelder in Anzahl, Größe und Lage die Kampfmittelbelastung des Gesamtareals repräsentativ erfassen. Hierbei bilden die Ergebnisse der Phase A und die dort ermittelten Belastungsklassen bzw. Kampfmittelverdachtsflächen (KMVF) die Grundlage (→ A-2.1 Historische Erkundung und A-2.5 Bewertung).

Bei der Planung zur Anzahl und Verteilung der Testfelder sind neben den kampfmittelspezifischen Faktoren die Standortgegebenheiten (z.B. Geologie, Grundwasserverhältnisse) und rechtlichen Rahmenbedingungen (z.B. Naturschutz) mit einzubeziehen bzw. zu berücksichtigen. Weitere Hinweise gibt die TS A-9.1.2 „Kostenwirkungsfaktoren“.

##### Flächenanteile / Anzahl

Der Flächenanteil der Testfelder muss die Belastungssituation des gesamten Untersuchungsgebietes widerspiegeln. Grundsätzlich gilt, je höher die Varianz in der vermuteten Kampfmittelanzahl und -art wird, desto höher muss auch die Anzahl der Stichproben sein.

Bei einem größeren Untersuchungsgebiet ist der Einsatz statistischer Methoden sinnvoll, da hier objektive Aussagen zum Stichprobenumfang und zur Genauigkeit nachvollziehbar durch Rückführbarkeit der Ergebnisse getroffen werden können (→ A-3.4 Statistik).

Eine Aussage über den notwendigen zu untersuchenden Flächenanteil mit Hilfe von Testfeldern ist wegen der Vielzahl von zu berücksichtigenden Faktoren nur mit Einschränkung möglich. Bezogen auf die zu planenden geophysikalischen Untersuchungen sollte bei einer differenzierten und komplexen historischen / gegenwärtigen Nutzung der Flächenanteil zwischen 3% und 5% betragen. Sollte die Historie in der Nutzungsgeschichte Lücken aufweisen, kann im Einzelfall der Anteil aber weitaus höher liegen. Liegt eine bekannte gleichförmige Vornutzung vor, ist der zu untersuchende Flächenanteil geringer und sollte 1% nicht überschreiten.

##### Größe und Form

Die Form der Testfelder ist aus Sicht der Repräsentativität unerheblich. Es können grundsätzlich runde oder mehreckige Felder angelegt werden. In der Praxis haben sich rechteckige Formen bewährt, da z.B. für die geophysikalische Erkundung eine einfache gerade Begehung / Befahrungen mit einer geringen Anzahl von Wendepunkten von Vorteil ist und somit die Messpunktaufnahme erleichtert sowie die Fehlerquelle verringert wird.

Die Testfeldgröße hängt u.a. von Vegetationsgrad und -art sowie der morphologischen Beschaffenheit der Liegenschaft und der zeitlichen Vorgabe für die Leistungserfüllung ab. Werden fahrzeuggestützte geophysikalische Messverfahren eingesetzt, können die Felder größer gewählt werden. Aus dem Gesichtspunkt der Repräsentativität sind aber eher viele kleine Testfelder gegenüber wenigen großen Testfeldern vorzuziehen.

#### Verteilung

Voraussetzung für die Testfeldverteilung im Untersuchungsgebiet ist die vorherige eindeutige Festlegung, wie viele Testfelder pro KMVF / Belastungsklasse unter repräsentativen Gesichtspunkten notwendig sind. Das beinhaltet gleichzeitig auch die Aussage, welcher Flächenanteil beprobt werden muss.

Steht die Anzahl fest, erfolgt die Verteilung innerhalb der KMVF / Belastungsklasse, sofern keine anderen Notwendigkeiten bestehen, nach dem Zufallsprinzip. Hierzu bieten sich Zufallsgeneratoren an (→ A-3.4 Statistik), mit deren Hilfe die Verteilung nach objektiven Gesichtspunkten festgelegt und rückgeführt werden kann.

## 5 Vorarbeiten

Nach Auswahl der Testfelder sind diese durch eine Geländebegehung auf ihre Eignung zu überprüfen. Werden Belange des Naturschutzes, Gewässerschutzes, der Landwirtschaft etc. berührt, sind Vertreter dieser Belange an der Begehung zu beteiligen, um ein einvernehmliches Ergebnis zu erzielen. Sind daraufhin Testfelder zu verlegen oder zu streichen, muss auf Wahrung der Repräsentativität geachtet werden.

*Bei der Begehung ist insbesondere auf den Vegetationsbestand, die Untergrundbeschaffenheit und die Geländeneigung zu achten. Begutachtet werden auch Flächen für die Baustelleneinrichtung, Zufahrten zu den Testfeldern und bei Einsatz von fahrzeuggestützten geophysikalischen Messverfahren der Wendebereich. Weiterhin sind die für die geophysikalischen Verfahren einschränkenden Faktoren zu eruieren (s. A-3.1).*

#### Herstellen der Arbeitssicherheit

Der an der Geländebegehung teilnehmende Befähigungsscheininhaber nach §20 SprengG erteilt die Betretungserlaubnis für die nachfolgenden geophysikalischen Messtrupps, den Forst oder den Vermesser.

Voraussetzung hierfür ist die vorherige visuelle Absuche der Geländeoberfläche, die den Charakter des Räumverfahrens „visuelle Kampfmittelräumung“ (vgl. A-4.1 Räumverfahren) hat. Im Gegensatz zu den dort beschriebenen Anforderungen sind nur die Kampfmittel zu räumen, die eine unmittelbare Gefahr für die nachfolgenden Gewerke darstellen. Kampfmittel anderer Fundklassen sind in jedem Fall im Boden zu belassen, um die Messergebnisse der Testfelduntersuchungen nicht zu verfälschen.

Die geborgenen / vernichteten Kampfmittel sind zu dokumentieren (vgl. A-9.4.10 Dokumentation Phase C).

#### Freischnitt

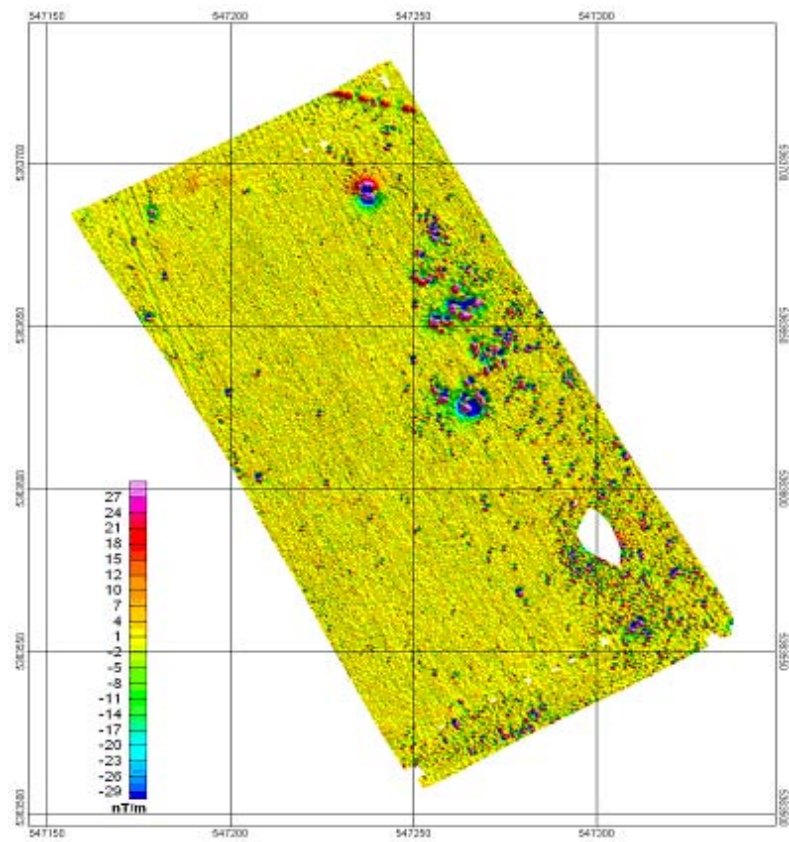
Vor der geophysikalischen Messung bzw. für andere Gewerke sind die Testflächen für die Begehbarkeit und Sondierbarkeit freizuschneiden bzw. freizumähen. Dies betrifft das Mähen der Sukzession im Freiland, das Entasten der Bäume sowie Entfernen der Verjüngung und des Totholzes im Wald. Für die geophysikalischen Untersuchungen ist die Bewuchshöhe auf 10 - 20 cm zurückzuschneiden, für die Begehbarkeit und Sondierbarkeit im Wald wird in der Regel eine Entastung bis 2,00 m Höhe vorgenommen.

## **6 Geophysikalische Erkundung**

Die Untersuchung der Testfelder mit geophysikalischen Methoden ist eine kostengünstige Methode zur ersten technischen Untergrunderkundung bzgl. eines möglichen Kampfmittelinventars (→ A-3.1 Geophysik). Dabei werden über das ganze Testfeld je nach eingesetztem Verfahren bspw. magnetisch wirksame Störkörper detektiert. Eine Klärung, ob es sich hierbei um Kampfmittel oder Schrott handelt, ist dagegen nicht zweifelsfrei möglich. Dies ist der kostenintensiveren Räumung vorbehalten.

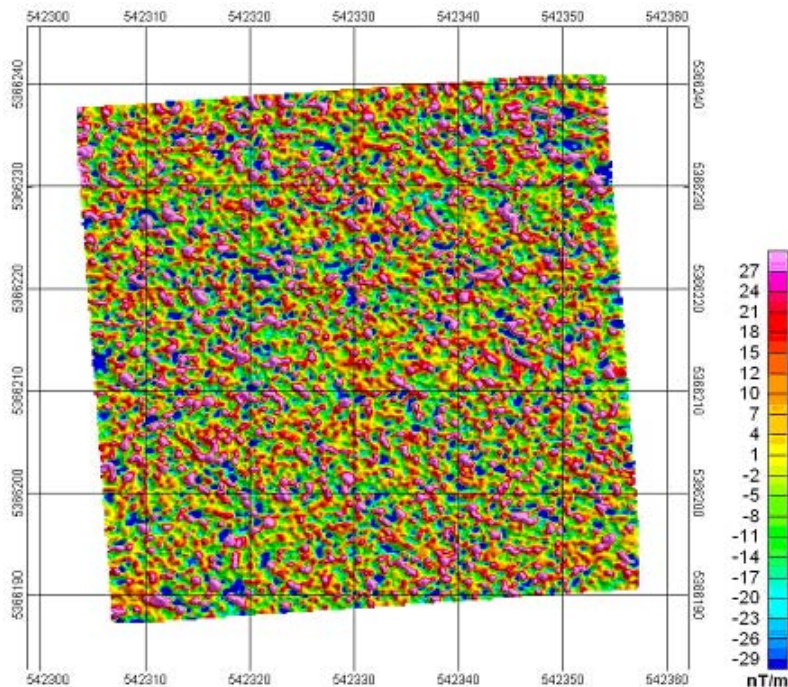
Die geophysikalischen Untersuchungen sind unverzichtbare Grundlage für die zielgerichtete Auswahl der Räumflächen innerhalb des Testfeldes und die punktuelle Bergung von Störkörpern. An die Untersuchungen werden daher besondere Anforderungen hinsichtlich der Auswahl des Verfahrens, der Technik, der Durchführung, an das Personal und die Dokumentation gestellt. Die Technischen Spezifikationen A-9.3.2 - A-9.3.13 sowie der Anhang A-3.1 geben hierzu detaillierte Hinweise.

In der folgenden Abbildung (Abb. A-3.2-3) ist beispielhaft das Ergebnis eines 2 ha großen Testfeldes dargestellt:



**Abb. A-3.2 - 3: Ungleichmäßige Verteilung der Störkörper in einem 2 ha großen Testfeld**

Detektiert wurden bei diesem Testfeld in einer ungleichmäßigen Verteilung 565 Störkörper in einem modellierten Tiefenschwerpunkt von 0,3 m. Eine gleichmäßige ferromagnetische Störkörperverteilung zeigt die folgende Abbildung (Abb. A-3.2 - 4):



**Abb. A-3.2 - 4: Gleichmäßige Störkörperverteilung in einem Testfeld**

Detektiert wurden mittels Magnetik auf einer Fläche von 0,25 ha rd. 3.800 Störkörper mit einem modellierten Tiefenschwerpunkt von 0,1 m.

Bei den beiden vorangegangenen Abbildungen (Abb. A-3.2-3 und 4) kamen jeweils Magnetometer fahrzeuggestützt zum Einsatz. Welches Verfahren in welcher Bauart letztendlich angewendet wird, ob aktives oder passives System, ob manuell oder fahrzeuggestützt, hängt von dem speziellen Räumfall ab. Relevante Größen sind hierbei:

- a) Vermutetes Kampfmittelinventar,
- b) Untergrundverhältnisse,
- c) Maskierung von Störkörpern (z.B. durch Oberflächenversiegelung),
- d) Benachbarte Störeinflüsse durch z.B. Eisenbahngleise,
- e) Ausprägung der Fläche: Größe, Zugänglichkeit, Bewuchs, Morphologie etc..

In der Regel wird gegenwärtig als Standardverfahren das magnetische Verfahren eingesetzt. Zunehmend setzen sich aber auch tiefeindringende Metallsuchgeräte in der Kampfmittelräumung / -erkundung durch, die nicht nur ferromagnetische, sondern auch sonstige elektrisch leitfähige Gegenstände, hier insbesondere NE-Metalle, detektieren.

Im Vorfeld von geophysikalischen Messungen kann es zur Qualitätssicherung und Methodenauswahl erforderlich sein, ein Kalibrierfeld anzulegen. In diesem Kalibrierfeld werden standortspezifische Kampfmittel in Abhängigkeit von den Untergrundverhältnissen in unterschiedlichen Tiefen vergraben. Die Messtrupps müssen an dieser Stelle ihre Geräte während der Messkampagne in einem durch den Auftraggeber vorgegebenen zeitlichen Intervall kalibrieren.

## 7 Räumung

Die vorbereitenden Maßnahmen und die eigentliche Testfeldräumung entsprechen in der Regel denen einer vollflächigen Kampfmittelräumung mit punktuellm Bodeneingriff.

Auf Grundlage der geophysikalischen Ergebnisse werden Anzahl und Lage der Räumflächen innerhalb des Testfeldes geplant. Dabei gilt der Grundsatz, mit möglichst wenig Räumflächen ein hohes Ergebnis an Aussagesicherheit zu erzielen. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass das Räumergebnis für das Testfeld repräsentativ sein muss. Anhand der vorherigen Abbildungen (Abb. A-3.2 - 3 und 4) wird der Prozess der Räumflächenauswahl erläutert.

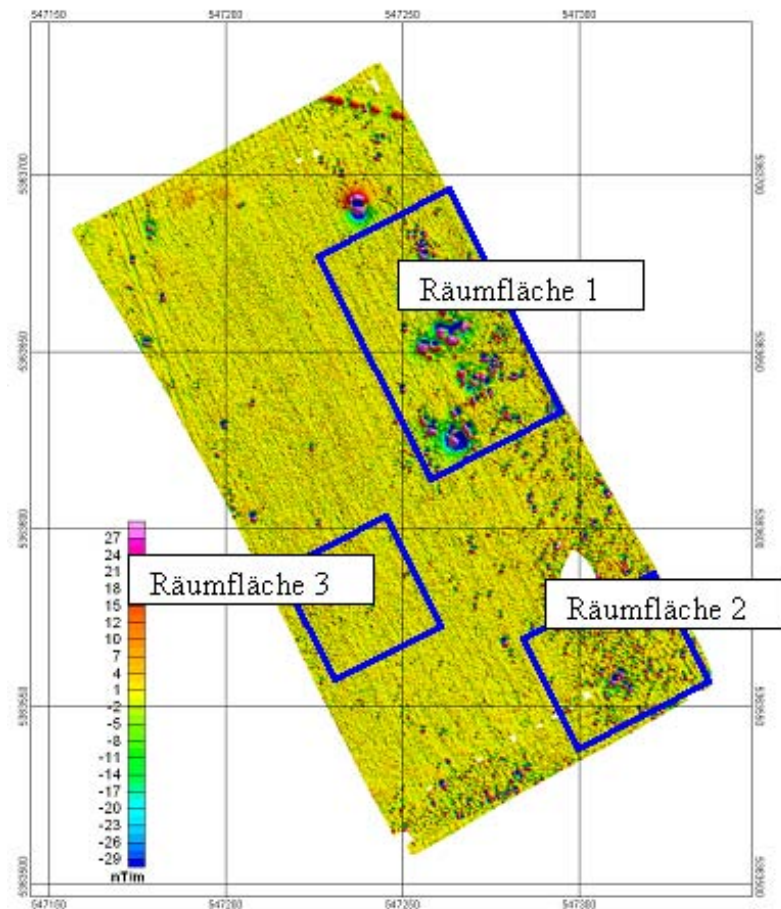
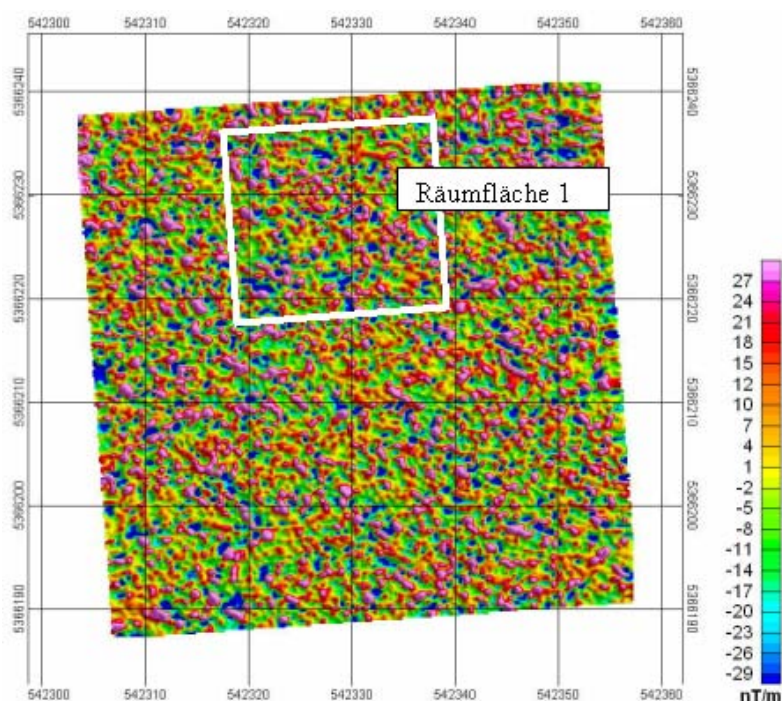


Abb. A-3.2 - 5: Beispielhafte Verteilung von Räumflächen bei einer ungleichmäßigen Störkörperverteilung

Die Räumflächen müssen so gelegt werden, dass sie die unterschiedlichen Verteilungsmuster innerhalb des Testfeldes berücksichtigen. Bei dem Beispiel Abb. A-3.2 - 5 sind es drei unterschiedliche Belastungsbereiche, die so abgedeckt werden. Die Größe der Räumflächen kann dabei variabel gestaltet werden. Ziel ist es, dass innerhalb der Räumflächen das Kampfmittelinventar in Art, Anzahl und Lage annähernd gleichmäßig verteilt ist. Stellt sich bei der Räumung kein gleichmäßiges Fundbild heraus, sind die Flächen bis zur Zielvorgabe zu vergrößern. Der zu räumende Flächenanteil liegt in der Regel zwischen 30 % und 50 %, ist aber vom Einzelfall abhängig.

Bei einer gleichmäßigen Störkörperverteilung, wie sie in der folgenden Abbildung (Abb. A-3.2 - 6) dargestellt ist, reichen im Gegensatz zu dem vorgenannten Beispiel weniger Räumflächen aus. Der zu räumende Flächenanteil liegt in der Regel zwischen 5 % und 10 %, ist aber vom Einzelfall abhängig.



**Abb. A-3.2 - 6: Verteilung der Räumfläche bei einer gleichmäßigen Störkörperverteilung**

Aufgrund der gleichmäßigen Störkörperverteilung ist die Lage der Räumfläche variabel und sollte nach dem Zufallsprinzip ausgewählt werden. Für die Vorgehensweise gelten die gleichen Bedingungen wie bei der ungleichmäßigen Störkörperverteilung: das Räumergebnis muss repräsentativ für die gesamte Fläche sein.

Die eigentliche Räumung entspricht in der Regel dem Räumverfahren „Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung“. Bei einer hohen Störkörperbelastung kann die Volumenräumung mittels Separieranlage angewendet werden (s.a. A-4.1 Räumverfahren). Sämtliche für die in Phase C geltenden Bestimmungen bei der Räumung zur Arbeitssicherheit, Räumstellenorganisation, Qualitätskontrolle, Bereitstellungslager etc. sind auch bei der Testfeldräumung anzuwenden.

## 8 Dokumentation

Wegen der grundlegenden Bedeutung der Testfelder für die Gefährdungsabschätzung und der Mengenermittlung sind die Räumergebnisse detailliert zu dokumentieren (s. A-9.4.10 Dokumentation Phase C). Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Beschreibung der gefundenen Kampfmittel in Anzahl, Art, Zustand, Bezünderung und räumlichen Verteilung.

Für die Mengenermittlung einer möglichen späteren Ausschreibung ist zudem eine genaue Beschreibung der ferromagnetischen Steine und des Schrotts in Stückzahl und Masse pro Testfeld notwendig.

Weitere Hinweise hierzu sind im Anhang A-9.3.6 „Anforderungen zum Bericht Phase B“ beschrieben.



## A-3.3 Methodische Vorgehensweisen bei der Gefährdungsabschätzung

### 1 Einleitung

Gemäß den Arbeitshilfen Kampfmittelräumung (Kap. 5) sind folgende Faktoren für die Bewertung von mit Kampfmitteln belasteten Flächen maßgebend:

- jetzige und zukünftige Nutzung,
- Sorte, Art, Lage, Menge des vermuteten, festgestellten Kampfmittels,
- Zustand des festgestellten Kampfmittels,
- Möglichkeit der Selbstdetonation,
- Möglichkeit der Detonation durch Fremdeinwirkung,
- Explosions-, Detonations- und sonstige Wirkung auf die Schutzgüter.

Die Gefährdungsabschätzung untersucht die kombinatorischen Wirkungen der Aspekte Kampfmittel, Detonationswahrscheinlichkeit, Detonationswirkung und die Nutzung.

### 2 Grundlagen der Gefährdungsabschätzung

Die Gefährdungsabschätzung beruht auf den Ergebnissen der:

- Phase A - Historisch-genetischen Rekonstruktion und der darauf basierenden Bewertung,
- Phase B - den geophysikalischen Testfelduntersuchungen, den Testfeldräumungen und

den in den Voruntersuchungen erhobenen Daten zu den Kostenwirkungsfaktoren:

Die Informationen zur Sorte und Art sowie Lage, Menge und dem Zustand der gefundenen Kampfmittel ergeben sich unmittelbar aus den Testfeldräumungen, aus Erkenntnissen von anderweitig untersuchten oder geräumten Flächen oder auch hilfsweise aus den Erkenntnissen der Phase A (kampfmittelrelevante Kostenwirkungsfaktoren).

Die Wirkung eines Kampfmittels bei einer Detonation hängt zudem von der Anwesenheit und der Ausprägung von schützenden Medien ab. In der Regel wird dies durch die Tiefenlage und damit von der Mächtigkeit der überdeckenden Bodensäule bestimmt. Versiegelungen, beispielsweise mit Beton oder deutlich unterschiedliche Ausprägungen der Bodentypen sind ebenfalls zu berücksichtigen (Kostenwirkungsfaktoren Boden und Infrastruktur). Diese Informationen leiten sich aus den Standortfaktoren ab.

Die rechtlichen Kostenwirkungsfaktoren liefern weitere für die Bewertung wesentliche Informationen.

### 3 Methodisches Konzept der Gefährdungsabschätzung

Die Methodik der Gefährdungsabschätzung hat dabei folgende Anforderungen zu erfüllen:

- allgemein gültig,
- wissenschaftlich fundiert,
- nachvollziehbar,
- robust,
- einfach anzuwenden,
- einfach zu aktualisieren.

Die Gefährdungsabschätzung erfolgt schrittweise nach folgender Vorgehensweise (s. folgende Abbildung Abb. A-3.3 - 1):

1. Im ersten Arbeitsschritt werden die Funde in 10 Fundklassen eingestuft.
2. Als nächstes erfolgt die Zuordnung zu den zwei Tiefenstufen, die den Abstand der Kampfmittel vom Schutzgut widerspiegelt.
3. Durch die Kombination der Fundklassen mit den Tiefenstufen, der derzeitigen oder zukünftigen Nutzung und den jeweiligen Eigenschaften der Kampfmittel (insbesondere Möglichkeiten der Detonation und dem Explosivstoffinventar) wird die Wirkung im Schadensfall auf die Schutzgüter bestimmt. Die Funde werden in die Gefährdungsklassen eingestuft.
4. Für jedes Testfeld - oder bei fehlenden Testfeldräumungen hilfsweise für gleichartige Verdachtsflächen - wird die höchste Gefährdungsklasse festgestellt. Sie bestimmt die Einstufung der gesamten Fläche und damit die Zuordnung des Testfeldes in die Flächenkategorie.
5. Abschließend erfolgt die Extrapolation dieser kleinräumigen Zuordnung der Flächenkategorien auf das gesamte Untersuchungsgebiet.

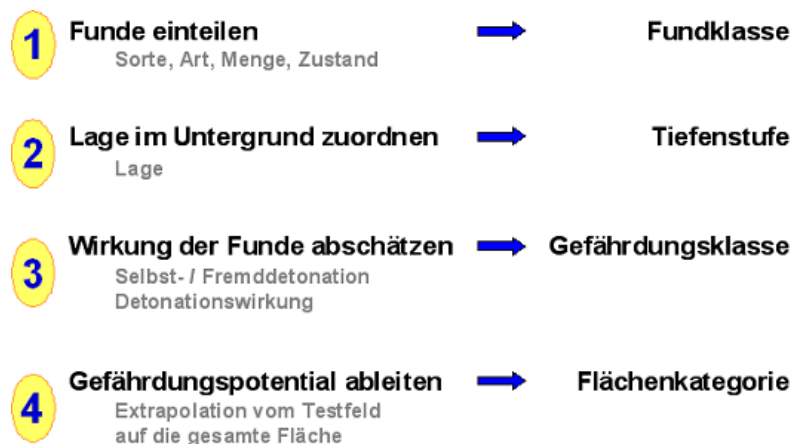


Abb. A-3.3 - 1: Methodische Vorgehensweise bei der Gefährdungsabschätzung

#### 4 Fundklassen

Die heutigen technischen Möglichkeiten der Kampfmittelräumung führen dazu, dass sehr unterschiedliche Gegenstände bei Kampfmittelräumungen gefunden werden. Die Spanne reicht von zivilem Schrott (Getränkedose oder Stahlseil) bis zu kampfstoffhaltigen Kampfmitteln. Um eine einheitliche Benennung und Bewertung vornehmen zu können, werden die Funde in 10 Fundklassen eingestuft. Hierfür sind alle Funde eindeutig zu identifizieren. Die Fundklassen werden mit den Großbuchstaben A bis K gekennzeichnet. Um Verwechslungen zu vermeiden, wurde der Buchstabe „I“ nicht vergeben:

Tab. A-3.3 - 1: Fundklassen

Fund-klasse	Beschreibung	Beispiel	Klassifizierung n. AH KMR
A	Schrott ziviler Herkunft	Getränkedosen, Stahlseil	Schrott
B	Schrott militärtechnischer Herkunft	Militärtechnische Ausrüstungen oder Teile davon, z.B. Fahrzeugteile	
C	Ehemalige Munition oder Teile davon ohne gefährliche Stoffe	z.B. Exerziermunition	
D	Waffen, Waffenteile	Gewehr-, Geschützreste	Kampfmittel
E	Kampfmittel mit Explosivstoffen ohne Zünder	10,5 cm Granate ohne Zünder, Splitter/Fragment mit Explosivstoffanhaftung	
F	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder	3,7 cm SprGr mit Zünder	
G	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder, selbstdetonationsgefährdet	8,8 cm PzSprGr	
H	Kampfmittel, die flüchtigen Brandstoff, Reiz- oder Nebelstoff enthalten	Nebeltopf, nicht ausgenebelt, Phosphorbrandbombe	
J	Kampfmittel, die strahlende Substanzen enthalten oder aus diesen bestehen	Wuchtgeschosse aller Kaliber, die als DU-Munition (depleted uranium) bekannt sind, Steuer- und Lenkteile von Flugkörpern, die derartige Substanzen enthalten  Die Bergung, Räumung und Beseitigung derartiger Kampfmittel unterliegen besonderen Auflagen und gesetzlichen Bestimmungen	
K	Kampfmittel, die Kampfstoffe enthalten unabhängig ob mit oder ohne Zünder	Granaten und Bomben des Ersten und Zweiten Weltkriegs, die Kampfstoffe enthalten  Die Bergung, Räumung und Beseitigung derartiger Kampfmittel unterliegen besonderen Auflagen und gesetzlichen Bestimmungen.	

## 5 Tiefenstufen

Die Möglichkeit, mit Kampfmitteln in Kontakt zu kommen, hängt entscheidend von der Tiefenlage der Kampfmittel unter Gelände (u. GOK) bzw. dem Abstand dieser zum Schutzgut (z.B. seitlicher Entfernung eines Kampfmittels von einer Bohrung) ab. Aus diesem Grund werden zwei Tiefenstufen unterschieden.

**Tab. A-3.3 - 2: Tiefenstufen**

Tiefenstufe	Tiefenlage	Beschreibung
T1	0,00 cm bis 10 cm u. GOK bzw. Entfernung vom Schutzgut	Auf der Geländeoberfläche liegende, unmittelbar zugängliche Funde oder in unmittelbarer Nähe zum Schutzgut befindliche Funde
T2	> 10 cm u. GOK bzw. Entfernung vom Schutzgut	Nur nach Bodeneingriff (Grab- bzw. Entfernung vom Schutzgut) zugängliche Funde

Bezünderte Kampfmittel der Tiefenstufe T1 können durch einen unmittelbaren Kontakt detonieren. Da in diesen Fällen keine schützenden Medien (z.B. Böden oder Versiegelungen) vorhanden sind, würde eine Detonation unmittelbar und ungebremst wirken. Um Unschärfen der Tiefenlage bzw. deren Bestimmung zu berücksichtigen, gelten alle Kampfmittel, die bis zu 10 cm unter Geländeoberkante liegen, als auf der Geländeoberfläche liegend.

## 6 Gefährdungsklassen

Nachdem sämtliche Funde eines Testfeldes den 10 Fundklassen und den beiden Tiefenstufen zugeordnet wurden und dies dokumentiert wurde, können die hieraus resultierenden Gefährdungsklassen abgeleitet werden. Damit werden die Funde hinsichtlich ihres Gefährdungspotenzials bewertet. Es gilt:

1. **Liegen Funde der Fundklassen A bis C vor, brauchen keine weiteren Betrachtungen angestellt werden. Diese Funde enthalten keine Explosivstoffe, so dass keine Detonationswirkung eintreten kann.**
2. **Liegen Kampfmittel der Fundklassen D bis K vor, ist das Gefährdungspotenzial zu bewerten.**
3. **Liegen Kampfmittel der Fundklassen G, J oder K vor, können wegen des besonderen Gefährdungspotenzials besondere Schutzmaßnahmen sofort notwendig werden.**

Der Mensch kann an der Oberfläche liegende, bezünderte Kampfmittel bei direktem Kontakt zur Detonation bringen. Da kein weiterer Schutz besteht, wirkt das Kampfmittel unmittelbar. In derartigen Fällen ist eine Gefährdungsabschätzung ohne tiefere Betrachtung möglich.

Für die Bewertung, ob im Untergrund liegende Kampfmittel bei einer bestehenden Bodenüberdeckung auf die Schutzgüter wirken können (Korrelation der Schutzwirkung des Bodens ~ Explosivstoffart und -masse des Kampfmittels) sind dagegen vertiefende Überlegungen notwendig. Als Grundannahme wird postuliert, dass zum Zeitpunkt einer Detonation (also zum Zeitpunkt des Schadeneintritts) sich das Schutzgut unmittelbar über dem Kampfmittel befindet (kürzest mögliche Entfernung). Für Kampfmittel aller Fundklassen, die tiefer als 10 cm unter Geländeoberkante liegen, ist eine Einzelfallbetrachtung der möglichen Wirkung vorzunehmen. Hier fließen die wesentlichen Faktoren Explosivstoffart und -masse und die Ausprägung des Schutzmediums (Art und Mächtigkeit des überlagernden Bodens, Versiegelungen) ein. Grundlage dieser Betrachtungen sind neben theoretischen Aspekten insbesondere die Ergebnisse der experimentell ermittelten Daten aus Sprengversuchen.

Durch die Kombination der Faktoren

- Fundklasse
- Tiefenstufe
- Nutzung (derzeitige oder geplante)

können die Funde eines Testfeldes nach ihrer Gefährdung klassifiziert werden. Dabei erfolgt die Einstufung eines Testfeldes (oder einer Untersuchungs- bzw. Räumfläche) in die Gefährdungsklassen anhand der höchsten, festgestellten Fundklasse (s. folgende Abb. A-3.3 - 2).



Abb. A-3.3 - 2: Die methodische Ableitung der Gefährdungsklassen aus den Fundklassen und den Tiefenstufen

Aus der Kombination von Fundklasse und Tiefenklasse resultieren 21 Gefährdungsklassen, die in die folgenden drei Gruppen eingeteilt werden:

Grundklasse: Gefährdungsklassen ohne Wirkung auf das Schutzgut

W-Klasse: Gefährdungsklasse mit Wirkung auf das Schutzgut

W10-Klasse: Gefährdungsklasse mit möglicher unmittelbarer Wirkung auf das Schutzgut, da der Fund an der Oberfläche bzw. bis 10 cm unter der Geländeoberfläche liegt

Die Fundklassen werden wie folgt bezeichnet:

- die Grundklasse trägt analog zu den Fundklassen die Buchstaben A bis K,
- die W-Klasse das Kürzel „w“ (z.B. „Fw“),
- die W10-Klasse entsprechend das Kürzel „w10“ (z.B. „Fw10“).

In der folgenden Tabelle (Tab. A-3.3 - 3) sind die möglichen Gefährdungsklassen und deren Abgrenzung aufgeführt:

Tab. A-3.3 - 3: Die Gefährdungsklassen

Unterscheidungsmerkmale				Gefährdungsklassen		
Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Grundklasse	W-Klasse	W10-Klasse
Schrott	ziviler Herkunft			A	nicht verwirklicht	Nicht verwirklicht
	militärtechn. Herkunft			B		
	ehem. Munition ohne gefährliche Substanzen			C		
Kampfmittel	ohne Explosivstoff	ohne Zünder	Waffen	D		
			unbezünderte Kampfmittel	E		
	mit Explosivstoff	mit Zünder	Detonation durch Fremdeinwirkung	F		
			selbstdetonationsgefährdete KM	G	Gw	Gw10
			KM mit besonderen Inhaltsstoffen	mit oder ohne Zünder	KM mit Brand-, Reiz-, Nebelstoffen	H
			KM mit radioaktiven Substanzen	J	Jw	Jw10
		KM mit chemischen Kampfstoffen	K	Kw	Kw10	

Die Gefährdungsklassen werden in der folgenden Tabelle (Tab. A-3.3 -4) näher erläutert:

Tab. A-3.3 - 4: Merkmale der Gefährdungsklassen

<b>Gefährdungsklassen</b>			
<b>Gefährdungs-klasse</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gefährdungspotenzial für Schutzgüter in unmittelbarer Nähe durch Detonationswirkung</b>	<b>Klassifizierung n. AH KMR</b>
A	Schrott ziviler Herkunft	Ohne	Schrott
B	Schrott militärtechnischer Herkunft	Ohne	
C	Ehemalige Munition oder Teile davon ohne gefährliche Stoffe	Ohne	
D	Waffen, Waffenteile	Ohne (wenn die Waffen Kampfmittel enthalten, erfolgt die Einstufung als Kampfmittel)	Kampfmittel
E	Kampfmittel mit Explosivstoffen ohne Zünder	Das Kampfmittel liegt in einer Tiefe, die einen unmittelbaren Kontakt unwahrscheinlich macht.	
Ew10	Wie E	Gefährdung bei direktem Kontakt (dermale oder orale Aufnahme) möglich. Das Kampfmittel liegt direkt an der Erdoberfläche (Tiefenlage bis 10 cm) oder wird bei Tiefbaumaßnahmen freigelegt.	
F	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder	Das Kampfmittel liegt in einer Tiefe, bei der durch eine Detonation die Schutzwirkung der überlagernden Böden nicht überwunden werden kann. Eine Gefährdung ist nicht gegeben.	
Fw	Wie F	Das Kampfmittel liegt in einer Tiefe, bei der durch eine Detonation die Schutzwirkung der überlagernden Böden überwunden werden kann. Wegen der Tiefenlage kann eine unmittelbare Fremdeinwirkung jedoch ausgeschlossen werden. Eine Detonation wird unwahrscheinlich. Eine Wirkung und damit Gefährdung ist zwar prinzipiell möglich, aber unwahrscheinlich.	
Fw10	Wie F	Das Kampfmittel liegt direkt an der Erdoberfläche (Tiefenlage bis 10 cm) oder wird bei Tiefbaumaßnahmen freigelegt oder kann mit Tiefbaugeräten in unmittelbaren Kontakt kommen. Eine Detonation durch unmittelbare Fremdeinwirkung ist möglich. Eine Gefährdung ist gegeben.	
G	Kampfmittel mit Explosivstoffen und selbstdetonationsgefährdetem Zünder	Das Kampfmittel liegt in einer Tiefe, bei der durch eine Detonation die Schutzwirkung der überlagernden Böden nicht überwunden werden kann. Eine Gefährdung ist nicht gegeben.	

Gw	Wie G	Das Kampfmittel liegt in einer Tiefe, bei der durch eine Detonation die Schutzwirkung der überlagernden Böden überwunden werden kann. Wegen der Tiefenlage kann eine unmittelbare Fremdeinwirkung jedoch ausgeschlossen werden. Eine Selbstdetonation ist aber möglich. Eine Wirkung und damit Gefährdung ist möglich.
Gw10	Wie G	Das Kampfmittel liegt direkt an der Erdoberfläche (Tiefenlage bis 10 cm) oder wird bei Tiefbaumaßnahmen freigelegt oder kann mit Tiefbaugeräten in unmittelbaren Kontakt kommen. Eine Detonation durch unmittelbare Fremdeinwirkung oder durch Selbstdetonation ist möglich. Eine Gefährdung ist gegeben.
H	Kampfmittel, die flüchtigen Brandstoff oder Reiz- oder Nebelstoff enthalten	Diese Kampfmittel enthalten Wirksubstanzen, die auf Grund ihrer toxikologischen Eigenschaft und wegen ihrer häufig hohen Mobilität eine besondere Gefährdung darstellen. Zudem gelten teilweise besondere gesetzliche Anforderungen.
Hw	Wie H	Analog H, bzgl. der Tiefenlage s. Gw
Hw10	Wie H	Analog H, bzgl. der Tiefenlage s. Gw10
J	Kampfmittel, die strahlende Substanzen enthalten oder aus diesen bestehen	Diese Kampfmittel enthalten Wirksubstanzen, die auf Grund ihrer toxikologischen Eigenschaft eine besondere Gefährdung darstellen. Zudem gelten teilweise besondere gesetzliche Anforderungen.
Jw		Analog J, bzgl. der Tiefenlage s. Gw
Jw10		Analog J, bzgl. der Tiefenlage s. Gw10
K	Kampfmittel, die Kampfstoffe enthalten unabhängig ob mit oder ohne Zünder	Diese Kampfmittel enthalten Wirksubstanzen, die auf Grund ihrer toxikologischen Eigenschaft und wegen ihrer hohen Mobilität eine besondere Gefährdung darstellen. Zudem gelten besondere gesetzliche Anforderungen.
Kw		Analog K, bzgl. der Tiefenlage s. Gw
Kw10		Analog K, bzgl. der Tiefenlage s. Gw10

Die Einstufung jedes Fundes ist immer eine Einzelfallentscheidung. Abweichungen von der üblichen Einstufung können begründet sein. Sie sind dann nachvollziehbar zu dokumentieren.



7 Bewertung der untersuchten Testfelder

Im Textteil erfolgt eine Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen (s. Kap. 5.2):

- Kategorie 1 Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.
- Kategorie 2 Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.
- Kategorie 3 Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt zum gegenwärtigen Zeitpunkt keine Gefährdung dar. Sie ist zu dokumentieren. Bei Nutzungsänderungen und Infrastrukturmaßnahmen ist eine Neubewertung durchzuführen. Daraus kann sich ein neuer Handlungsbedarf ergeben.
- Kategorie 4 Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.
- Kategorie 5 Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

Die 21 Gefährdungsklassen können durch die damit verbundene Beurteilung der Gefahr in die Flächenkategorien überführt werden. Hiernach ergibt sich folgende Kategorisierung (siehe auch folgende Abb. A-3.3 - 3):

- Gefährdungsklassen A, B, C Flächenkategorie 1
- Gefährdungsklassen D, E, F, G, H, J, K Flächenkategorie 3
- Gefährdungsklassen Fw bis Kw, Ew10 bis Kw10 Flächenkategorie 4

		Gefährdungsklassen			
		Grundklasse	W - Klasse	W10-Klasse	
Kat. 1 Kein KM-Verdacht	A	nicht verwirklicht	nicht verwirklicht		
	B				
	C				
Kat. 3 Keine Gefahr	D	Fw Gw Hw Jw Kw	Ew10 Fw10 Gw10 Hw10 Jw10 Kw10		Kat. 4 Gefahr = KMRäumung
	E				
	F				
	G				
	H				
	J				
	K				

Abb. A-3.3 - 3: Die Ableitung der Flächenkategorien aus den Gefährdungsklassen

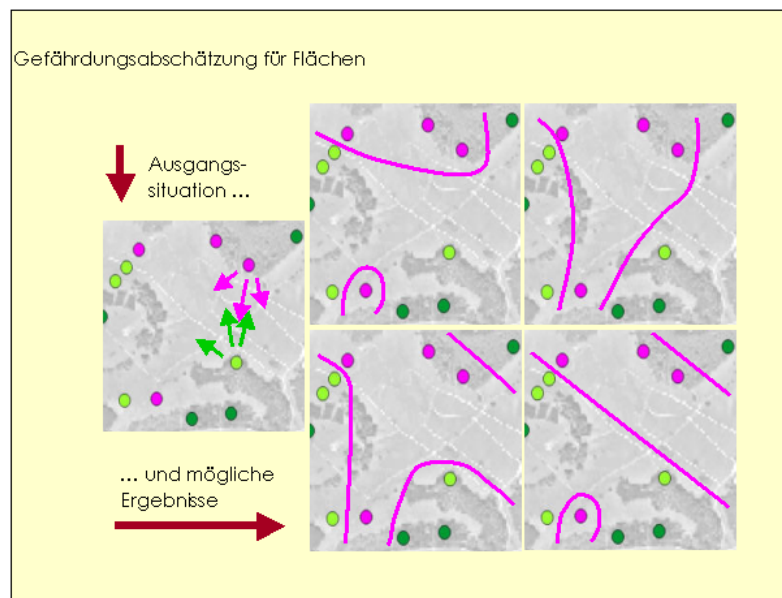
## 8 Extrapolation der testfeldbezogenen Bewertungen auf das Gesamtgrundstück

Nachdem die Gefährdungsklassen und Flächenkategorien für jedes Testfeld festgestellt wurden, ist diese Bewertung auf die gesamte Grundstücksfläche zu extrapolieren.

Dabei sind insbesondere folgende Fragen zu klären:

- Für welche Teile des Grundstückes sind die räumlich begrenzt ermittelten Ergebnisse und Bewertungen repräsentativ?
- Haben sich die Flächeneinstufungen auf Basis der Phase A – Historisch-genetische Rekonstruktion – bestätigt?
- Welches sind die entscheidenden Faktoren für die nachvollziehbare Extrapolation?
- Sind diese Faktoren für das gesamte Grundstück gleich oder existieren räumliche Unterschiede?

Nur durch Berücksichtigung dieser Aspekte kann die Frage beantwortet werden, welche der folgenden Varianten die wirklichen Verhältnisse wiedergibt:



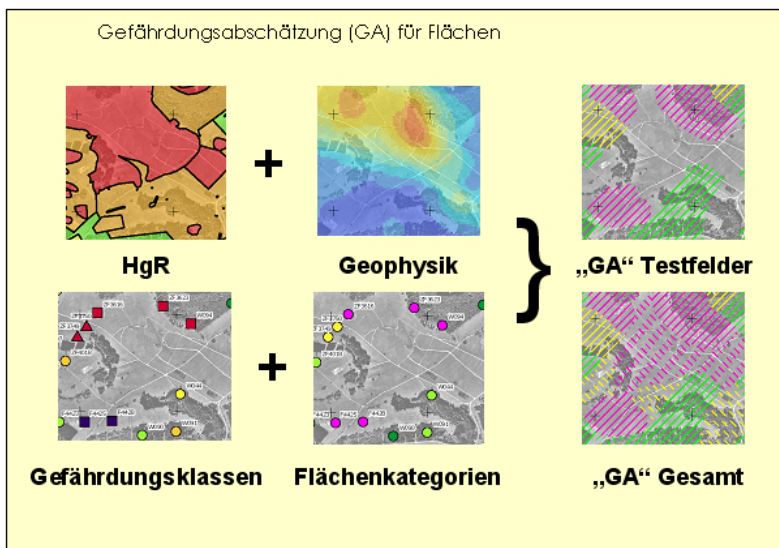
**Abb. A-3.3 - 4: Theoretische Möglichkeiten der Extrapolation punktueller Informationen auf eine Fläche ohne Berücksichtigung weiterer Informationen**

Die wesentlichen Faktoren leiten sich aus den Untersuchungen zu:

- der Historisch-genetischen Rekonstruktion (HgR),
- den geophysikalischen Testfelduntersuchungen,
- den Testfeldräumungen,
- den Testfeldbewertungen,
- den naturräumlichen Standortdaten

ab. Dabei sind immer die Grundannahmen der Kampfmittelbelastung, welche sich in der Regel aus den Untersuchungen der Phase A ergeben, zu berücksichtigen und mit den Befunden der Phase B abzugleichen.

Nicht plausible oder widersprüchliche Ergebnisse sind darzustellen, zu diskutieren und hierfür ggf. vertiefende Erkundungen zu empfehlen.



**Abb. A-3.3 - 5: Methodische Vorgehensweise bei der Extrapolation kleinräumiger Ergebnisse von Testfelduntersuchungen auf eine größere Fläche unter Berücksichtigung aller Informationen. Beispiele für die kartografische Darstellung derartiger Informationen.**

Die Extrapolation und die identifizierten Faktoren sind grundstücksabhängig. Aus diesem Grund ist auch jede Gefährdungsabschätzung einzelfallbezogen vorzunehmen.

## 9 Dokumentation

Der Gefährdungsabschätzung kommt bei der Kampfmittelräumung eine grundlegende Bedeutung zu. Sie bestimmt Art und Umfang und damit auch Kosten von Folgemaßnahmen. Die Ergebnisse der Untersuchungen und die darauf basierende Ableitung des Gefährdungspotenzials sind dementsprechend ausführlich zu dokumentieren. Dabei richtet sich die Dokumentation nach den Anforderungen des Einzelfalls.

Die festgestellten Funde, die daraus abgeleiteten Fund- und Gefährdungsklassen sowie die Flächenkategorien sind übersichtlich tabellarisch und kartografisch darzustellen. Hierbei erfolgt in der Regel die Darstellung der Fundklassen, der Gefährdungsklassen und der Flächenkategorien für jedes Testfeld getrennt und in einer zusammenfassenden Darstellung für das Untersuchungsgebiet.

Im Folgenden werden einige Beispiele für eine mögliche Ergebnisdarstellung vorgestellt:

Beispiel für die Dokumentation der Ergebnisse für jedes Testfeld

In der Tabelle (Tab. A-3.3 - 5) werden die Anzahl der Funde getrennt nach Fundklassen und Gefährdungsklassen dargestellt.

Tab. A-3.3 - 5: Beispiel einer Ergebnisdokumentation für untersuchte Testfelder

Testfeld	Anzahl der Funde je Testfeld in den Fundklassen A - K (FK, in der ersten Zeile dargestellt)																					
	Anzahl der Funde je Testfeld in den Gefährdungsklassen A - C, D, E, Fw bis Kw, Fw10 bis Kw10 (GK, in der zweiten Zeile dargestellt)																					
	FK	A	B	C	D	E	F	Fw	Fw10	G	Gw	Gw10	H	Hw	Hw10	J	Jw	Jw10	K	Kw	Kw10	Summe
F 1	FK	123	34	19	0	15		13			23			0		0		0		0	227	
	GK	123	34	19	0	12	3	7	4	2	12	4	7	0	0	0	0	0	0	0	227	
F 2	FK	23	2	7	1	7		11			1		1		0				11		64	
	GK	23	2	7	1	3	4	7	3	1	1	0	0	1	0	0	0	0	5	4	2	64

Beispiel für die Dokumentation der Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet

In der zusammenfassenden Tabelle (Tab. A-3.3-6) werden die höchsten Fund- und Gefährdungsklassen und die daraus resultierende Flächenkategorie für jedes Testfeld dokumentiert.

Tab. A-3.3 - 6: Beispiel einer zusammenfassende Ergebnisdokumentation

Testfeld	Fundklasse (höchste)	Gefährdungsklasse (höchste)	Flächenkategorie
F1	G	Gw10	4
F2	K	Kw10	4

Tab. A-3.3 - 7: Beispiel für die zusammenfassende Dokumentation der Ergebnisse eines Untersuchungsgebietes

	Anzahl der Testfelder in den höchsten Gefährdungsklassen																					
	A	B	C	D	E	Fw	Fw10	G	Gw	Gw10	H	Hw	Hw10	J	Jw	Jw10	K	Kw	Kw10	Summe		
Summe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
in %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100

Tab. A-3.3 - 8: Beispiel

	Anzahl der Testfelder in den Flächenkategorien			
	1	3	4	Summe
Summe	0	0	2	2
in %	0	0	100	100

Für den Bericht zur Gefährdungsabschätzung sind Lagepläne anzufertigen, die für die einzelnen Testfelder die

- höchste Fundklasse
- höchste Gefährdungsklasse
- Flächenkategorien

darstellt. Beispiele für derartige Pläne sind in der vorstehenden Abbildung (Abb. A-3.3 - 5) dargestellt.

## A-3.4 Statistik

### 1 Einleitung

Planung, Auswahl und Untersuchung von Testfeldern sind zentraler Bestandteil der Phase B – Technische Erkundung. Die Ergebnisse der Testfeldräumung sind unverzichtbare Grundlage für die Gefährdungsabschätzung und für die Massenermittlung als Ausschreibungsgrundlage für eine mögliche spätere Räumung innerhalb der Phase C. Testfelder können aber nur einen geringen Teil des Untersuchungsgebietes abdecken. Durch ihren Stichprobencharakter und die spätere Extrapolation der Ergebnisse auf die gesamte Untersuchungsfläche werden besondere Anforderungen innerhalb der Planung an Anzahl, Größe und Lage gestellt (Nähere Ausführung zum Themenkomplex Testfeld sind in dem Anhang A-3.2 „Testfeld“ beschrieben.)

Bei der Auswahl von Testfeldern können statistische Verfahren der Stichprobentheorie hilfreich sein. Diese liefern wissenschaftlich begründete Hochrechnungen und Prognosen, die sich bereits in vielen Bereichen (z.B. Wahlprognosen, Qualitätskontrolle) bewährt haben. Somit ist es möglich, nachvollziehbare und belastbare Aussage zur Repräsentativität der Untersuchungen unter dem Aspekt der Wahrscheinlichkeitsbetrachtung zu liefern.

### 2 Geltungsbereich

Bevor Verfahren der Statistik angewendet werden, sind vorab Überlegungen über die Anwendbarkeit durchzuführen. In einem ersten Schritt sollte die belastete Fläche unter den Gesichtspunkten der geforderten Zielgrößen betrachtet werden. Zielgrößen können sein:

Bei einer punktuellen Kampfmittelbelastung werden sogenannte binäre Zielgrößen ermittelt mit der Entscheidung ja/nein oder vorhanden/nicht vorhanden. Dies ist bspw. bei der Suche nach Blindgängern aufgrund von Blindgängerverdachtspunkten oder bei luftbildsichtigen Flakstellungen/Laufgräben mit möglichen Kampfmittelvergrabungen der Fall.

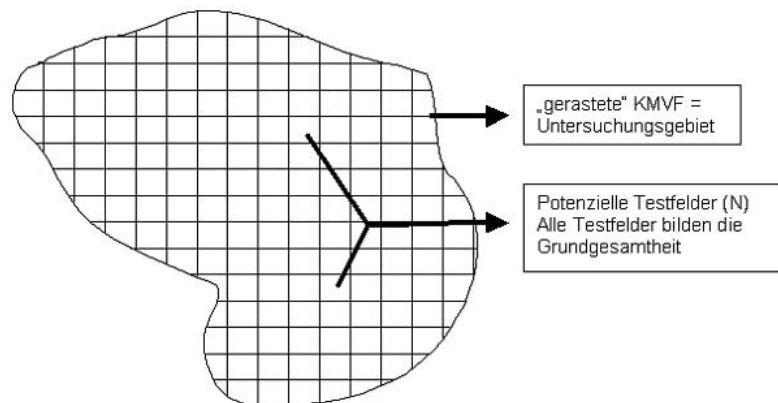
Im Gegensatz dazu steht eine flächenhafte Kampfmittelbelastung (= quantitative Zielgröße) mit dem Ziel, die Intensität und Ausprägung der Kampfmittelbelastung zu ermitteln. Dies ist bspw. bei Bodenkämpfen oder militärischem Übungsbetrieb der Fall.

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Vorgehensweise bei einer flächenhaften Kampfmittelbelastung, bei der die Zielgröße quantitativ ist. Liegt eine binäre Zielgröße vor, ist das Verfahren der Statistik nur bedingt anwendbar (s. Kapitel 4 „Grenzen“). Es wird daher an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen.

### 3 Allgemeine Vorgehensweise

Die Basis eines Schlusses von einer Auswahl von Testfeldern auf das gesamte relevante Gebiet ist die Zufallsstichprobe. Diese Stichprobe ermöglicht Hochrechnungen unter der Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie. Zentral ist dabei die Berechnung von unverzerrten Schätzungen und von Bereichen (sog. Konfidenzintervallen), in denen die relevanten Parameter (Aussagegrößen) des gesamten Bereichs liegen (Konfidenzintervalle - auch Vertrauensintervall bzw. Vertrauensbereich genannt, sagen etwas über die Präzision der Lageschätzung eines Parameters aus). Das Vertrauensintervall schließt einen Bereich um den geschätzten Wert des Parameters ein, der - vereinfacht gesprochen - mit einer zuvor festgelegten Wahrscheinlichkeit die wahre Lage des Parameters trifft.

Am Beginn der Planung steht die Festlegung der Zielstellung. Hierzu muss zunächst der Bereich, über den Aussagen gemacht werden sollen (z.B. Kampfmittelverdachtsfläche) vollständig in einzelne Untersuchungseinheiten (Raster) unterteilt werden. Diese Untersuchungseinheiten werden als Testfelder bezeichnet. Alle Testfelder - also auch jene, die nicht in die Stichprobe gelangen - bilden die Grundgesamtheit (s. Abb. A-3.4 - 1).



**Abb. A-3.4 - 1: Einteilung der Untersuchungsfläche (hier beispielhaft Kampfmittelverdachtsfläche) in Testfelder mit Hilfe eines Rasters (unmaßstäblich). Alle potenziellen Testfelder bilden die „Grundgesamtheit“**

In der Regel erfolgt dies anhand der Ergebnisse der Phase A mit ihrer abschließenden Bewertung.

Beispielsweise wurde in der Phase A für die gesamte Liegenschaft ein Kampfmittelverdacht ausgesprochen. Durch die Testfelduntersuchung soll nunmehr die tatsächliche Belastung geklärt werden. Dabei sollten Testfelder etwa die gleiche Größe besitzen und als einzelne Einheit auswertbar sein.

Die Zielgrößen müssen so gewählt werden, dass die relevanten Parameter der Grundgesamtheit (z.B. die Gesamtzahl der Störkörper bzw. Kampfmittel) als Summen, Mittelwerte oder Anteile der Zielgrößen dargestellt werden können. Ist also die Anzahl aller Störkörper in einer Fläche von Interesse, ergibt sich diese als Summe der Zielgröße „Anzahl der Störkörper“ über alle Testfelder.

### 3.1 Stichprobenziehung und Auswertung

#### 3.1.1 Einfache Zufallsstichprobe

Da nicht alle Testfelder der Grundgesamtheit untersucht werden können, muss eine Auswahl der zu beprobenden Testfelder getroffen werden. Die am häufigsten verwendete Methode zur Stichprobenziehung ist die einfache Zufallsstichprobe. Hier wird ein zu bestimmender Stichprobenumfang aus  $n$  Testfeldern aus allen Testfeldern ( $N$ ) der Grundgesamtheit gezogen (s. Abb. A-3.4-2). In dem vorab beschriebenen Beispiel ist der Kampfmittelverdacht für die gesamte Liegenschaft und das dazugehörige Raster die Grundgesamtheit für diese Zielgröße.

Der Zufallsmechanismus ist so zu gestalten, dass alle möglichen Ziehungen die gleiche Wahrscheinlichkeit haben (die „Ziehung der Lottozahlen“ funktioniert nach diesem Prinzip). Da alle Testfelder die gleiche Wahrscheinlichkeit haben in die Stichprobe zu gelangen, kann der Mittelwert der Zielgröße in der Grundgesamtheit durch den Mittelwert in der Stichprobe unverzerrt geschätzt werden. Obwohl es keine systematische Unter- oder Überschätzung gibt, kann der Mittelwert der Stichprobe abhängig von den ausgewählten Elementen schwanken (Zufallsfehler).

Andere, nicht zufallsgesteuerte Formen der Auswahl von Testfeldern (= subjektive Auswahl) können zwar nützliche Erkenntnisse liefern, aber eine objektive Hochrechnung der Abschätzung der Kampfmittelbelastung auf den gesamten Bereich ist nicht möglich.

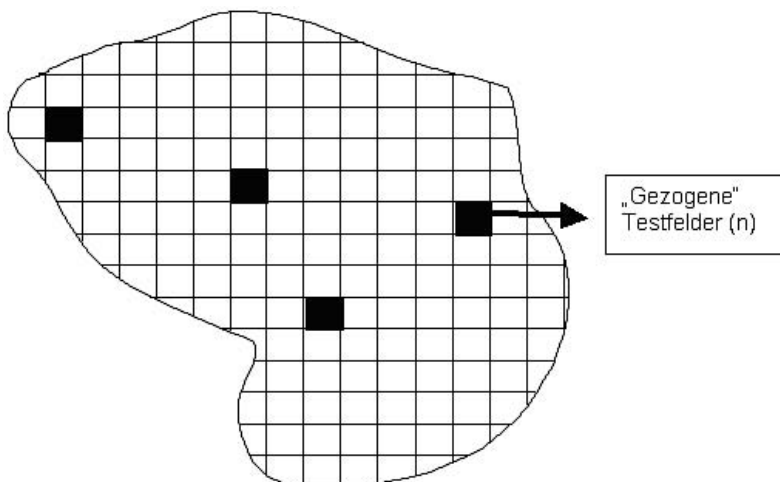


Abb. A-3.4 - 2: Gezogene Testfelder aus der Grundgesamtheit

Die Schwankungsbreite wird mit steigendem Stichprobenumfang geringer und ist proportional zur Schwankung der Zielgröße in der Grundgesamtheit. Diese Ungenauigkeit kann mit statistischen Methoden abgeschätzt werden. Dazu wird neben der Schätzung ein Bereich (Konfidenzintervall) um den Mittelwert der Stichprobe bestimmt, der den Mittelwert der Grundgesamtheit mit hoher Wahrscheinlichkeit (typischerweise wird 95% gewählt) enthält. Das bedeutet, dass man durchschnittlich in 95 von 100 Fällen mit dem Konfidenzintervall richtig liegt. Konfidenzintervalle sind das zentrale Ergebnis jeder Erhebung und können als Grundlage für weitere Entscheidungen verwendet werden. Aus der Schätzung des Mittelwertes kann durch Multiplikation mit dem Umfang der Grundgesamtheit der Summenwert geschätzt werden.

Da die Länge des Konfidenzintervalls die Genauigkeit der Aussagen aus der Stichprobe widerspiegelt, wird diese zur Berechnung des nötigen Stichprobenumfangs N genutzt. Da die Genauigkeit mit steigendem Stichprobenumfang zunimmt, kann aus den Anforderungen zur Genauigkeit (Angabe der Länge des Konfidenzintervalls) der Stichprobenumfang bestimmt werden. Als Faustregel gilt, dass eine Halbierung der Länge des Konfidenzintervalls mit einer Vervierfachung des Stichprobenumfangs zu „bezahlen“ ist.

### 3.1.2 Geschichtete Stichprobe

Zur Verbesserung der Effizienz kann die Grundgesamtheit in mehrere Bereiche aufgeteilt werden. Diese Bereiche werden als Schichten bezeichnet. Dabei muss jedes Testfeld genau einer Schicht zugeteilt werden.

Die Schichten sollten bezüglich des Zielmerkmals möglichst homogen sein, d.h. vorteilhaft ist z.B. eine Aufteilung in Testfelder mit bspw. geringer, mittlerer und hoher Kampfmittelbelastung. Solche Daten werden in der Regel innerhalb der Phase A erhoben.

In diesem Fall ist der Effizienzgewinn, also die Verbesserung der Genauigkeit der Schätzung erheblich. Die Ziehung der Stichprobe erfolgt per einfacher Zufallsstichprobe aus den einzelnen Schichten. Dann wird in jeder Schicht der Mittelwert durch das jeweilige Stichprobenmittel geschätzt. Die Schätzung des Mittels in der Grundgesamtheit ergibt sich als gewichtetes Mittel der Schichtmittelwerte.

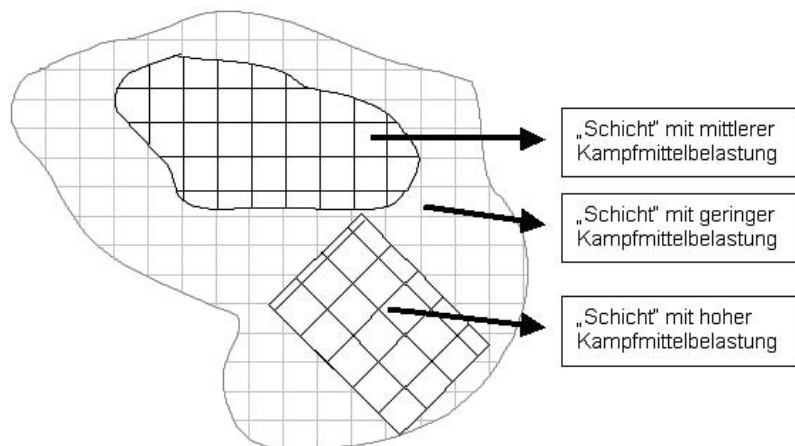


Abb. A-3.4 - 3: Schichten gleicher vermuteter Kampfmittelbelastung mit potenziellen Testfeldern



Die Ausweisung von Schichten ist abhängig von der Zielgröße und Teil des Planungsprozesses. Grundsätzlich sind der Anzahl der Schichten keine Grenzen gesetzt, sollten sich aber im überschaubaren Rahmen bewegen. Denn je mehr Schichten ausgewiesen werden, desto höher wird der Aufwand für die Testfelder.

### 3.2 Stichprobenplan

Vor der Durchführung einer Untersuchung mit Hilfe einer Stichprobe ist ein Stichprobenplan zu erstellen und zu dokumentieren. Dieser ist ein verbindlicher Plan für alle an der Stichprobenziehung Beteiligten. In ihm sind folgende Aspekte beschrieben:

- Festlegung der Grundgesamtheit und der Zielgrößen der Testfelder.
- Welche bzw. ob es Ausschlusskriterien für Testfelder gibt?
- Ggf. Festlegung und Charakterisierung der Schichten.
- Vorgehen bei der Zufallsstichprobe.
- Vorgehen bei der Erhebung.
- Dokumentation und Behandlung nicht auswertbarer Testfelder.
- Vorgehen bei der Schätzung der relevanten Parameter der Grundgesamtheit.

## 4 Grenzen

Die Ergebnisse von Stichprobenerhebungen können bei der Suche nach selten vorkommenden Zielgrößen unbefriedigend sein. Auch bei einer relativ großen Anzahl von Stichproben können die Genauigkeitsabschätzungen für die Grundgesamtheit noch erheblich sein. Liefert z.B. eine Stichprobe vom Testfeldumfang  $n = 100$  nur 2 Testfelder mit Kampfmitteln, so ist das zugehörige 95% Konfidenzintervall  $[0,2\%, 7\%]$ . Das heißt, der Anteil der Testfelder mit Kampfmitteln kann gemäß Konfidenzniveau 95% in der Grundgesamtheit zwischen 0,2% und 7% liegen. Da bei binären Zielgrößen die Konfidenzintervalle in der Regel relativ groß sind, ist es besser, quantitative Zielgrößen zu wählen.

Allerdings führen auch bei quantitativen Zielgrößen starke Schwankungen zwischen den Testfeldern oder Testfelder mit extrem hohen Werten in manchen Fällen zu sehr großen Konfidenzintervallen. Daher sind in der Planungsphase Überlegungen zu der Genauigkeit der Ergebnisse von zentraler Bedeutung. Mit diesen Überlegungen kann dann auf gesicherter Basis entschieden werden, ob eine Stichprobenerhebung überhaupt sinnvoll ist. Insbesondere bei der Analyse von seltenen binären Zielgrößen könnte theoretisch eine Vollerhebung erforderlich sein, da die Ergebnisse einer Stichprobe zu ungenau sind.



## A-4 Phase C

### A-4.1 Räumverfahren

#### 1 Vorbemerkung

Mit dem Planungsschritt „Räumkonzept“ werden mögliche Lösungen zur Beseitigung einer Gefährdung durch Kampfmittel untersucht. Auf Grundlage der Gefährdungsabschätzung und der beabsichtigten Nutzung werden die möglichen Räumverfahren unter technischen, wirtschaftlichen und zeitlichen Aspekten geprüft.

Bei der Räumung von Kampfmitteln an Land werden grundsätzlich fünf Verfahren unterschieden:

1. Visuelle Kampfmittelräumung (TS A-9.4.4),
2. Baubegleitende Kampfmittelräumung (TS A-9.4.3),
3. Räumung von Bombenblindgängern. Punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung (TS A-9.4.5),
4. Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung (TS A-9.4.6),
5. Kampfmittelräumung durch den Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation) (TS A-9.4.7).

Analog werden bei der Räumung von Kampfmitteln in Gewässern die folgenden drei Verfahren unterschieden:

1. Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung (TS A-9.4.13),
2. Kampfmittelräumung durch Abtrag des Sedimentes mit Separation von Kampfmitteln und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation) (A-9.4.14),
3. Einzelpunkträumung (A-9.4.15).

#### 2 Ziele der Kampfmittelräumung

Bei der Räumung von Kampfmitteln können grundsätzlich zwei Räumziele verfolgt werden:

1. Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen bedeutet, dass die Sicherheit ausschließlich für eine konkret definierte Nutzung erreicht wird.
2. Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen bedeutet, dass die uneingeschränkte Sicherheit bei jeglicher Art von Nutzung erreicht wird.

Das Räumziel kann nur bei Einsatz von Räumverfahren, die dem Stand der Technik entsprechen, erreicht werden. Bei komplexen Räummaßnahmen mit dem Räumziel „Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen“ kann es aus Sicherheitsgründen erforderlich sein, eine Fläche zunächst visuell auf Kampfmittel, die auf der Geländeoberfläche liegen oder aus dieser herausragen (s. Visuelle Kampfmittelräumung), zu überprüfen. Danach sind weitere Räumverfahren anzuwenden, um das Räumziel zu erreichen.

Die nachfolgenden Tabellen (Tab. A-4.1- 1 und 2) geben einen Überblick der Räumziele, die in der Regel mit den obenstehenden Räumverfahren erreicht werden können. Die Räumziele werden in den folgenden Abschnitten dargelegt.

**Tab. A-4.1 - 1: Eignung Räumverfahren Land für unterschiedliche Räumziele**

Räumziel	Räumverfahren Land gemäß Aufzählung Kap. 1				
	1	2	3	4	5
Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen	X	-	-	X	X
Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen	-	X	X	X	X

**Tab. A-4.1 - 2: Eignung Räumverfahren Gewässer für unterschiedliche Räumziele**

Räumziel	Räumverfahren Gewässer gemäß Aufzählung Kap. 1		
	1	2	3
Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen	X	X	-
Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen	X	X	X

## 2.1 Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen

Die „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ wird derzeit mit zwei technisch und methodisch unterschiedlichen Ansätzen verfolgt:

1. Einsatz von Räumverfahren, mit denen die Kampfmittelfreiheit einer Fläche in der Regel nicht erreichbar ist.
2. Einsatz von Räumverfahren, mit denen die Kampfmittelfreiheit einer Fläche erreichbar ist, aber nicht angestrebt wird.

Zu 1: Das Räumverfahren „Visuelle Kampfmittelräumung“ dient der Risikoverminderung bei Arbeiten auf kampfmittelbelasteten Flächen. Diese Flächen zeigen nach der Anwendung des Verfahrens an der Oberfläche keine Kampfmittel. Dies schließt nicht aus, dass knapp unter der Geländeoberkante weitere Kampfmittel gefunden werden können. Bei sämtlichen Maßnahmen mit Bodeneingriff (auch unter Wurzelstöcken und z.B. bei Pflanzarbeiten) muss daher weiterhin mit Kampfmitteln gerechnet werden.

Zu 2: Das Räumziel „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ wird an Land mit den gezielt eingesetzten Räumverfahren 1, 4 und 5, in Gewässern mit allen drei Verfahren erreicht. Dies kann u.a. durch folgende Vorgaben für die Durchführung der Räumung geschehen:

- Begrenzung der Räumtiefe,
- Räumung von definierten Kampfmitteln.

Nach einer Kampfmittelräumung mit dem Ziel einer „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ ist/sind nur die vorher festgelegte Nutzung bzw. Nutzungen möglich. Erkenntnisse zu den auf der Fläche verbleibenden Störkörpern sind zu dokumentieren. Wenn Nachnutzungen geplant sind oder der Verkauf der Flächen vorgesehen ist, dann ist auf die Beschränkung hinzuweisen und die Einschränkung darzustellen (siehe „Freigabebescheinigung“ Anhang A-9.4.12).

## 2.2 Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen

Die uneingeschränkte Nutzung kann nur mit Kampfmittelräumverfahren erreicht werden, die sowohl technisch als auch methodisch dafür geeignet sind.

## 3 Kampfmittelräumverfahren Land

Im Folgenden werden die in den Technischen Spezifikationen A-9.4.3 bis A-9.4.7 beschriebenen Räumverfahren Land hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten bei einem definierten Räumziel und ihrer Verfahrensgrenzen dargestellt.

### 3.1 Visuelle Kampfmittelräumung

Bei der visuellen Kampfmittelräumung wird die Räumfläche optisch auf Kampfmittel überprüft.

#### 3.1.1 Verfahrensbeschreibung

Die Räumfläche muss vollflächig begangen werden. Die auf der Geländeoberfläche liegenden oder aus dieser herausragenden Kampfmittel sind zu räumen.

Die Vegetation ist auf umschlossene und eingewachsene Kampfmittel zu überprüfen.

Die Räumung ist hangaufwärts durchzuführen, um den optimalen Blickwinkel auf die Geländeoberfläche zu gewährleisten.

### 3.1.2 Verfahrensgrenzen

Dieses Räumverfahren kann der Reduktion von Gefährdungen bei Maßnahmen ohne Bodeneingriff auf kampfmittelbelasteten Flächen dienen.

Das Räumverfahren ist aufgrund des methodischen Ansatzes zur Herstellung der „Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen“ ungeeignet. Die Verfahrensgrenzen werden durch folgende Eckpunkte beschrieben:

1. Bei dichter, die Sicht auf den Boden verdeckender Vegetation ist der hilfswise Einsatz von Sonden erforderlich.
2. Knapp unter der Geländeoberkante befindliche Kampfmittel verbleiben auf der Fläche und können durch Erosion, Frostwachstum etc. an die Oberfläche gelangen.
3. Die Gefährdung durch die verbliebenen Kampfmittel ist für jede geplante Maßnahme erneut abzuschätzen.

## 3.2 Baubegleitende Kampfmittelräumung

Bei diesem Räumverfahren werden die horizontalen und vertikalen Flächen der Baugrube mit aktiven und / oder passiven Sonden untersucht. Nach Freigabe durch die verantwortliche Person (§ 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG) kann der Boden unter zusätzlicher visueller Kontrolle schichtweise ausgebaut werden. Dieser Vorgang wird bis zum Erreichen der Aushubsohle wiederholt.

### 3.2.1 Verfahrensbeschreibung

Zum Erreichen des Räumziels „Kampfmittelfreiheit“ sind die Aushubsohle und die Grubenböschungen bzw. -wände in Abhängigkeit der vermuteten Kampfmittel mittels aktiver und / oder passiver Sonden vollflächig und systematisch zu untersuchen und ggf. zu räumen.

Die BGR 114 Anhang 5 „Besondere Sicherheitsanforderungen“ ist zu beachten.

### 3.2.2 Verfahrensgrenzen

Dieses Räumverfahren kann der Reduktion von Gefährdungen bei Maßnahmen mit Bodeneingriff auf kampfmittelbelasteten Flächen dienen. Es kann angewendet werden, wenn Kampfmittelnachweise aufgrund konkreter Verdachtsmomente nicht ausgeschlossen werden können. Dabei wird der im Wirkungsbereich eines Erdwerkzeuges befindliche Boden auf Kampfmittel untersucht, bevor der Bodenabtrag stattfindet.

Dieses Räumverfahren ist aufgrund des methodischen Ansatzes zur Herstellung der Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen für Baugruben geeignet. Die Verfahrensgrenzen werden durch folgende Eckpunkte beschrieben:

1. Der bei der Räummaßnahme hergestellte kampfmittelfreie Bereich beschränkt sich auf den bei den Bauarbeiten umgesetzten und den in der Baugrube anstehenden Boden.
2. Die Mächtigkeit der in der Baugrube von Kampfmitteln freigemessenen Bodenschicht wird durch die Empfindlichkeit der eingesetzten aktiven und / oder passiven Sonde bzw. die Störkörpergröße bestimmt und ist daher nicht in jedem Fall eindeutig bestimmbar.
3. Durch vorhandene bauliche Anlagen (Kabel, Leitungen, Betonbaukörper) oder Hilfsbaumaßnahmen (Verbau) können Einschränkungen der Sondierfähigkeit des in der Baugrube anstehenden Bodens entstehen.

### 3.3 Räumung von Bombenblindgängern

Bombenblindgänger oder -zerscheller können in Abhängigkeit von den Standortbedingungen durch Archivalien- und Luftbildauswertung und nachfolgender Oberflächen- und / oder Tiefensondierung festgestellt werden. Hinweise zu den Ortungsverfahren finden sich im Anhang A-3.1.6 und in der Technischen Spezifikation A-9.4.5.

#### 3.3.1 Verfahrensbeschreibung

Nach Lokalisierung eines Verdachtskörpers wird dieser, ggf. unter Einsatz von Spezialtiefbau-technik (erschütterungsfreier Spundwandverbau, Einbringen von Schachtringen, Grundwasserabsenkung, etc.), manuell unter hilfsweisem Einsatz von Baumaschinen freigelegt.

#### 3.3.2 Verfahrensgrenzen

Dieses Verfahren dient der Räumung von Bombenblindgängern, wobei üblicherweise aufgrund der von Bombenblindgängern ausgehenden Gefahren die Blindgänger vollständig geborgen werden. Das Ziel dieses Verfahrens ist damit auf die Kampfmittelfreiheit einzelner Bombenblindgängerverdachtspunkte festgelegt.

Folgende Einschränkungen kann das Verfahren haben:

Das Detektionsergebnis wird durch die Empfindlichkeit der eingesetzten aktiven und / oder passiven Sonde, die Anordnung des Tiefensondierasters, anderer Störkörper und die Größe der Bombe bestimmt.

### **3.4 Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung**

Die Räumfläche wird systematisch und vollflächig mit aktiven und / oder passiven Sonden von der Geländeoberfläche ausgehend untersucht. Lokalisierte Störkörper und identifizierte Kampfmittel werden geräumt.

#### **3.4.1 Verfahrensbeschreibung**

Die geophysikalischen Untersuchungen sind je nach Notwendigkeit zweistufig durchzuführen. Nach dem Einsatz aktiver Sonden zur Detektion von Störkörpern aus Nichteisenmetallen erfolgt die Untersuchung mit passiven Sonden zur Ermittlung von ferromagnetischen Störkörpern.

Lokalisierte Störkörper werden unter Beachtung der allgemeingültigen Verfahrensgrundsätze und der DIN 4124 freigelegt, identifiziert und geborgen. Bei Räumungen mit Tiefenbegrenzung ist das Vorgehen bei der Detektion von Störkörpern unterhalb der vorgegebenen Räumtiefe vertraglich zu regeln.

#### **3.4.2 Verfahrensgrenzen**

Dieses Räumverfahren ist aufgrund des methodischen Ansatzes geeignet, sowohl die „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ als auch die „Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen“ von geräumten Flächen herzustellen.

Die Verfahrensgrenzen werden durch folgende Eckpunkte beschrieben:

1. Die durch Untersuchungen mit aktiven und / oder passiven Sonden ermittelte Störkörperdichte sollte 100.000 Störkörper / ha nicht überschreiten.
2. Die Mächtigkeit der von der Oberfläche von Kampfmitteln freigemessenen Bodenschicht wird durch die eingesetzten aktiven und / oder passiven Sonden, der Lage des Störkörpers, dem Abstand zwischen Störkörper und Sonde sowie durch den Standort gegebene Besonderheiten bestimmt. Die Mächtigkeit ist in der Räumplanung zu ermitteln.



### 3.5 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)

Die zu räumende Fläche ist vor dem Aushub schichtweise auf große Störkörper zu sondieren und von diesen punktuell zu räumen. Der Aushub wird seitlich auf einer kampfmittelfreien Fläche visuell geprüft und / oder sondiert.

#### 3.5.1 Verfahrensbeschreibung

Befinden sich bauliche Anlagen auf der Räumstelle, unter denen Kampfmittel vermutet werden, sind diese unter Beachtung der Technischen Spezifikation A-9.4.3 „Baubegleitende Kampfmittelräumung“ zurückzubauen.

Der mit Kampfmitteln belastete Boden ist unter Einhaltung der DIN 4124 schichtweise zu lösen. Die Schichtsohlen sind auf große Störkörper zu sondieren und von diesen zu räumen.

Dies kann in Abhängigkeit von der Handhabungsfähigkeit der Kampfmittel durch Umsetzen des Bodens mittels Spaten, durch Ausstreuen des Bodens mittels Bagger oder durch mechanische Separation oder Siebung, ggf. unter Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden erfolgen. Die für die Bearbeitung der Aushubmassen genutzte Fläche ist nach deren Abräumung erneut zu sondieren und von noch verbliebenen Kampfmitteln zu räumen.

Abschließend werden die Aushubsohle sowie die Böschungswände mittels aktiver und / oder passiver Sonden sondiert und geräumt, bis die geforderte Qualität erreicht ist.

Bei entsprechender Kampfmittelart und Anzahl der Störkörper kann die Bergung unter Beachtung der allgemeingültigen Verfahrensgrundsätze durch eine vollständige Umsetzung des Bodens mittels mechanischer Separation unter Einsatz von Magnetabscheidern (Permanentmagnet) und bei Vorhandensein von Nichteisenmetallen zusätzlich unter Einsatz von Wirbelstromabscheidern erfolgen. Werden Separationsanlagen eingesetzt, ist der Räumefolg am Auslass der Anlage kontinuierlich visuell zu überprüfen. Geophysikalische Verfahren können hilfsweise eingesetzt werden.

#### 3.5.2 Verfahrensgrenzen

Dieses Räumverfahren ist aufgrund des methodischen Ansatzes geeignet, sowohl die „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ als auch die „Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen“ von geräumten Flächen herzustellen.

Die Verfahrensgrenzen werden durch folgende Eckpunkte beschrieben:

1. Die durch Untersuchungen mit aktiven und / oder passiven Sonden ermittelte Störkörperdichte sollte  $> 100.000$  Störkörper / ha sein.
2. Die Räumtiefe wird durch die technischen Möglichkeiten des Tiefbaus begrenzt.

3. Die bindige Beschaffenheit des Bodens in Verbindung mit dem Auftreten kleinteiliger und / oder stark korrodierter und bei mechanischer Beanspruchung zerfallender Kampfmittel kann erheblichen Räumaufwand erfordern und im Einzelfall das Erreichen des Räumziels verhindern.
4. Die Einsatzmöglichkeiten von Separationsanlagen werden durch die zu erwartenden Kampfmittel und die daraus abzuleitende Masse an Explosivstoff begrenzt. Entsprechende Regelungen trifft die BG-Information „Sicherheitshinweise für den Einsatz von Separieranlagen bei der Bergung von Fundmunition (Kampfmittelräumung)“.

#### **4 Kampfmittelräumverfahren Gewässer**

Im Folgenden werden die in den Technischen Spezifikationen A-9.4.13 bis A-9.4.15 beschriebenen Räumverfahren Gewässer hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten bei einem definierten Räumziel und ihrer Verfahrensgrenzen dargestellt.

##### **4.1 Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung**

Bei der vollflächigen, sedimenteingreifenden Kampfmittelräumung wird der Gewässergrund durch Geräte oder Taucher auf Kampfmittel untersucht. Sedimente werden nicht gefördert.

##### **4.1.1 Verfahrensbeschreibung: Tauchereinsatz**

Der Gewässergrund wird durch einen Taucher oder eine Tauchergruppe mit der Sonde mäanderförmig vollflächig abgeschwommen. Bei geneigtem Gewässergrund ist der Gewässergrund aufwärts abzuschwimmen, um einen optimalen Blickwinkel auf den Gewässergrund zu gewährleisten. Die Navigation unter Wasser erfolgt durch geeignete Hilfsmittel, wie z.B. Grundleinen aus nichtferromagnetischem Material. Die handgeführten Sonden sind auf die jeweiligen Verhältnisse abzustimmen. Beim Sondieren festgestellte Störkörper werden von einem Taucher mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG freigelegt, identifiziert und bedarfsweise geborgen. Kann das Personal die Störkörper nicht ohne Hilfsmittel freilegen, können als solche beispielsweise Spüllanzen, Luftheber oder Bagger eingesetzt werden. In besonderen Fällen kann auch ein Verbau eingesetzt werden.

Je nach Räumziel können diese Arbeiten das gesamte kampfmittelbelastete Sediment umfassen oder lediglich auf Gewässersohle beschränkt werden. Im letzten Fall wird in aller Regel allerdings keine Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen erreicht, da bereits knapp unter der Gewässersohle liegende Kampfmittel nicht mehr geborgen werden.

Der Punkt, von dem ein Störkörper geborgen wurde, ist durch eine Kontrollsondierung zu überprüfen. Sie stellt sicher, dass sich im Liegenden des geborgenen Körpers keine weiteren Störkörper befinden. Diese Kontrolluntersuchung kann auch nach Abschluss der Arbeiten durch eine flächenhaft ausgeführte geophysikalische Untersuchung des Gewässergrundes mit einem Sondenarray erfolgen.

Strömungen können Schutzmaßnahmen, wie z.B. ein Stromschild, erforderlich machen. Diese Schutzmaßnahmen sind so zu planen und einzusetzen, dass die Sondierung und Räumung unterstützt und Einschränkungen handhabbar bleiben.

#### 4.1.2 Verfahrensgrenzen: Tauchereinsatz

Die Anwendung des Verfahrens wird eingeschränkt oder ausgeschlossen bei

- ungünstigen Sichtverhältnissen (z.B. Trübung oder starke Bodenvegetation),
- starken Strömungen,
- einer hohen Störkörperbelastung (z.B. starker Verschrotung),
- flächigen Verfüllungen oder Überlagerungen (z.B. durch Bauschutt),
- langen Austauschzeiten bei größeren Wassertiefen.

#### 4.1.3 Verfahrensbeschreibung: Geräteinsatz

Der Gewässergrund wird durch Geräte mäanderförmig vollflächig abgesucht. Die Geräte werden von schwimmenden Einheiten (Schiff, Ponton) aus über oder in den Gewässergrund geführt.

Üblicherweise werden diese Arbeiten mit einem Unterwassermagnet mit Spüldüsen vorgenommen. Nur in Ausnahmen wurden bislang andere Geräte, wie z.B. Unterwasserrechen, Steinschaufel oder hydraulisch betriebene Grabgabel mit Spüldüsen eingesetzt. Diese Techniken werden deshalb hier nicht näher beschrieben.

Bei der Räumung mittels Unterwassermagnet wird dieser von der schwimmenden Einheit an einem Kran auf den Gewässergrund abgelassen und dort in die vorgesehene Tiefe eingespült. Die örtlichen Sedimentverhältnisse bedingen das Spülverfahren und die erreichbare Einspültiefe. Eine unmittelbare Beobachtung der Räumfläche und der erreichten Einspültiefe eines einzelnen Einspülvorganges ist wegen der beweglichen Aufhängung des Magneten nicht möglich.

Ferromagnetische Körper werden vom Magneten angezogen und bleiben haften, wenn die Magnetkraft die Bindungskräfte im Boden und die Kraftwirkungen beim Umsetzen und / oder Hieven des Magneten überwindet. Die Beladung des Magneten kann mit einer sogenannten Lastanzugskontrolle, die die Veränderung des Stromflusses bei Änderung des Magnetfeldes durch Objekte im Umfeld der Magnetwirkung registrieren, kontrolliert werden. Bei entsprechender Sensibilität und Gestaltung der Anzeige gelingt es Lastabrisse und damit den Verlust der angezogenen Körper zu erkennen.

Nach Hieven des Magneten werden die anhaftenden Körper durch einen Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG begutachtet und bei Identifikation von Kampfmitteln über die weitere Verfahrensweise entschieden. Gewöhnlich werden Kampfmittel und Schrott separat in einer beiliegenden Schute abgelegt.

#### 4.1.4 Verfahrensgrenzen: Geräteeinsatz

Der Einsatz eines Unterwassermagneten besitzt verschiedene Grenzen, die das Räumergebnis maßgeblich beeinflussen:

Abhängig vom Sediment und der technischen Auslegung der Einspülvorrichtung ist mit dem Unterwassermagneten nur eine begrenzte Einspül- und damit Räumtiefe von i.d.R. maximal wenigen Dezimetern zu erreichen. Hinzu kommen die Begrenzungen, die durch Einschränkungen bei der Anhaftung der ferromagnetischen Teile an dem Magneten festzustellen sind. Deshalb eignet sich der Unterwassermagnet in den meisten Fällen nur für eine oberflächennah am Gewässergrund ausgeführte Kampfmittelräumung in wenig verfestigten Sedimenten.

Die Position des Magneten kann bei der derzeit üblichen Verfahrensweise (Aufhängung an flexibler Kette) nicht genau lokalisiert werden. Damit kann die vollflächige Bearbeitung nicht sichergestellt und auch nicht nachgewiesen werden.

Das Verfahren wird ohne Sicht ausgeführt. Eine Beobachtung mit Unterwasserkameras ist wegen des aufgespülten Sedimentes nicht möglich. Der Räumefolg kann damit nicht unmittelbar beobachtet bzw. festgestellt werden.

Nicht identifizierte Kampfmittel werden durch die Anziehungskraft des Magneten unkontrolliert bewegt. Eine Detonation von Kampfmitteln unter Wasser oder an Deck kann nicht ausgeschlossen werden.

Durch die Aufmagnetisierung des nicht geräumten Sedimentes sind eine spätere geomagnetische Kontrolluntersuchung und eine auf passiven Sonden basierende Kampfmittelräumung in aller Regel nicht mehr möglich.

## 4.2 Kampfmittelräumung durch Abtrag des Sedimentes mit Separation von Kampfmitteln und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)

Bei diesem Verfahren wird das Sediment durch Nassbaggerverfahren flächig abgetragen. Der Aushub wird auf Kampfmittel untersucht. Das Baggergut wird verklappt oder deponiert.

### 4.2.1 Verfahrensbeschreibung

Die Kampfmittelräumung durch Abtrag des Sedimentes umfasst drei Arbeitsschritte:

- Abbau des Sedimentes,
- Transport des Sedimentes von der Abbaustelle zum Ablagerungsort und dortige Ablagerung,
- Trennung der Kampfmittel aus dem abgebauten Sediment.

Die Fläche, in der das Sediment abgebaut werden soll, ist einzumessen und zu kennzeichnen. Vor der eigentlichen Abgrabung können einzelne, als besonders problematisch eingestufte Objekte, z.B. durch Taucher, beseitigt werden. Je nach Abgrabungstiefe und Kampfmittelinventar kann der Abbau der Sedimente in einer oder mehreren Schichten erfolgen. Bedarfsweise können schichtweise zwischengeschaltete geophysikalischen Untersuchungen erforderlich werden.

Für den Abbau des Sedimentes, dessen Transport und für die Separation der Kampfmittel aus dem Sediment stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Sie können teilweise miteinander kombiniert werden. Die Separation der Kampfmittel kann dabei erfolgen

- am Gewässergrund,
- auf einer Schute od. ähnl. (unmittelbar am Abgrabungsort),
- nach Transport am Ablagerungsort.

Das Sediment wird mit folgenden Verfahren abgebaut:

- Stelzen- oder Löffelbagger,
- Eimerkettenbagger,
- Saug- und / oder Hopperbagger.

Das Sediment, welches Kampfmittel enthält, wird durch Nassbaggerverfahren aus dem Gewässerbett gelöst und direkt in eine Schute verladen oder über Rohrleitungen in ein Spülfeld transportiert.

Vor Ablagerung am endgültigen Ablagerungsort wird das Sediment auf Kampfmittel überprüft und aufgefundene Kampfmittel werden entfernt. Die Kampfmittel können mit Hilfe verschiedener Verfahren aus dem Sediment entfernt werden:

### **Stelzen- oder Löffelbagger**

Mit dem Baggerlöffel wird das Sediment abgebaut und in eine beiliegende Schute abgelegt. Die Separation von Kampfmitteln erfolgt mit Hilfe verschiedener Techniken auf der Schute oder seltener am Ablagerungsort:

#### Sieb:

Kampfmittel werden aus dem Baggergut mittels Sieb abgetrennt. Dessen Maschenweite ist so zu wählen, dass das Kleinste zu erwartende Kampfmittel sicher separiert wird. Der Siebvorgang kann mit einem Wasserstrahl gefördert werden. Die separierten Kampfmittel werden identifiziert, geborgen und in einer beiliegenden Schute abgelegt.

#### Holzpodest:

In der Schute wird ein Holzpodest eingerichtet, auf das das Baggergut chargenweise abgelegt wird. Das Baggergut wird anschließend mit Hilfe geophysikalischer Verfahren (vorzugsweise aktiver Sonden) auf Kampfmittel untersucht. Festgestellte Kampfmittel werden händisch entfernt und auf der Schute sicher gelagert. Sedimenttyp, zu erwartende Kampfmittel und eingesetzte Sondiertechnik bestimmen die Schichtdicke des auf dem Holzpodest abgelegten Baggergutes.

#### Separationsanlage:

Das Baggergut wird in einer Separationsanlage behandelt. Kampfmittel werden mit geeigneter Abscheidetechnik (Siebe, Magnetabscheider, Wirbelstromabscheider o.ä.) aus dem Baggergut entfernt.

### **Eimerkettenbagger**

Im Gegensatz zum Löffelbagger erfolgt der Anschnitt des Sedimentes von unten. Der Produktionsprozess erfolgt kontinuierlich und das Baggergut fällt aus einer geräteabhängigen Höhe in die Ablage. Die Trennung der Kampfmittel vom Sediment kann wie beim Stelzen- oder Löffelbagger erfolgen.

### **Saug- und / oder Hopperbagger**

Beim Saug- bzw. Hopperbagger wird das Sediment durch eine Pumpe angesaugt und gefördert. Kampfmittel und andere gleichgroße Objekte werden aus dem Ansaugstrom durch ein Sieb abgetrennt. Dieses sog. Überkorn setzt sich von dem Sieb ab und muss regelmäßig nach dem Abschalten des Saugkopfes entfernt werden. Hiermit werden gleichzeitig auch die Geräte gegen Havarietonationen geschützt.

Die Maschenweite des Siebes wird auf Basis der Erkundung festgelegt und ist für den Räumefolg von großer Bedeutung.

### 4.2.2 Verfahrensgrenzen

Die Nassbaggerverfahren gewährleisten dann eine vollständige Beseitigung der Kampfmittel, wenn die Verfahren und Techniken entsprechend den Anforderungen eingesetzt werden. Die direkte Kontrolle des Räumersfolgs ist nicht möglich; dieser kann erst im Nachgang mit Hilfe geophysikalischer Verfahren überprüft werden.

Wesentliche Nachteile sind, dass

- Abgrabungen in nach unten abgedichtete oder zur Seite verbaute Kanäle nicht oder nur mit Einschränkungen möglich sind.
- das Baggergut während des Förderprozesses nicht oder nur eingeschränkt beobachtet und auf Kampfmittel untersucht werden kann.
- durch die unkontrollierte Bewegung der Kampfmittel beim Förderprozess (z.B. bei der Ablagerung aus der Baggerschaufel, durch Druckstöße während des Spülvorgangs) es zu unvorhersehbaren Ereignissen (=Detonationen) kommen kann. Die mechanische Beanspruchung während des Förderprozesses kann bei angesprengten oder korrodierten Kampfmitteln zum Freisetzen der Explosivstoffe führen.
- die Sicherheit des Personals nur mit großem Aufwand (Splitterschutz, Entfernen des Personals während der Ablagerung des kampfmittelehaltigen Sedimentes) hergestellt werden kann.
- die Abgrabung des Sedimentes häufig zur Entsorgungsnotwendigkeit desselben mit entsprechenden Kosten führt.

### 4.3 Einzelpunkträumung

Werden durch die geophysikalischen Erkundungen kampfmitteleverdächtige Einzelobjekte festgestellt, können sie mit geeigneten, dem Einzelfall angepasste Verfahren freigelegt, identifiziert und ggf. geborgen werden. Hierbei können Taucher, verschiedene Geräte (z.B. Bagger, Schachtringe, Unterwassermagnet) oder Verfahrenskombinationen zum Einsatz kommen. Das Verfahren dient damit der Räumung von kampfmitteleverdächtigen Einzelobjekten.

### 4.3.1 Verfahrensbeschreibung

Das Verdachtsobjekt wurde durch geophysikalische Verfahren (Flächengeophysik oder Tiefensondierungen) festgestellt. Für die Räumung ist es geodätisch exakt auf dem Gewässergrund zu lokalisieren und eindeutig zu markieren. Danach wird das Objekt mittels Taucher, den genannten Geräten oder Verfahrenskombinationen unter Einsatz notwendiger Hilfstechniken freigelegt. In der Regel identifiziert ein Taucher mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG anschließend das Objekt. Je nach Befund entscheidet dieser über die weitere Vorgehensweise. Nachdem die Transportsicherheit festgestellt oder hergestellt wurde, kann das Kampfmittel mit geeigneten Verfahren an die Wasseroberfläche gefördert werden.

### 4.3.2 Verfahrensgrenzen

Bei erfolgreicher Bergung des festgestellten Objektes mit unmittelbar anschließender geophysikalischer Untersuchung des Liegenden, einschließlich erfolgreich durchgeführter Nachgrabungen, hat das Verfahren keine wesentlichen Verfahrensgrenzen.

Dies gilt jedoch nur, wenn das Verfahren nach genauer Erkundung und Planung zielgerichtet eingesetzt und keine überzogenen Anforderungen impliziert wurden.

## 5 Umweltauswirkungen von Räumarbeiten

Kampfmittelräumungen können in Abhängigkeit vom eingesetzten Verfahren nachteilige Auswirkungen für die Umwelt haben. Daher ist dieser Aspekt bei der Wahl des Räumverfahrens zu berücksichtigen. Folgende Auswirkungen sind beispielsweise möglich:

1. Insbesondere der Einsatz von Separationsanlagen führt aufgrund des massiven Eingriffs in den Boden (Rodung der Vegetation, Beschädigung der Vegetationsdecke, Zerstörung der Bodenschichtung und Auflockerung des Bodens) zu erheblichen Umweltbeeinträchtigungen.
2. Aufgrund starker Korrosion nach langer Liegezeit können Kampfmittel schon bei mäßiger mechanischer Beanspruchung zur Wirkung kommen oder zerfallen und dabei ihre Inhaltsstoffe freisetzen. Insbesondere der Einsatz von Separationsanlagen führt in solchen Fällen zu Bodenverunreinigungen mit Kampfmittelinhaltsstoffen.
3. Auf Flächen, auf denen Kampfmittel in größerem Umfang gesprengt wurden, können im Boden freiliegende, feinverteilte Kampfmittelinhaltsstoffe auftreten. Kampfmittelräumungen mit Bodeneingriff führen zur Beschädigung der Vegetationsdecke und zur Auflockerung des Bodens. Damit wird die Aufnahmefähigkeit des Bodens für Niederschlagswasser verbessert, was die Mobilisierung der Kampfmittelinhaltsstoffe durch das vermehrt auftretende Sickerwasser zur Folge hat.



4. Aus Zerschellern ausgetretene Explosivstoffe sind Kampfmittel i. S. dieser Arbeitshilfen und damit zu räumen.
5. Bei der Wasserräumung können kontaminierte Sedimente freigesetzt oder verlagert werden, die gegebenenfalls kostenintensiv beseitigt werden müssen.
6. Die Beeinflussung der im Gewässerschlamme vorzufindenden Lebewesen und damit Auswirkungen auf die Gewässerökologie.



## A-4.2 Räumkonzept, Räumplanung, Ausführungsplanung, örtliche Bauüberwachung

### 1 Vorbemerkung

Die Ausführung von Kampfmittelräummaßnahmen bedarf grundsätzlich der planerischen und konzeptionellen Vorbereitung sowie der Begleitung/Überwachung der Ausführung. Wesentlich ist, dass jede Räummaßnahme, die sorgfältig vorbereitet wird, in der Ausführungsphase ohne größere Unterbrechungen wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Es ist darauf zu achten, dass alle zu ergreifenden Planungsschritte dem zu erwartenden Umfang der Räummaßnahme angemessen sind.

Da Kampfmittelräummaßnahmen als Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzbauverwaltungen abgewickelt werden, sind auch die entsprechenden Regelungen der RBBau zu beachten.

Die RBBau unterscheidet in der Planungsphase zwischen

- der Entscheidungsunterlage Bau (ES-Bau),
- der Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau) und den
- weiteren Ingenieurleistungen.

Dieser Unterteilung wird auch im Rahmen der AH KMR und in den Anhängen A-7.2.7, A-7.2.8 und in der TS A-9.4.9 gefolgt.

**Tab. A-4.2 - 1: Leistungsbilder Ingenieurleistungen**

Anhang	Abschnitt	Inhalt
A-7.2.7	1	Leistungsbild „Räumkonzept“, (ES-Bau)
	2	Leistungsbild „Räumplanung“, (EW- Bau)
	3	Leistungsbild „Ausführungsplanung“
A-7.2.8		Leistungsbild „örtliche Bauüberwachung“

In der TS A-9.4.9 wird die Struktur des Erläuterungsberichtes zu den Raumplanungsleistungen Entscheidungsunterlage (ES-Bau) / Entwurfsunterlagen (EW-Bau) dargestellt.

## 2 Leistungsbilder

### 2.1 Räumkonzept (ES-Bau) und Räumplanung (EW-Bau)

Die Planungsschritte zum „Räumkonzept“ und zur „Räumplanung“ sind dem Anhang A-7.2.7 zu entnehmen. Diese basieren vom Grundsatz her auf den Leistungsphasen 1 - 4 des §55 HOAI (Teil VII „Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen“) und wurden auf die Anforderungen der Kampfmittelräumung angepasst. Eine nähere Beschreibung ist dem Kapitel 6.2 – Textteil zu entnehmen.

Die Unterteilung in die Leistungsbilder „Räumkonzept“ und „Räumplanung“ basiert auf den Regelungen der RBBau. Bei sog. „großen Neu-, Um- und Erweiterungsbauten“ des Bundes (RBBau, Abschnitt E) sind zu einem frühen Zeitpunkt eine Bedarfsanalyse, eine Variantenuntersuchung und die Ermittlung einer Kostenvorgabe zu erstellen, die dann mit den Bedarfsträgern und den zuständigen Ministerien abzustimmen ist (-> ES-Bau).

Diese Regelung gilt für „große Neu-, Um- und Erweiterungsbauten“ mit Kosten über 1.000.000 € durch die „neue Anlagen geschaffen, bestehende Liegenschaften in ihrer baulichen Substanz wesentlich verändert werden oder die der erstmaligen Herrichtung einer Liegenschaft infolge neuer Zweckbestimmung dienen.“ (RBBau, Abschnitt E, Seite 15, Rdn. 1.1). Kampfmittelräummaßnahmen sind dieser Definition zuzuordnen.

In der weiteren Abfolge sieht die RBBau die Erstellung der EW-Bau (RBBau, Abschnitt E und Anhang 14) vor.

- Leistungsbild „Räumkonzept“ (ES- Bau)  
Die ES-Bau setzt sich aus den Leistungsphasen „Grundlagenermittlung“ und Teilen der „Vorplanung“ zusammen. Die entsprechenden Bearbeitungsmerkmale sind im Anhang A-7.2.7, Abschnitt 1 dargestellt. Das Räumkonzept muss die Lösung aufzeigen, die zur Erzielung der erforderlichen Genehmigungen / Freigaben geboten ist.
- Leistungsbild „Räumplanung“ (EW- Bau)  
Für die Erstellung der Entwurfsunterlage (EW- Bau) sind die nicht in der ES-Bau berücksichtigten Teile der Vorplanung, der Entwurfsplanung und der Genehmigungsplanung zu bearbeiten (siehe A-7.2.7, Abschnitt 2).

Als Grundlage aller weiteren Planungsschritte ist der Erläuterungsbericht zur Räumplanung (siehe A-9.4.9 TS Erläuterungsbericht) so abzufassen, dass die Inhalte selbst erklärend und vollständig sind. Das Hinzuziehen weiterer Dokumente soll auf das Mindestmaß beschränkt sein.

## 2.2 Ausführungsplanung

Ist die Räumplanung erstellt und von allen fachlich sowie genehmigungsrechtlich Beteiligten freigegeben, kann mit den weiteren Planungsschritten begonnen werden. Diese umfassen:

- Ausführungsplanung
- Vorbereiten/Mitwirken bei der Vergabe
- Bauoberleitung (optional).

Die vorgenannten Planungsschritte können dem Planer einzeln oder im Ganzen übertragen werden. In der Regel ist die Aufgabe der „Bauoberleitung“ Aufgabe des Bauherren bzw. wird diese durch die Finanzbauverwaltung der Länder selbst durchgeführt.

Im Hinblick auf die Besonderheit von Kampfmittelräummaßnahmen und die Effektivität bei der Durchführung der Räumung, ist die Übertragung von Aufgaben der „Bauoberleitung“ an die „örtliche Bauüberwachung“ oder die „Projektsteuerung“ zu empfehlen. Entsprechende Hinweise sind im Leistungsbild enthalten. Eine komplette Übertragung der Leistungen der „Bauoberleitung“ ist nicht ohne aufwendige verfahrens- und haftungsrechtliche Regelungen möglich, da einige Grundaufgaben ausschließlich dem „Bauherren“ bzw. seinem direkten Vertreter (z.B. örtliche Finanzbauverwaltung) obliegen. Hierzu gehören insbesondere das Inverzugsetzen, die Abnahme von Leistungen und die Beantragung von behördlichen Abnahmen.

Die Übertragung von Aufgaben der „Bauoberleitung“, insbesondere der damit verbundenen Befugnisse auf der Räumstelle, sind innerhalb des Vertragswerkes eindeutig zu definieren und zu beschreiben.

Die Inhalte der genannten Planungsschritte sind im weitesten Sinne der HOAI Teil VII „Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen“ § 55, Lph. 5-8 angelehnt. In A-7.2.7 sind die Leistungsphasen dargestellt und bezogen auf Kampfmittelräummaßnahmen kommentiert.

## 2.3 Örtliche Bauüberwachung

Das Leistungsbild „Örtliche Bauüberwachung“ ist in A-7.2.8 dargestellt. Die Regelleistungen wurden in Anlehnung an § 57 Abs. 1 der HOAI erstellt. Zusätzlich wurden unter Eventualleistungen fachspezifische Aufgaben benannt, die je nach Art und Umfang der Räumstelle der örtlichen Bauüberwachung übertragen werden können.

Falls auch die Leistungen der „Bauoberleitung“ übertragen werden sollen, sind diese dem Anhang A-7.2.7, Abschnitt 3 zu entnehmen.

Wird zum Beispiel bei komplexen Räummaßnahmen eine „Projektsteuerung“ eingeschaltet, so können dieser auch Leistungen der „örtlichen Bauüberwachung“ übertragen werden. Wesentlich für den reibungslosen Ablauf und die Vermeidung von „Doppelbearbeitungen“ ist die Aufstellung einer Projektstruktur und der Kommunikationswege. Diese Aufgabe ist im Rahmen der „Ausführungsplanung“ als Bestandteil der Verdingungsunterlagen zu erbringen.

## 2.4 Berichtsstruktur (Erläuterungsbericht)

In der TS A-9.4.9 sind die Mindestanforderungen an die Erläuterungsberichte der Entscheidungsunterlage Bau und die Entwurfsunterlage Bau dargestellt. Beide Berichte weisen die gleiche Grundstruktur auf.

Ziel ist es, dass bei Fortschreibung der Planungsleistungen weitestgehend auf bereits bearbeitete Berichtsabschnitte zurückgegriffen werden kann, die dann um weitere Kapitel, der Planungstiefe entsprechend, ergänzt werden. Weiterhin soll nach Abschluss der „Räumplanung“ der Erläuterungsbericht (EW-Bau) so abgefasst sein, dass auf das Hinzuziehen weiterer Dokumente verzichtet werden kann. Alle getroffenen Aussagen müssen in sich abschließend nachvollziehbar und verständlich sein und Grundlage für die „Ausführungsplanung“ sein.

Für die den Bericht ergänzenden Karten- und Planwerke sind keine Maßstäbe vorgegeben. Diese sind projektbezogen vorab zu vereinbaren. Falls dieses nicht grundsätzlich möglich ist, sind seitens der Planverfasser die Abbildungsverhältnisse so zu wählen, dass eine in sich schlüssige Aussagefähigkeit besteht.

Alle Dokumente sind sowohl in Papier- als auch in digitaler Form vorzulegen. Die Formate sind vorab zu vereinbaren.

## A-5 Arbeitsschutz

### 1 Einführung

Die nachfolgenden Ausführungen gelten für den Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Kampfmittelräumarbeiten. Arbeiten in kontaminierten Bereichen gemäß „Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz (AH BoGwS)“ sowie auf Kampfmittelräumstellen mit Verdacht auf Kampfstoffmunition bzw. Kampfstoffen werden hier nicht berücksichtigt.

Rechtsgrundlage im Zusammenhang mit den Fragen des Arbeitsschutzes stellt das „Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit“ kurz Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) dar. Dieses Regelwerk wird durch ergänzende Verordnungen untermauert, von denen in der hier zu berücksichtigenden Fragestellung insbesondere die „Verordnung über Sicherheit und Gesundheit auf Baustellen“ kurz Baustellenverordnung (BaustellV) zu berücksichtigen ist. Weitere relevante Regelwerke sind das Sprengstoffgesetz (SprengG) und die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Grundsätzlich ist bei der Planung und Durchführung einer Räummaßnahme zwischen Pflichten des Bauherren bzw. des mit Bauherrenaufgaben beauftragten Dritten sowie Pflichten des mit der Bau durchführung/den Bauarbeiten beauftragten gewerblichen Unternehmers zu unterscheiden. Die Pflichten des Bauherren bzw. des von ihm beauftragten Dritten erstrecken sich über die Planungs- und Ausführungsphase einer Räummaßnahme. Die Pflichten des Unternehmers erstrecken sich auf die Ausführungsphase und basieren auf den eigenverantwortlichen Planungsarbeiten des Bauherren oder des von ihm beauftragten Dritten. In der Anlage sind die wichtigsten Pflichten des Bauherren (Anlage 1) bzw. des gewerblichen Unternehmers (Anlage 2) tabellarisch dargestellt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich in Abhängigkeit zur konkreten Situation im Räumstellenbereich zusätzliche Pflichten ergeben können.

### 2 Pflichten des Bauherren

Der Bauherr hat als Entscheidungsträger bei der Planung und Durchführung eines Kampfmittelräumvorhabens geeignete organisatorische Rahmenbedingungen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz zu schaffen.

#### 2.1 Arbeitsschutzgesetz

Die aus dem § 4 ArbSchG, Nr. 1 bis 5 unter Anwendung der BaustellV abzuleitenden Bauherrenpflichten ergeben eine umfassende Verantwortung für die Organisation des Räumprozesses und die Verkehrssicherung, unabhängig von der Größe oder Dauer der Maßnahme.

Bei der Bemessung von Ausführungsfristen für die Räummaßnahmen sind witterungsbedingte Beschränkungen sowie organisatorische Schutzmaßnahmen zu berücksichtigen, die in der BGR 114, Anhänge 5 und 6 (Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff) konkretisiert sind. Das ArbSchG relativiert damit Bestimmungen wie den § 6 Nr. 2 Abs. 2 der VOB/B, nach dem vorhersehbare Witterungseinflüsse nicht als Baubehinderung gelten, sofern die Grundsätze des ArbSchG nicht eingehalten werden können.

Weitere Einzelheiten zu den Bauherrenpflichten erläutern die RAB 33. Zur Erfüllung dieser Bauherrenaufgaben sind einschlägige Fachkenntnisse erforderlich, die ggf. durch die Einbindung von Fachleuten abzudecken sind.

## 2.2 Baustellenverordnung

Die Bestimmungen des ArbSchG werden u.a. durch die BaustellV ergänzt und konkretisiert, nach der Kampfmittelräumungen gefährliche Arbeiten im Sinne des Anhangs 2 sind. Neben den im § 4 ArbSchG festgelegten „allgemeinen Grundsätzen“ ergeben sich für den Bauherren aus der BaustellV weitere Pflichten – zu deren Erfüllung der Bauherr i.d.R. Dritte beauftragen muss, wenn er diese Fachkenntnisse nicht selbst hat.

Dazu zählen:

- Vorankündigung 2 Wochen vor Einrichtung der Baustelle (bei Erreichen der sog. Schwellenwerte (siehe § 2 (2) und Anlage 1),
- Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan) vor Einrichtung der Baustelle,
- Bestellung eines Koordinators (wenn auf einer Räumstelle Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber gleichzeitig oder nacheinander tätig werden).

Der SiGe-Plan ergänzt die gemäß BGR 114, Anhang 5, Abschnitt 4 von der im Sinne der BGR Verantwortlichen Person nach Auftragserteilung an den gewerblichen Unternehmer zu erstellende, räumstellerspezifische Betriebsanweisung. Der SiGe-Plan ist im Bedarfsfall an die Erfordernisse der Betriebsanweisung anzupassen.

Der Koordinator muss die Eignungskriterien gemäß den RAB 30 und Anhang A-9.1.11 erfüllen. Der Bauherr kann (bei Vorliegen der erforderlichen Fachkenntnisse) die Aufgaben des Koordinators persönlich wahrnehmen, in diesem Fall ergeben sich die diesbezüglichen zusätzlichen Pflichten aus den Bestimmungen des §3 (2) und (3) BaustellV.



### 2.3 Gefahrstoffverordnung

*Erfahrungsgemäß können blindgegangene oder angesprengte Kampfmittel aufgerissen oder zerschellt im Untergrund vorliegen. Dabei können Inhaltsstoffe dieser Kampfmittel (u.a. Zündermaterialien, Treib- und Nebelladungen oder Sprengstoffe) freigesetzt werden. Bei der Räumung von Kampfmitteln ist ein Kontakt der auf der Räumstelle Beschäftigten mit diesen Stoffen nicht auszuschließen.*

*Der Bauherr hat daher dem gewerblichen Unternehmer ein Sicherheitsdatenblatt entsprechend § 6 der GefStV und weitere zur Erfüllung der Pflichten nach der GefStoffV (vgl. Abschnitt 3.4) notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen und unter Berücksichtigung des § 17 GefStoffV bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung mitzuwirken. Darüber hinaus hat der Bauherr bei der Auswahl geeigneter Bewerber für die Kampfmittelräumung darauf zu achten, dass sie über die entsprechenden Fachkenntnisse gem. GefStV verfügen. Er hat gegenüber den Auftragnehmern / gewerblichen Unternehmern die Auskunftspflicht darüber, ob Gefahrstoffe im Sinne der GefStoffV vorhanden sind.*

### 2.4 Delegation von Bauherrenpflichten

Grundsätzlich ist zwischen delegierbaren und nicht delegierbaren Bauherrenpflichten zu unterscheiden.

Folgende Aufgaben sind durch den Bauherren auf jeden Fall in eigener Verantwortung wahrzunehmen:

1. Auswahl eines geeigneten Dritten.
2. Übertragung von klar umrissenen Befugnissen und Aufgaben. Der beauftragte Dritte muss wie der Bauherr selbst handeln und entscheiden können.
3. Kontrolle des beauftragten Dritten.
4. Die Beauftragung eines Dritten hat schriftlich zu erfolgen.

Überträgt der Bauherr seine Pflichten einem Dritten, bleiben diese solange in seiner Verantwortung, bis der Vertrag mit dem beauftragten Dritten wirksam ist. Die Beauftragung eines geeigneten Koordinators entbindet den Bauherren bzw. seinen beauftragten Dritten nicht von seiner Verantwortung. Die wesentlichen delegierbaren Bauherrenpflichten und - bei entsprechender Eignung - mögliche Adressaten für die Übernahme dieser Verpflichtungen sind in der Anlage 1 dargestellt.

### 2.5 Überwachung von Unternehmerpflichten

Der gemäß Anlage 2 geforderte Mindestumfang an Nachweisen und Anzeigen, die Erstellung der Betriebsanweisung gemäß BGR 114 sowie die Einhaltung der Anzeigepflicht durch den gewerblichen Unternehmer müssen durch den Bauherren oder dem von ihm beauftragten Dritten überwacht werden.

### 3 Pflichten des gewerblichen Unternehmers

Der gewerbliche Unternehmer führt die Räumarbeiten auf eigene Verantwortung unter Befolgung der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Sicherheitsvorschriften und Richtlinien aus. Die organisatorischen, technischen und wirtschaftlichen Mindestsicherheitsanforderungen an die Ausstattung einer Räumstelle und die dort Beschäftigten sind in der Technischen Spezifikation A-9.1.1 „Arbeitsschutz“ beschrieben. Nachfolgend werden einige für die Arbeitssicherheit auf Räumstellen wichtige Grundlagen dargelegt.

#### 3.1 Arbeitsschutzgesetz

Dem gewerblichen Unternehmer obliegen als Arbeitgeber alle im Rahmen des Arbeitsschutzgesetzes definierten Pflichten nach §§ 3 ff ArbSchG.

#### 3.2 Sprengstoffgesetz

Die Räumstellen sind nach § 14 SprengG als unselbstständige Zweigstelle eines Unternehmens der zuständigen Behörde 14 Tage vor Aufnahme der Räumtätigkeit anzuzeigen. Mit dieser Anzeige ist eine Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 2 und 3 SprengG zu benennen, die mit der Leitung der Räumstelle beauftragt ist (siehe auch Anlage 2). Diese Person übt die alleinige Weisungsbefugnis auf der Kampfmittelräumstelle aus. Andere Verantwortliche Personen und Koordinatoren (BaustellV, BGR 114, BGR 128) sind an die Anordnungen der leitenden Verantwortlichen Person nach § 19 SprengG gebunden.

Die Verantwortlichen Personen stehen gegenüber den zuständigen Behörden in der Anzeigepflicht (§26 SprengG) im Fall des Abhandenkommens von explosionsgefährlichen Stoffen sowie bei Unfällen, die auf den Umgang oder den Verkehr mit explosionsgefährlichen Stoffen zurückzuführen sind - soweit diese Unfälle nicht bereits auf Basis anderer Rechtsvorschriften zu melden sind.

### 3.3 Baustellenverordnung

Gemäß § 4 BaustellV kann der Bauherr seine Pflichten für die Ausführungsphase auch an den gewerblichen Unternehmer übertragen (Anlage 2), sofern dieser die Anforderungen der RAB 30 erfüllt. Gleichzeitig ist gemäß § 3 Abs. 3 Nr. 3 BaustellV die Fortschreibung des SiGe-Planes ebenfalls an den Koordinator zu übertragen. Obwohl die überwiegende Anzahl der aus den Bestimmungen der BaustellV resultierenden Aufgaben in erster Linie dem Bauherren oder dem von ihm beauftragten Dritten obliegen, definieren die § 5 und 6 der BaustellV ausdrücklich Pflichten von Arbeitgebern, welche in erster Linie einen sicheren Arbeitsablauf auf der Räumstelle gewährleisten sollen – zusätzlich wird ausdrücklich auf die Pflicht zur Berücksichtigung der Hinweise des Koordinators sowie der Festlegungen des Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes hingewiesen. Unabhängig von den Bestimmungen der §§ 2 und 3 wird in § 5 (3) ausdrücklich auf die bestehende Verantwortlichkeit für die Erfüllung der Arbeitgeberpflichten hinsichtlich der Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes hingewiesen.

### 3.4 Gefahrstoffverordnung

*Da es wahrscheinlich ist, dass bei der Räumung von Kampfmitteln auf explosionsfähige Stoffe, Stoffgemische oder Zubereitungen gestoßen wird, ist ein Kontakt der auf der Räumstelle Beschäftigten mit diesen Stoffen nicht auszuschließen.*

*Der Bauherr hat alle verfügbaren Informationen über die Baustelle und ein Sicherheitsdatenblatt nach § 6 GefStV nach den dort benannten Richtlinien an den gewerblichen Unternehmer auszuhändigen.*

*Gemäß § 7 „Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung“ hat der gewerbliche Unternehmer als Arbeitgeber vor Beginn der Tätigkeitsaufnahme d.h. hier konkret vor der Ausführungsphase zunächst festzustellen, ob im Rahmen der Tätigkeiten Gefahrstoffe i.S. der Gefahrstoffverordnung (§ 3) entstehen oder freigesetzt werden. Ist dies der Fall, ist zunächst eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen. Diese Gefährdungsbeurteilung ist unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten durchzuführen. Diese Beurteilung darf nur von fachkundigen Personen durchgeführt werden. Verfügt der gewerbliche Unternehmer nicht über die entsprechenden Fachkenntnisse, hat er sich fachkundig beraten zu lassen. Als fachkundige Personen gelten insbesondere der Betriebsarzt sowie die Fachkraft für Arbeitssicherheit. Im Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung werden verschiedene Schutzstufen ermittelt, die maßgeblich für weitergehende Bestimmungen für die Anwendung von Schutzmaßnahmen (§ 8 ff) sind. Zusätzlich legt § 12 ergänzende Schutzmaßnahmen bei Brand-/Explosionsgefahren fest, die durch Bestimmungen des Anhangs A-3.1. ergänzt werden. Dabei ist insbesondere auf die Festlegungen des Anhangs A-3.1.6 zu verweisen, wonach bei Tätigkeiten, die zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können und mehrere Beschäftigte tätig sind, eine mit den Arbeiten, Gefährdungen und Maßnahmen vertraute, zuverlässige Person als Aufsichtsführende zu benennen und erforderlichenfalls (Anhang A-3.1.6 (3)) ein Arbeitsfreigabesystem einzuführen.*

*Laut § 14 hat der Arbeitgeber die Pflicht, seine Beschäftigten in geeigneter, für die Beschäftigten verständlicher, Form und Sprache zu unterrichten und zu unterweisen. Hierzu ist zusätzlich eine Betriebsanweisung zu erarbeiten und zugänglich zu machen. Diese Unterweisungen haben mindestens jährlich, arbeitsplatzbezogen zu erfolgen und sind zu dokumentieren. Entsprechend § 15 i.V.m § 3 des Arbeitsschutzgesetzes hat der Arbeitgeber für eine angemessene arbeitsmedizinische Vorsorge zu sorgen.*

*Werden für die Durchführung von Arbeiten mit Gefahrstoffen vom gewerblichen Unternehmer Nachunternehmer (Fremdfirmen) beauftragt, so ist der gewerbliche Unternehmer als Auftraggeber dafür verantwortlich, dass nur Firmen herangezogen werden, die über die notwendigen Kenntnisse und Erfahrungen verfügen und über die Gefahrenquellen sowie die Verhaltensregeln informiert werden (§17(1)). Besteht die Möglichkeit einer gegenseitigen Gefährdung, ist vom gewerblichen Unternehmer vor Aufnahme der Tätigkeiten ein Koordinator zu bestimmen und mit allen relevanten Informationen zu versorgen. Der Bauherr und alle gewerblichen Unternehmer einschließlich der Nachunternehmer haben bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung zusammenzuwirken. Für die Durchsetzung der sicherheitsrelevanten Vorschriften trägt jeder Arbeitgeber die Verantwortung gegenüber seinen Beschäftigten.*

*Mit Novellierung der Gefahrstoffverordnung im Jahr 2005 entfällt die bisherige Anzeigepflicht des Arbeitgebers vor Aufnahme der Tätigkeiten gegenüber Arbeitsschutz- bzw. Gewerbeaufsichtsämtern. Anzeigepflicht gegenüber Behörden besteht nunmehr bei Unfällen oder Betriebsstörungen mit ernststen Gesundheitsschädigungen der Beschäftigten bzw. bei Krankheits- oder Todesfällen, bei denen konkrete Anhaltspunkte über einen Zusammenhang mit der Tätigkeit bestehen. Diese Mitteilung ist auch dem Beschäftigten als Durchschrift zu übergeben – ebenso dem Betriebs- oder Personalrat (§19 (1)). § 19 regelt darüber hinaus auch Mitwirkungspflichten des Arbeitgebers gegenüber den zuständigen Behörden. Diese können die Übergabe bzw. Einsicht in einzelne, den Arbeitsschutz betreffende Dokumente fordern wie z.B. die Gefährdungsbeurteilung oder die Nennung der nach §13 Arbeitsschutzgesetz Verantwortlichen Person (näheres § 19 (2)ff). Diese Bestimmungen gelten unbeschadet des § 22 des Arbeitsschutzgesetzes.*

### **3.5 Berufsgenossenschaftliche Richtlinie 114**

Die berufsgenossenschaftlichen Regelungen für die Kampfmittelräumung werden insbesondere durch die BGR 114 „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff“ getroffen.

Gemäß Anhang 5, Abschnitt 4 ist durch die Verantwortliche Person im Sinne des § 19 Abs. (1) Nr. 2 und 3 SprengG eine Betriebsanweisung für die zu bearbeitende Räumstelle (unselbstständige Zweigstelle) zu erstellen (siehe auch Anlage 2). Die Betriebsanweisung ist auf die örtlichen Verhältnisse der Räumstelle abzustimmen. Sofern gemäß BaustellV für eine Räumstelle die Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsplans nicht erforderlich ist, stellt die Betriebsanweisung den Beschäftigten der Kampfmittelräumfirma alle notwendigen Informationen für den Sicherheits- und Gesundheitsschutz zur Verfügung. Die Betriebsanweisung gilt auch für dritte beteiligte Firmen, die auf der Räumstelle tätig sind.

Der gewerbliche Unternehmer ist gemäß Anhang 5, Abschnitt 5 verpflichtet, die Beschäftigten über die bei den Arbeiten auftretenden Gefahren sowie über die Maßnahmen zu ihrer Abwendung anhand der Betriebsanweisung zu unterweisen. Zusätzliche Anforderungen zur terminlichen Gestaltung der Unterweisungen sind der Technischen Spezifikation A-9.1.1 „Arbeitsschutz“ zu entnehmen.

**Die Anlagen zu A-5 Arbeitsschutz „Pflichten des Bauherren/Planers“ (Anlage 1) und „Pflichten des gewerblichen Unternehmers“ (Anlage 2) stehen Ihnen als EXCEL-Dateien im Download-Bereich zur Verfügung.**



## A-6 Dokumentation

### A-6.1 Datenerhebung / Datenformate

Die RBBau regelt im Abschnitt H -Baubestandsdokumentation- die Verantwortung der Bauverwaltung für die digitale Dokumentation der von der Bauverwaltung durchgeführten Baumaßnahmen und die Verpflichtung des Bedarfsträgers alle übrigen, nicht von der Bauverwaltung beauftragten baulichen Veränderungen in die Baubestandsdokumentation einpflegen zu lassen. Im Abschnitt H wird zu Art und Umfang der Bestandsdokumentation von Außenanlagen auf die Baufachlichen Richtlinien Vermessung -BFR Verm- sowie auf die Regelungen in diesen Arbeitshilfen hingewiesen. In Kapitel 8 der Arbeitshilfen wird dargelegt, für welche Vielzahl von Aufgaben eine eindeutige und nachvollziehbare Dokumentation zur Pflege und Führung von Bestandsdaten der Kampfmittelräumung erforderlich ist. Die lagegetreue Lokalisierung der Flächen, die untersucht und / oder geräumt worden sind, wird als besonders wichtig hervorgehoben und hierzu auch der Bezug zur BFR Verm hergestellt.

In den Arbeitshilfen gibt es zu den Phasen A, B und C Festlegungen

- zur Struktur und Qualität der Erläuterungs- / Abschlussberichte,
- zum Umfang und zur Qualität der kartografischen Darstellungen,
- zur Datenstruktur und zu Datenformaten.

Danach können auch bestandsverändernde Daten aus dem Planungs- und Räumprozess einheitlich erhoben werden, um sie erfassen und aufbereiten zu können.

Die in der nachfolgenden Tabelle (Tab. A-6.1 - 1) genannten Technischen Spezifikationen im Anhang 9 sind den im Kapitel 8 der Arbeitshilfen genannten Prozessstufen zugeordnet:

**Tab. A-6.1 - 1: Zuordnung der Technischen Spezifikationen zu den Beurteilungsphasen**

PHASE	Prozessstufe gem. Kap. 8	Erläuterungs-/ Abschlussberichte	Datenstruktur, Datenformate
A-C	Vermessung	A-9.1.7 Vermessung	BFR Verm / Folie 864
A-C	Kartografische Darstellungen	A-9.1.4 Kartografische Darstellungen	
B-C	Prüffelder	A-9.4.2 Abnahmebedingungen / Prüffeld >>A-9.4.10	A-9.4.10 Anforderungen Dokumentation Phase C - DigiErf
A	Historisch-genetische Rekonstruktion	A-9.2.9 Anforderungen Bericht Phase A	A-9.1.3 Datenkataloge
B	Geophys. Untersuchungen	A-9.3.2 Anforderungen Dokumentation Geophysik A-9.3.6 Anforderungen Bericht Phase B	
B	Testfelder	A-9.3.6 Anforderungen Bericht Phase B	
C	Räumkonzept	A-9.4.9 Erläuterungsbericht einschl. erf. Pläne und Karten	
C	Abschlussbericht zu Räumungen	A-9.4.10 Anforderungen Dokumentation Phase C -Text-	A-9.4.10 Anforderungen Dokumentation Phase C - DigiErf
C	Bestätigung der Kampfmittelfreiheit	A-9.4.12 Freigabebescheinigung	

Die Datenerhebung der vermessungstechnischen Daten und der Sachdaten erfolgt i.d.R. durch Freiberufliche, die die Anforderungen gem. Anhang A-9.2.1, 9.3.5 und 9.4.2 erfüllen.

Da nur mit der Dokumentation zu den einzelnen Prozessstufen z. B. die Beweissicherung der Gefahrenbeseitigung geführt werden kann, müssen entgegen der Regelung in K10 RBBau -Behandlung und Aufbewahrung von Unterlagen- Dokumentationen zu Räummaßnahmen unbefristet aufbewahrt werden.



## A-6.2 Datenerfassung / -führung

Bei der Pflege und Führung der Bestandsdaten nehmen die Bauverwaltungen der Länder ihre besondere Verantwortung mit der Führung des Liegenschaftsinformationssystems Außenanlagen (LISA<sup>®</sup>) wahr.

Bei der Erfassung der Daten ist zwischen

- Projektdaten der Planung und Ausführung sowie
- Bestandsdaten

zu unterscheiden.

### Projektdaten der Planung und Ausführung

Die Geometrie- und Sachdaten aus den Erkundungsmaßnahmen sollen nach Abschluss der Untersuchungen in das Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen (LISA<sup>®</sup>) integriert werden, damit sie zur Nutzung durch die Bau- und Liegenschaftsverwaltungen und zur Auskunftserteilung an Fach- und Aufsichtsbehörden - ggf. auch als Grundlage für Bestandsdaten, wenn kein weiterer Handlungsbedarf besteht - zur Verfügung stehen.

Im Anhang A- 9.1.3 „Datenkataloge“ werden in den Abschnitten

- Erfassung von Objekten mit festgelegten Attributen,
- Erfassung von Objekten mit freier Attributvergabe,
- Datenstruktur (Sachdaten „Objekt“ und „Objektnutzung“),
- Zulässige Datenformate

die erforderlichen einheitlichen Datenstrukturen und Objektbezeichnungen für die Datenmigration vorgegeben.

### Bestandsdaten

Die Bestandsdaten bilden den aktuellen Bestand der Liegenschaft ab und sind Räumstellen begleitend zu erfassen.

- Geometriedaten  
Arbeitsgrundlage ist in allen Phasen mindestens ein georeferenzierter Plan.

Vermessungstechnisch erhobene Geometriedaten bilden die räumliche Bezugsgrundlage zur lage- und höhengetreuen Abbildung des Liegenschaftsbestandes. Die Erhebung und Dokumentation dieser Daten ist in den Baufachlichen Richtlinien Vermessung (BFR Verm) sowie im Anhang A-9.1.7 Vermessung geregelt. Für Kampfmitelräumungen ist besonders die Folie 864 der BFR Verm relevant.

Die Erfassung der Geometriedaten erfolgt in jedem Bundesland an zentraler Stelle (Leitstelle Vermessung) im primären Bestandsnachweis. Die Aktualisierung der geometrischen Daten ist in der BFR Verm geregelt.

- Sachdaten  
Administrative Sachdaten werden im LISA<sup>®</sup>-Modul Verwaltungsinformationssystem ADMIN erfasst und wie die Geometriedaten zentral in der Leitstelle Vermessung geführt.

Weitere Sachdaten (administrative und fachliche) werden beispielsweise in der Phase C mit dem digitalen Erfassungsblatt (Anhang A-9.4.10) vom gewerblichen AN erhoben. Die Erfassung und Auswertung dieser Sachdaten erfolgt zurzeit dezentral bei der projektführenden / baudurchführenden Ebene.

## A-6.3 Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA<sup>®</sup>

„Soweit der Bund einheitliche Anforderungen an die Datenstrukturierung, Datenhaltung und Datenbereitstellung stellt, sind sie zu beachten und anzuwenden.“ (RBBau, Abschnitt H)

„Das LISA<sup>®</sup> ist ein Software-System, in dem verschiedene DV-Werkzeuge integriert sind. Sie ermöglichen die Bearbeitung erhobener Objektdaten auf Basis eines Geo-Informationssystems (GIS), Führung alphanumerischer Daten in relationalen Datenbanken sowie Auskunft, Darstellung und Auswertung bereitgestellter Daten mit Auskunftssystemen.“ (LISA<sup>®</sup> Flyer des BMVg 09/2004)

Nach dem LISA<sup>®</sup>-Rahmenkonzept des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung und des Bundesministeriums der Verteidigung ist es geboten, zur Pflege und Führung der Bestandsdokumentation bestandsverändernde Daten aus dem Planungs- und Räumprozess für das LISA<sup>®</sup> digital zu erfassen und aufzubereiten.

Zurzeit besteht auf der Grundlage der BFR Verm -Folie 864- die Möglichkeit folgende KMR-Objekte grafisch in einem Lageplan in den Auskunftssystemen des LISA<sup>®</sup> darzustellen:

1. Liegenschaft (KMR)
2. Erkundungsgebiet Phase A
3. Erkundungsgebiet Phase B
4. Räumstelle
5. Fläche Kategorie 1
6. Fläche Kategorie 2
7. Fläche Kategorie 3
8. Fläche Kategorie 4
9. Fläche Kategorie 5
10. KMO, Kriegseinwirkung
11. KMO, Blindgänger
12. KMO, Sicherungsanlagen, punktförmig
13. KMO, Sicherungsanlagen, linienförmig
14. Testfeld Geophysik
15. Testfeld geräumt
16. Parzelle
17. Prüffeld

Eine abschließende Festlegung zu den KMR-Geo- und Sachdatenobjekten erfolgt im Anhang A-9.1.3 - „Datenkataloge“.

Eine Verknüpfung der grafischen Daten mit Sach- / Fachdaten (z. B. Daten / Auswertungen aus dem digitalen Erfassungsblatt für Munitionsfunde aus Anhang A-9.4.10) bedarf weiterer DV-technischer Entwicklungen für ein Fachinformationssystem (FIS) oder einen Sachdatenanhang im Auskunftssystem Bestand (AS Bestand).



## **A-7 Leistungsbilder Ingenieurleistungen**

### **A-7.1 Mustervertrag**

Der Mustervertrag - Kampfmittelräumung A-7.1 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



## **A-7.2 Leistungsbeschreibungen (LB) und Leistungskataloge (LK)**

### **Vorbemerkungen**

Die vorliegenden Leistungsbilder des Anhangs A-7 mit den Leistungsbeschreibungen und Leistungskatalogen führen die Grundlagen und fachlichen Mindestanforderungen auf. Sie erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da an dieser Stelle nicht jeder Einzelfall berücksichtigt werden kann. Vollständigkeit und Plausibilität der Leistungsbilder sind daher in jedem Fall zu überprüfen.





## **A-7.2.1 Leistungsbeschreibung Phase A - Recherche von Archivalien und Luftbildern: Grundlagenermittlung und Archivrecherche**

### **1 Geltungsbereich**

Die Musterleistungsbeschreibung richtet sich an die ausschreibende Stelle oder an einen Planer. Sie gilt für die Recherche von Archivalien in den Arbeitsschritten Grundlagenermittlung und Archivrecherchen.

Sie gilt nicht für die Beschaffung von Luftbildern. Diese werden gemäß Erlasslage zentral von der Leitstelle Kampfmittelräumung des Bundes in der OFD Hannover beschafft (s. Anhang A-2.2).

### **2 Einleitung**

Die Informationsbeschaffung im Rahmen der Phase A stellt die Grundlage für die Bewertung des Kampfmittelverdachts dar. Sie ist in den Anhängen A-2.1, insbesondere in den Anhängen A-2.1.2 und A-2.1.3 beschrieben.

In der Technischen Spezifikation A-9.2.2 „Recherche von Archivalien und Luftbildern“ sind die Anforderungen für Archivrecherchen in den Arbeitsschritten Grundlagenermittlung und Archivrecherchen einschließlich deren Dokumentation beschrieben.

### **3 Hinweise zur Vergabe von Planungsleistungen**

Die Arbeiten zur Grundlagenermittlung und den Archivrecherchen sind in zwei aufeinanderfolgenden Schritten durchzuführen.

Wesentliche Voraussetzung für die Vergabe beider Planungsleistungen ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung, die mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Auftraggeber und Anlass
- Lage / Anschrift der Liegenschaft / Untersuchungsstelle
- Ansprechpartner, eingebundene Institutionen / Behörden / Firmen
- Ziel der Maßnahme
- Beschreibung der Liegenschaft / Untersuchungsstelle
  - Frühere / derzeitige Nutzung
  - Weitere bereits vorliegende Informationen im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung
- Genaue Beschreibung der Fragestellung, der zu klärenden Aspekte und Fragen sowie die erwarteten Ergebnisse
- Möglichkeit der Akteneinsicht beim Auftraggeber
- Termine / Fristen.

Im Rahmen der Bearbeitung sind Abstimmungsgespräche sowohl beim AG als auch Vor-Ort bzw. bei Dritten an der Maßnahme Beteiligter einzuplanen.

#### **4 Durchzuführende Arbeiten für die Grundlagenermittlung**

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Inhaltliche, thematische und terminliche Prüfung der vom Auftraggeber formulierten Aufgabenstellung.
- Abfrage der Archivaliendatenbank des Bundes bei der Leitstelle Kampfmittelräumung des Bundes bei der Oberfinanzdirektion Hannover (s. Anhang A-2.2); die dort vorhandenen Unterlagen werden leihweise kostenfrei zur Verfügung gestellt und sind mit Abgabe des Berichtes zur Grundlagenermittlung wieder vollständig zurückzugeben.
- Recherche und Beschaffung der bei den Eigentümern eines Grundstücks, der zugehörigen Liegenschaftsverwaltung und bei Liegenschaftsnutzern vorhandenen Informationen mit oder ohne örtlichem Aufenthalt einschließlich einem kurzen Bericht zu den Arbeiten; die Kosten für notwendige Reproduktionen werden auf Nachweis vergütet; die anzufragenden bzw. aufzusuchenden Dienststellen werden vom Auftraggeber genannt.
- Recherche und Beschaffung sekundärer Quellen (z.B. veröffentlichte Literatur, nicht veröffentlichte Literatur aus lokalen Archiven und Dienststellen, Internetrecherche) mit oder ohne örtlichem Aufenthalt einschließlich einem kurzen Bericht zu den Arbeiten; die Kosten für Ankauf von Quellen und für notwendige Reproduktionen werden auf Nachweis vergütet; die anzufragenden bzw. aufzusuchenden Archive und Dienststellen sind vom Bieter anzugeben.
- Sichtung der zentral durch die Leitstelle Kampfmittelräumung des Bundes bei der Oberfinanzdirektion Hannover bereitgestellten Luftbilder (gem. Anhang A-2.2), die übergebenen Luftbilder werden leihweise kostenfrei zur Verfügung gestellt und sind mit Abgabe des Berichtes zur Grundlagenermittlung wieder vollständig zurückzugeben.
- Sichtung der recherchierten Archivalien in Hinblick auf die Fragestellung und unter Betrachtung der Verursachungsszenarien (s. Anhang A-2.1.4).
- Erarbeitung der Recherchestrategie durch Klärung der Frage: in welchen Archiven und deren Beständen können gemäß den fachtechnischen Anforderungen die notwendigen Informationen hinsichtlich
  - der Wahrscheinlichkeit des Auffindens,

- des schnellen Zugriffs (Wartezeiten, Benutzungszeiten),
- der zeitnahen Bereitstellung (Zeiten bis zur Bereitstellung von Reproduktionen),
- der erforderlichen Nebenkosten (Reproduktions-, Reisekosten)

wirtschaftlich beschafft werden.

- Erstellen eines Berichtes zur Grundlagenermittlung einschließlich Übergabe der beschafften Dokumente etc.
- Ggf. Präsentation und Erläuterung der Arbeiten, Ergebnisse und Empfehlungen beim Auftraggeber

## 5 Durchzuführende Arbeiten für die Archivrecherchen

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Organisatorische Planung der Archivrecherchen unter Berücksichtigung notwendiger Vorbereitungs-, Durchführungs- und Lieferzeiten in Hinblick auf den festgelegten Fertigstellungstermin der Archivrecherchen,
- Durchführung der eigentlichen Archivrecherchen nebst Recherchedokumentation (Erfassungsblatt) und Bericht für jede einzelne Archivrecherche; kontinuierlicher Abgleich der neu gewonnenen Erkenntnisse mit der Aufgabenstellung; Erstellen von Reproduktionen von allen für die Fragestellung relevanten Archivalien,
- Anpassung der ursprünglichen Recherchestrategie nach jeder erfolgten Recherche,
- Erstellen eines Rechercheberichtes und Übergabe der Recherchedokumentation und der recherchierten Archivalien und Luftbilder.

## 6 Qualifikation / Nachweis

Anforderungen an das Personal sind in der Technischen Spezifikation A-9.2.1 „Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige“ definiert. Die dort in den Abschnitten 3.3 und 3.4 formulierten Anforderungen gelten nicht im Rahmen der Recherche von Archivalien und Luftbildern. Mit Abgabe des Angebots hat der Bieter die Qualifikation der wissenschaftlichen Bearbeiter durch Lebensläufe und Referenzen nachzuweisen.

## 7 Bericht

In der Technischen Spezifikation A-9.2.2 „Recherche von Archivalien und Luftbildern“ sind die Anforderungen an die Berichte zur Grundlagenermittlung, zu den Berichten für die einzelnen Archivrecherchen und zum Gesamtbericht beschrieben.

Die Anzahl der Ausfertigungen für die Berichte sind im Leistungsverzeichnis zu regeln.

## 8 Anlagen

Übersichtskarte Liegenschaft / Untersuchungsgebiet	<input type="checkbox"/>
A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige	<input type="checkbox"/>
A-9.2.2 Recherche von Archivalien und Luftbildern	<input type="checkbox"/>

**Der Leistungskatalog zur Grundlagenermittlung und den Archivrecherchen A-7.2.1 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

## **A-7.2.2 Leistungsbeschreibung Phase A - Digitalisierung analoger Luftbilder**

### **1 Geltungsbereich**

Die Musterleistungsbeschreibung richtet sich an den Planer, der im Rahmen der Phase A (Historische Erkundung) historische analoge Luftbilder aus eigenem Bestand mit Hilfe von digitalen Verfahren photogrammetrisch auswerten muss und dazu Scans dieser Bilder benötigt.

Bei Institutionen, die Bildarchive vorhalten (z.B. Landesvermessungen oder ausländische Archive alliierter Kriegluftebilder), ist die Einflussnahme auf die Herstellung von Luftbildscans oft nur begrenzt möglich. Gleichwohl gelten die ausgeführten fachlichen Vorgaben auch hier. Inwiefern die vorliegende Leistungsbeschreibung zur Anwendung kommt, ist im konkreten Einzelfall zu entscheiden.

### **2 Einleitung**

Die Digitalisierung analoger Luftbilder ist eine optionale, vorbereitende Maßnahme zur Orientierung und Auswertung von historischen Luftbildern im Rahmen der Phase A. Das methodische Vorgehen ist ausführlich in den beiden Anhängen der AH KMR

A-2.3.1 Digitalisierung analoger Luftbilder und

A-9.2.3 Digitalisierung analoger Luftbilder (Technische Spezifikation)

beschrieben.

### **3 Hinweise zur Vergabe der Digitalisierung von Luftbildern**

Grundlage der Auftragsvergabe ist der Musterleistungskatalog dieser Musterleistungsbeschreibung nebst Anlagen gemäß Kap. 6. Sämtliche Vorgaben für den freiberuflich Tätigen zur Durchführung der Digitalisierung sind in der TS A-9.2.3 festgelegt. Die Übergabe von Luftbildern an den Auftraggeber ist durch eine entsprechende formlose Bestätigung zu dokumentieren.

### **4 Durchzuführende Arbeiten**

Folgende Leistungen sind zu erbringen (s.a. Kap. 2):

- Herstellung von Luftbildscans gemäß Anhang A-9.2.3,
- Dokumentation der Durchführung gemäß Formblatt A - Dokumentation Luftbildscan durch Auftragnehmer (aus Anhang A-9.2.3),
- Lieferung von Datenträgern mit den Luftbildscans.

**5 Qualifikation / Nachweis**

Es gilt die Technische Spezifikation:

A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige  
(in der Phase A)

**6 Anlagen**

Formlose Übergabebestätigung Luftbilder

A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an  
freiberuflich Tätige

A-9.2.3 Digitalisierung analoger Luftbilder

Formblatt Dokumentation Luftbildscan (aus A-9.2.3)

**Der Leistungskatalog „Digitalisierung analoger Luftbilder für die Luftbildauswertung (Phase A)“ A-7.2.2 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

## A-7.2.3 Leistungsbeschreibung Phase A - Luftbildorientierung und Luftbildauswertung

### 1 Geltungsbereich

Die Musterleistungsbeschreibung richtet sich an den Planer, der im Rahmen der Phase A (Historische Erkundung) Luftbilder technisch verarbeiten und thematisch auswerten muss.

### 2 Einleitung

Luftbilder sind eine wichtige Informationsquelle für die historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (vgl. A-2.1.3 Punkt 4 - Luftbilder). Ihre Auswertung ist optionaler Bestandteil der Phase A. Die Durchführung der Luftbildauswertung gliedert sich in zwei Abschnitte:

- Die Orientierung von Luftbildern (Herstellung eines Raumbezugs der Bilder zwecks Verortung der Bildinformationen)
- Die thematische Interpretation und Erfassung von Bildinformationen (objektbezogene Kartierung)

Nach fachlichen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten ist eine getrennte Beauftragung der genannten Abschnitte nicht sinnvoll. Das methodische Vorgehen ist ausführlich in folgenden Anhängen der AH KMR beschrieben:

- A-2.3.2 Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung
- A-2.3.3 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken
- A-2.3.4 Auswertung von Luftbildern
- A-9.2.4 TS Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung
- A-9.2.5 TS Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken
- A-9.2.6 TS Auswertung von Luftbildern

Für die Festlegung thematischer Inhalte einer Luftbildauswertung sind weiterhin folgende Anhänge essenziell:

- A-2.1 Historische Erkundung (beinhaltet 12 Detailanhänge)

Die Strukturierung der zu erfassenden Daten und deren Darstellung müssen folgende Vorgaben berücksichtigen:

- A-9.1.3 Datenkataloge
- A-9.1.4 Kartografische Darstellungen

### 3 Hinweise zur Vergabe von Planungsleistungen

Eine Luftbildauswertung ist i.d.R. ein Bestandteil einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM). Im originären Sinne umfasst sie lediglich eine luftbildgestützte Situationsbeschreibung für den betrachteten Zeitraum und keine Gefährdungsabschätzung oder weiterführende Handlungsempfehlung.

Im Rahmen einer HgR-KM muss ein Auftrag zur Luftbildauswertung folgende ergänzende Vorgaben umfassen:

- Informationen zum Untersuchungsgebiet (soweit noch nicht benannt)
  - Frühere / derzeitige Nutzung,
  - Bebauung / Infrastruktur,
  - Topographie / Morphologie.
- Fragestellung und Ziel der Luftbildauswertung,
- Aufgabenbeschreibung
  - Beschreibung / Auflistung des auszuwertenden Bildmaterials,
  - Auflistung zulässiger Verfahren zur Orientierung der Luftbilder mit Spezifizierung der erwarteten Lagegenauigkeit; optionale Aufforderung zur Beschreibung weiterer geeigneter Verfahren durch den AN,
  - Optional: Herstellung von Orthofotos,
  - Spezifizierung der auszuwertenden Themen,
  - Spezifizierung der Datenstrukturen und -formate für Ergebnisse,
  - Spezifizierung thematischer Ergebniskarten.
- Angaben zur Bereitstellung von Geobasisdaten und ergänzenden Unterlagen durch den AG,
- Angaben zur technischen und thematischen Dokumentation.

Die Recherche und Beschaffung von Luftbildern sind nicht Gegenstand dieser Leistungsbeschreibung. Hier wird auf die Anhänge A-2.1.3 „Informationsquellen“ und A-9.2.2 „Archivalien“ verwiesen.



#### 4 Durchzuführende Arbeiten

Folgende Leistungen sind zu erbringen (s.a. Kap. 2):

- Erste Sichtung der Luftbilder mit anschließender Bestätigung der Vorgaben oder Abstimmung mit dem AG über die anwendbaren Verfahren zur Orientierung vorliegender Luftbilder,
- Orientierung der Luftbilder auf Basis aktueller Geobasisdaten,
- Optionale Herstellung von Orthofotos,
- Technische Dokumentation der Luftbildorientierung,
- Thematische Auswertung der Luftbilder nach Vorgaben des AG mit Erfassung von Geometrien und Sachdaten,
- Textliche und kartografische Dokumentation der Ergebnisse,
- Bereitstellung der Geodaten, die aus der Auswertung hervorgehen,
- Optional: Bereitstellung der digitalen Orthofotos.

#### 5 Qualifikation / Nachweis

Es gilt die Technische Spezifikation:

- A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase A)

**6 Anlagen**

A-9.1.3	Datenkataloge	<input type="checkbox"/>
A-9.1.4	Kartografische Darstellungen	<input type="checkbox"/>
A-9.2.4	Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung	<input type="checkbox"/>
A-9.2.4	Formblatt C Dokumentation Luftbildorientierung (je Bildflug auszufüllen)	<input type="checkbox"/>
A-9.2.5	Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken	<input type="checkbox"/>
A-9.2.6	Auswertung von Luftbildern	<input type="checkbox"/>
A-9.2.1	Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase A)	<input type="checkbox"/>
	Geobasisdaten	<input type="checkbox"/>

**Der Leistungskatalog „Luftbildauswertung im Rahmen einer HgR-KM (Phase A)“ A-7.2.3 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

## A-7.2.4 Leistungsbeschreibung Phase A - Historisch-genetische Rekonstruktion

### 1 Geltungsbereich

Die Musterleistungsbeschreibung richtet sich an die ausschreibende Stelle oder an einen Planer. Sie gilt für die Erarbeitung einer historisch-genetischen Rekonstruktion ohne die Arbeitsschritte Grundlagenermittlung, Archivrecherche und Luftbilddauswertung.

### 2 Einleitung

Die historisch-genetische Rekonstruktion (HgR) beschreibt die mögliche Kampfmittelbelastung auf Grundlage der Analyse der Verursachungszenarien. Die Datenbasis besteht aus den Ergebnissen der (s. A-2.1.2 und A-9.2.9 sowie A-9.2.6)

- Grundlagenermittlung,
- Archivrecherche,
- Luftbilddauswertung.

Die HgR bewertet die mögliche Kampfmittelbelastung nach einer einheitlichen Vorgehensweise und überprüft und bewertet damit den Anfangsverdacht einer Kampfmittelbelastung.

In der Technischen Spezifikation A-9.2.9 sind die Anforderungen an den Bericht der Phase A beschrieben.

### 3 Hinweise zur Vergabe von Planungsleistungen

Wesentliche Voraussetzung für die Vergabe bei den Planungsleistungen ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung, die mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Auftraggeber und Anlass,
- Lage / Anschrift der Liegenschaft / Untersuchungsstelle,
- Ansprechpartner, eingebundene Institutionen / Behörden / Firmen,
- Ziel der Maßnahme,
- Beschreibung der Liegenschaft / Untersuchungsstelle
  - Frühere / derzeitige Nutzung.
- Weitere bereits vorliegende Informationen im Zusammenhang mit der Aufgabenstellung die vom AG bereitgestellt werden, hier insbesondere die bereits vorliegenden Berichte zur
  - Grundlagenermittlung,
  - Archivrecherche,
  - Luftbilddauswertung.
- Möglichkeit der Akteneinsicht beim Auftraggeber,
- Termine / Fristen.

Im Rahmen der Bearbeitung sind Abstimmungsgespräche sowohl beim AG als auch Vor-Ort bzw. bei Dritten an der Maßnahme Beteiligter einzuplanen.

#### 4 Durchzuführende Arbeiten

Folgende Leistungen sind zu erbringen:

- Inhaltliche, thematische und terminliche Prüfung der vom Auftraggeber formulierten Aufgabenstellung,
- Auswertung der Grundlagenermittlung einschließlich der dort beigefügten Archivalien und sonstigen Quellen (s. Anhang A-9.2.2),
- Auswertung der Archivrecherchen einschließlich der dort beigefügten Archivalien und sonstigen Quellen (s. Anhang A-9.2.2),
- Auswertung der Luftbildbeschaffung einschließlich bedarfsweiser ergänzender Sichtung der Luftbilder (s. Anhang A-9.2.6),
- Beschreibung der für die Fragestellung relevanten Kostenwirkungsfaktoren (s. Anhang A-9.1.2),
- Erarbeitung einer Standortchronik (s. Anhang A-2.1.2 und A-9.2.9),
- Rekonstruktion der möglichen Kampfmittelbelastung für die Verursachungszenarien getrennt (s. Anhang A-2.1.4),
- Beschreibung von „sekundären“ Kampfmittelbelastungen (s. Anhang A-2.1.4 und A-9.2.9),
- Rekonstruktion von Kampfmittelräumungen,
- Beschreibung der möglichen Kampfmittelbelastung für jedes Verursachungszenarium unter Berücksichtigung „sekundärer“ Kampfmittelbelastungen und erfolgter Kampfmittelräumungen einschließlich der getrennten kartografischen Darstellung,
- Bewertung der möglichen Kampfmittelbelastung gemäß der Methodik des Anhangs A-2.5 einschließlich aller dort beschriebenen Arbeiten und Ausweisung von Flächenkategorien,
- Erarbeitung von Empfehlungen für ggf. weitere Maßnahmen,
- Bedarfsweise ergänzende Angaben zum Themenkreis Boden- und Grundwasserschutz (gemäß Anhang A-9.2.9),
- Erstellen eines Berichtes zur historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung einschl. aller Karten, Pläne und Anlagen (gem. Anhang A-9.2.9),
- Ggf. Präsentation und Erläuterung der Arbeiten, Ergebnisse und Empfehlungen beim Auftraggeber.

#### 5 Qualifikation / Nachweis

Anforderungen an das Personal sind in der Technischen Spezifikation A-9.2.1 „Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige“ definiert. Mit Abgabe des Angebotes hat der Bieter die Qualifikation der wissenschaftlichen Bearbeiter durch Lebensläufe und Referenzen nachzuweisen.

## 6 Bericht

In der Technischen Spezifikation A-9.2.9 sind die Anforderungen an den Bericht zur Phase A, der historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung beschrieben.

Die Anzahl der Ausfertigungen für die Berichte sind im Leistungsverzeichnis zu regeln.

## 7 Anlagen

Übersichtskarte Liegenschaft / Untersuchungsgebiet	<input type="checkbox"/>
A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren	<input type="checkbox"/>
A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige	<input type="checkbox"/>
A-9.2.2 Recherche von Archivalien und Luftbildern	<input type="checkbox"/>
A-9.2.6 Auswertung von Luftbildern	<input type="checkbox"/>
A-9.2.9 Anforderungen Bericht Phase A	<input type="checkbox"/>
A-2.1.2 Die historisch-genetische Rekonstruktion	<input type="checkbox"/>
A-2.1.4 Verursachungsszenarien	<input type="checkbox"/>
A-2.5 Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A	<input type="checkbox"/>

Der Leistungskatalog „Erarbeitung einer historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (Phase A)“ A-7.2.4 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



## A-7.2.5 Leistungsbeschreibung Phase B - Testfelder

### 1 Einleitung

Zur Verdeutlichung der Begrifflichkeiten in der Flächenbezeichnung dient folgende Abbildung (A-7.2.5 - 1):

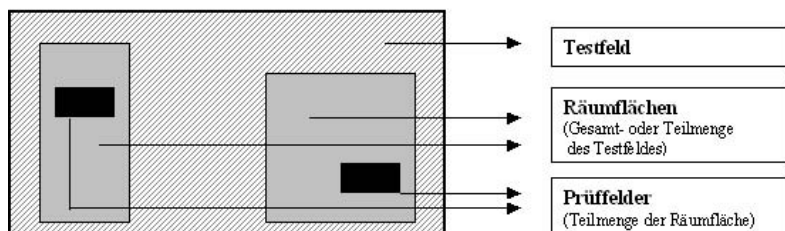


Abb. A-7.2.5 - 1: Flächeneinteilung Testfeld

Im Anhang A-3.2 werden hierzu weitere Erläuterungen gegeben.

In der Phase B können folgende Planungsleistungen bzw. Teile davon anfallen (in Klammern der Bezug zu weiteren Anhängen Ingenieurleistungen):

#### 1.1 Ausweisung von Testfeldern

(→ A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren  
→ A-9.3.5 Anforderung Planer B  
→ A-3.4 Statistik)

- a. Festlegung Anzahl, Größe, Lage der Testfelder
- b. Konzept der geophysikalischen Untersuchungen
- c. Ggf. Grobkonzept der Räumung
- d. Abschätzung des wirtschaftlichen und zeitlichen Aufwandes der Gesamtmaßnahme
- e. Geländebegehung
- f. Dokumentation der Planung

#### 1.2 Geophysikalische Untersuchungen

(→ A-8.1.1 - .3 LB Phase B - Geophysik)

- a. Vorarbeiten
  - i. Planung (→ A-9.3.5 Anforderung Planer B)
  - ii. Erstellung Ausschreibungsunterlagen (→ A-9.1.7 Vermessung)
  - iii. Vergabe
  - iv. Durchführung
  - v. Dokumentation
- b. Geophysikalische Untersuchungen
  - i. Planung (→ A-9.3.5 Anforderung Planer B)
  - ii. Erstellung Ausschreibungsunterlagen (→ A-9.3.3 - A-9.3.4 [Anforderungen Geophysiker und Qualitätskontrolle] und A-9.3.8 - A-9.3.14 [Sondierverfahren])
  - iii. Vergabe
  - iv. Durchführung
  - v. Dokumentation (→ A-9.3.2 Anforderung Dokumentation)

### 1.3 Räumung

- a. Räumflächenausweisung
  - (→ A-7.2.7 LB Räumkonzept ...,  
→ A-9.3.5 Anforderung Planer Phase B)
  - i. Auswertung der geophysikalischen Ergebnisse
  - ii. Abgleich dieser Ergebnisse mit Bewertung Phase A.
  - iii. Entscheidung Räumung (ja / nein)
  - iv. Festlegung der zu beprobenden Testfelder (→ A-3.4 Statistik)
  - v. Festlegung der Räumflächen in Anzahl, Größe und Lage pro Testfeld
  - vi. Festlegung des Räumverfahrens (→ A-7.2.7 LB Räumkonzept ...)
  - vii. Planung der Vorarbeiten (→ A-7.2.7 LB Räumkonzept ...)
  - viii. Abschätzung des wirtschaftlichen und zeitlichen Aufwandes der Maßnahme
  - ix. Dokumentation (→ A-7.2.7 LB Räumkonzept ...)
- b. Vorarbeiten
  - i. Erstellung Ausschreibungsunterlagen (→ A-8.1.4 ff Phase B - Testfelder)
  - ii. Vergabe
  - iii. Durchführung
  - iv. Dokumentation
- c. Räumung
  - i. Ausschreibungsunterlagen (→ A-8.1.4 ff Phase B - Testfelder)
  - ii. Vergabe
  - iii. Durchführung der Leistung
  - iv. Qualitätskontrolle (→ A-9.4.2 Abnahmebedingungen)
  - v. Dokumentation (→ A-9.4.10 Dokumentation Phase C)
- d. Nacharbeiten
  - i. Wiederherrichten des Geländes

### 1.4 Gefährdungsabschätzung

- a. Abgleich / Interpretation Ergebnisse Geophysik / Räumung / Phase A
- b. Einteilung in Gefährdungsklassen
- c. Extrapolation der Ergebnisse auf das gesamte Untersuchungsgebiet
- d. Flächenhafte Ausweisung von Bereichen gleicher Gefährdungsgrade

Weitere Hinweise zur Durchführung der Phase B sind im Anhang A-3.2 Testfeld zu beachten.



## 2 Geltungsbereich

Das hier folgende Leistungsbild stellt die Anforderungen an folgende Planungsschritte auf, die in dem vorangegangenen Kapitel 1 aufgeführt sind:

- Kap. 1.1. Testfelder: komplett
- Kap. 1.2 Geophysik: Punkt a. i; Punkt b. i
- Kap. 1.3. Räumung: Punkt a. i - viii

Nähere Ausführungen hierzu erfolgen in den nächsten Kapiteln.

Das Leistungsbild berücksichtigt die Planungen von Testfeldern auf Land. Es kann aber auch auf die Planung von Testfeldern in Gewässern angewendet werden, sofern es sich um die grundsätzliche Vorgehensweise handelt.

## 3 Hinweise zur Vergabe von Planungsleistungen

Wesentliche Voraussetzung für die Vergabe von Planungsleistungen und für die Ausweisung von Testfeldern (TF), deren Untersuchung bzw. deren Räumung ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung, die mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Auftraggeber und Anlass,
- Lage / Anschrift der Liegenschaft / Untersuchungsstelle,
- Ansprechpartner, eingebundene Institutionen / Behörden / Firmen,
- Ziel der Maßnahme / Nutzungsabsichten,
- Beschreibung der Liegenschaft / Untersuchungsstelle
  - Frühere / derzeitige Nutzung
  - Bebauung / Infrastruktur
  - Topographie / Morphologie
  - Geologische / hydrogeologische Standortfaktoren
  - Schutzgebiete / Denkmäler etc.
- Bisher durchgeführte Maßnahmen
  - Zusammenfassung der Ergebnisse Phase A
  - Angaben zu Boden- und Grundwasserbelastungen
  - Weitere planungsrelevante Angaben.
- Möglichkeit der Akteneinsicht
- Termine / Fristen.

Im Rahmen der Bearbeitung sind regelmäßige Abstimmungsgespräche sowohl beim AG als auch Vor-Ort bzw. bei Dritten an der Maßnahme Beteiligter einzuplanen.

## 4 Planungsleistungen Testfelder

### 4.1 Ausweisung von Testfeldern

**Grundlegendes** (entspricht dem Arbeitsschritt Kap. 1.1 a.)

Voraussetzung für die TF-Ausweisung ist das Ergebnis der Phase A, insbesondere der Bewertung sowie die Einteilung in Belastungsklassen. Dies ist darzustellen und zu beschreiben. Ferner sind alle für die weitere Planung vorgegebenen Bedingungen entsprechend den Kostenwirkungsfaktoren zu ermitteln. Diese Zwänge beeinflussen das weitere Vorgehen entscheidend und sind daher zu beschreiben.

Die Aufgabenstellung ist eindeutig und klar zu benennen und abzustimmen. Alle Bedingungen des Bauherrn sind festzuhalten, da die weiteren Planungsschritte von diesen Festlegungen abhängig sind und die zu erwartende Leistung definieren.

Die Bedingungen für die Auswahl der TF in Anzahl, TF-Größe und Gesamtflächenanzahl sind zu nennen und ggf. in Plänen zu dokumentieren (bspw. Verhältnis Freiland / Wald, offene Wasserflächen, Moore, geogene Ablagerungen mit den für Sondierungen beeinflussenden markanten ferromagnetischen Anteilen, Bereiche mit Hangneigungen).

Flächen, die aus rechtlichen oder sonstigen Gründen der weiteren Betrachtung entzogen werden, sind gesondert zu kennzeichnen. Die Begründung ist zu nennen.

#### Auswahl

Die mit TF zu untersuchenden Flächen sind eindeutig in Lage und Merkmalen darzustellen. Flächen können sein:

- allgemeine Kampfmittelverdachtsflächen,
- Flächen gleicher prognostizierter Belastung,
- Flächen gleicher prognostizierter Kampfmittelvarianz,
- Flächen gleicher prognostizierter Gefährdungsklassen,
- oder Kombination(en) davon.

Je nach Aufgabenstellung und anzuwendender Auswahlmethodik sind die Flächenarten zu wählen.

Die TF sind in diese Flächen so zu legen, dass sie repräsentativ für den übrigen Flächenbereich sind. Das betrifft die TF-Charakteristika

- Anzahl,
- Größe,
- Lage.

TF-Anzahl und TF-Größe bedingen primär die Repräsentativität. Hier ist der Nachweis zu führen, welche Aussagesicherheit bei den gegebenen Voraussetzungen und der Zielstellung erreicht wird, wie diese durch Änderungen in Anzahl und Größe erhöht oder vermindert werden.

Die Verteilung der TF erfolgt nach subjektiven oder objektiven Verfahren, wobei letzteres Verfahren vorzuziehen ist. Für beide Fälle gilt, dass eine ausreichende Begründung für die Lagefestsetzung erfolgt.

Bei den objektiven Verfahren sind mathematische Methoden (s. A-3.4 Statistik) anzuwenden. Dabei sind der mathematische Ansatz sowie die Berechnung bzw. deren einzelnen Schritte so zu dokumentieren, dass die Rückverfolgbarkeit gewährleistet ist. Wird ein EDV-Programm angewendet, ist ähnlich zu verfahren: Programmbeschreibung, Dokumentation der Eingabeparameter, Zwischenergebnisse und Endergebnis, Nennung der Variablen und deren Auswirkung auf das Ergebnis.

Subjektive Gründe können bspw. sein, dass im Zuge von anstehenden Baumaßnahmen gezielt in das geplante Baufeld Testfelder gelegt werden.

Eine Ortsbesichtigung zur Überprüfung der TF-Eignung im Gelände ist einzukalkulieren.

## **4.2 Geophysik**

### **4.2.1 Konzept geophysikalische Untersuchungen (entspricht dem Arbeitsschritt Kap. 1.1 b.)**

Die hier beschriebenen Anforderungen beziehen sich auf den vorgesehenen Einsatz des geophysikalischen Verfahrens sowie die Abschätzung der wirtschaftlichen und zeitlichen Durchführung der geophysikalischen Messungen in Abhängigkeit von den Standortgegebenheiten.

Das vermutete Störkörperinventar in Quantität und Qualität, die Geländegegebenheiten sowie das Räumziel bedingen die Auswahl des geophysikalischen Messverfahrens, welche wiederum Auswirkungen auf die Charakteristik des Testfeldes haben. Beispielsweise ist bei ausreichender TF-Größe der Einsatz von fahrzeuggestützten Systemen den händischen Systemen vorzuziehen. Dies ist aber nur dann zulässig, wenn die Repräsentativität nicht leidet.

Diese Wechselbeziehung ist eindeutig und klar zu belegen. Zu dokumentieren ist die Auswahl der geophysikalischen Messverfahren anhand des vermuteten Störkörperinventars und des Räumzieles. Hierbei sind zugleich Anforderungen an die Technik zu formulieren. Grundsätzlich gilt, dass geophysikalische Verfahren mit digitaler Aufnahme eingesetzt werden.

Ferner sind rechtliche Belange (z.B. Naturschutz, Bodenschutz, Wasserschutz) sowie die Standortfaktoren mit einzubeziehen.

Neben diesen Punkten ist ein vorläufiger Ablaufplan der geophysikalischen Messungen mit den dazugehörigen Vorarbeiten darzustellen und deren Kosten zu kalkulieren. Dazu gehört bspw.:

- a. Herstellen der Betretungssicherheit,
- b. Freischnitt,
- c. schießfreie Zeiten bei Bundeswehrliegenschaften,
- d. Vermessung der TF.

Aufzuführen ist auch der Einsatz der Personal- und Geräteanzahl sowie die Benennung notwendiger einzubindender Dritter, die nicht unmittelbar mit der Sondierung beauftragt werden. Hier ist z.B. der Freischnitt aufzuführen.

Alle Daten bilden die Grundlage für eine mögliche Ausschreibung gemäß A-7.2.5.

#### **4.2.2 Planung geophysikalische Untersuchungen (entspricht den Arbeitsschritten Kap. 1.2 a. i. und b. i.)**

Das Leistungsbild zur Ausschreibung von geophysikalischen Leistungen erfolgt im Anhang A-7.2.5 Geophysik.

Voraussetzung für die Erstellung des Leistungsbildes A-7.2.5 ist die Konkretisierung der in dem Konzept geophysikalischen Untersuchungen ermittelten Daten zur Lage der TF und der zu untersuchenden Fläche.

Voraussetzung für eine ordnungsgemäße Durchführung der Untersuchungen ist die

- a. Vermessung und Vermarkung sowie
- b. freie Begehbarkeit der Testfelder.

Hierzu gehören bspw. der Freischnitt und die vorherige Absuche nach an der Geländeoberfläche liegenden Kampfmitteln sowie deren Entsorgung, sofern die Kampfmittel eine Betretung des Testfeldes bzw. die Zuwegung durch Geophysiker aus Gründen des Arbeitsschutzes verhindern.

Für die Ausschreibung A-7.2.5 sind u.a. folgende Daten zu ermitteln:

- a. genaue Lage der ausgewählten TF unter Angabe der Eckkoordinaten,
- b. TF-Größe und Form,
- c. Flächenanteil bezogen auf das ausgewählte geophysikalische Untersuchungsverfahren.

Von Bedeutung ist die Darstellung der Kostenwirkungsfaktoren sowie weiterer Zwangspunkte, die den Ablauf der Arbeiten beeinflussen können. Bspw. ist die Nennung der Zeitfenster, in der die Untersuchungen stattfinden können, für die Kalkulation der Arbeiten wichtig.

#### 4.3 Planung Testfeldräumung (entspricht dem Arbeitsschritt Kap. 1.3 a.)

Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Auswahl der zu beprobenden Testfelder und die Planung der Räumflächen innerhalb der TF. Weitere für die Ausführung relevante Punkte, die Teil der Planung sind, sind dem Anhang „A-7.2.7 Räumkonzept, Räumplanung, Ausführungsplanung“ und den dort beschriebenen Arbeitsschritten zu entnehmen. Sie werden an dieser Stelle nicht weiter erläutert. Das betrifft auch die Festlegung des Räumverfahrens und die Planung der Vorarbeiten.

Die Auswahl der zu beprobenden Testfelder durch Räumflächen (RF) erfolgt erst nach Vorlage und Interpretation der geophysikalischen Ergebnisse. Die Auswahl ist abhängig von der horizontalen und vertikalen Störkörperverteilung bzw. von dem Verteilungsmuster, der Geometrie der Störkörper und dem erwarteten Kampfmittelinventar.

Es ist zu gewährleisten, dass die zu beprobenden TF das Gesamtareal und die RF die zugehörigen TF repräsentieren.

Die Räumung der Testfelder folgt weitgehend den Anforderungen an die Räumung der Phase C und wird an dieser Stelle nicht näher beschrieben.

#### Testfeldauswahl

Somit sind in einem ersten Schritt die zu beprobenden TF auszuwählen. Eine Regel, wieviel TF beprobt werden müssen, ist einzelfallabhängig und hängt im Wesentlichen von den Ergebnissen der Phase A ab. Es ist aber auch die Möglichkeit der mehrstufigen Vorgehensweise einzubeziehen: Testfeldauswahl - Räumung - Ergebnisauswertung und in einem nächsten Arbeitsschritt weitere, bisher nicht beprobte Testfelder zu untersuchen, um die Repräsentativität oder die Aussagesicherheit zu erhöhen. Hierbei ist die Wirtschaftlichkeit gegenüber dem Erkenntnisgewinn abzuwägen.

Analog der Vorgehensweise bei der TF-Ausweisung (s. Kap. 4.1) können mit den neu hinzugekommenen Erkenntnissen der Geophysik mathematische Methoden zur Auswahl herangezogen werden. Werden diese angewendet, sind der mathematische Ansatz sowie die Berechnung bzw. deren einzelnen Schritte so zu dokumentieren, dass die Rückverfolgbarkeit gewährleistet ist. Wird ein EDV-Programm angewendet, ist ähnlich zu verfahren: Programmbeschreibung, Dokumentation der Eingabeparameter, Zwischenergebnisse und Endergebnis, Nennung der Variablen und deren Auswirkung auf das Ergebnis.

Eine subjektive Auswahl ist ebenfalls zu begründen und zu dokumentieren.

### Räumflächenauswahl

Bei der RF-Auswahl gilt, dass bei einer gleichmäßigen horizontalen und vertikalen Störkörperverteilung gegenüber einer ungleichmäßigen Störkörperverteilung weniger RF in Anzahl und Größe notwendig sind. D.h. auch, dass auf einem TF mehrere RF angelegt werden. Während der eigentlichen Räummaßnahme ist die Option einzuplanen, dass die RF in ihrer Größe verändert werden können, sofern sich das geborgene Kampfmittelinventar nicht mehr ändert und die Repräsentativität erreicht ist.

Die RF-Auswahl ist zu begründen und zu dokumentieren.

Mit der Auswahl sind zu nennen:

- a. genaue Lage der ausgewählten RF unter Angabe der Eckkoordinaten,
- b. RF-Größe und Form, bezogen auf das ausgewählte Räumverfahren,
- c. Vorhalten weiterer TF in Lage, Form und Größe mit den dazugehörigen RF bzw. Vorhalten weiterer RF beim stufenweisen Vorgehen: Räumung – Ergebnisinterpretation – Feststellen der Repräsentativität. Wird eine zu geringe Repräsentativität festgestellt, kann während der laufenden Maßnahme entschieden werden, weitere Testfelder zu räumen bzw. die RF-Anzahl zu erhöhen (s.a. A-3.2).

## A-7.2.6 Leistungsbeschreibung Phase B - Gefährdungsabschätzung

### 1 Geltungsbereich

Die Musterleistungsbeschreibung richtet sich an den Planer, der auf Grundlage der Ergebnisse der Phase A (Historische Erkundung) und Phase B (Technische Erkundung, hier geophysikalische Erkundung und Testfeldräumung) die Gefährdungsabschätzung erstellt.

### 2 Einleitung

Die Gefährdungsabschätzung bildet den Abschluss der Phase B. Das methodische Vorgehen ist ausführlich in den beiden Anhängen der AH KMR

A-3.3 Gefährdungsabschätzung und

A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung

beschrieben und wird daher an dieser Stelle nur in der Übersicht wiederholt.

### 3 Hinweise zur Vergabe von Planungsleistungen

Wesentliche Voraussetzung für die Vergabe von Planungsleistungen ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung, die mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Auftraggeber und Anlass,
- Lage / Anschrift der Liegenschaft / Untersuchungsstelle,
- Ansprechpartner, eingebundene Institutionen / Behörden / Firmen,
- Ziel der Maßnahme / Nutzungsabsichten,
- Beschreibung der Liegenschaft / Untersuchungsstelle:
  - Frühere / derzeitige Nutzung,
  - Bebauung / Infrastruktur,
  - Topographie / Morphologie,
  - Geologische / hydrogeologische Standortfaktoren,
  - Schutzgebiete / Denkmäler etc..
- Bisher durchgeführte Maßnahmen:
  - Zusammenfassung der Ergebnisse Phase A – Bewertung,
  - Angaben zu Boden- und Grundwasserbelastungen,
  - Weitere planungsrelevante Angaben,
- Möglichkeit der Akteneinsicht, u.a. zu den Untersuchungen der Phase A und Phase B,
- Termine / Fristen.

Im Rahmen der Bearbeitung sind Abstimmungsgespräche sowohl beim AG als auch Vor-Ort bzw. bei Dritten an der Maßnahme Beteiligter einzuplanen.

#### 4 Durchzuführende Arbeiten

Folgende Leistungen sind zu erbringen (s.a. Kap. 2):

- Abgleich der Ergebnisse der Phase A mit den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen und der Testfeldräumungen,
- Abgleich der Interpretation der geophysikalischen Testfelduntersuchungen mit den Befunden der Testfeldräumung,
- Sofern nicht durch die Räumfirma geschehen, einteilen der Funde in Fundklassen,
- Kombination der Fundklassen mit den Tiefenstufen, der derzeitigen oder zukünftigen Nutzung und den jeweiligen Eigenschaften der Kampfmittel (insbesondere Möglichkeiten der Detonation und dem Explosivstoffinventar),
- Einteilung der Funde in Gefährdungsklassen,
- Einordnung der Testfelder in Gefährdungsklassen,
- Zuordnung der Testfelder zu den Flächenkategorien,
- Extrapolation der testfeldbezogenen, kleinräumigen Zuordnung der Flächenkategorien auf das gesamte Untersuchungsgebiet,
- Ausweisung von Flächen gleicher Flächenkategorien,
- Ausweisung von KMVF / KMF,
- Bedarfsweise Ausweisung von Munitionsbelastungsgraden (MunBelGrad) der Bundeswehr (s. A-1.2 „Verfahrensablauf Bundeswehr“),
- Aufzeigen fehlender Daten / Erkenntnisse,
- Vorschläge der Arbeiten zum weiteren Erkenntnisgewinn, inkl. Priorisierung,
- Dokumentation / Bericht (s. Kap. 5).

#### 5 Qualifikation / Nachweis

Es gilt die Technische Spezifikation:

- A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase B)

#### 6 Bericht

Es gilt die Technische Spezifikation:

- A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung

Plots sind in der Leistungsbeschreibung zu konkretisieren und im Leistungsverzeichnis in die Position „Bericht“ mit einzukalkulieren. Die Anzahl der Ausfertigungen wird im Leistungsverzeichnis geregelt.



**7 Anlagen**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| Übersichtskarte Liegenschaft / Untersuchungsgebiet                      | <input type="checkbox"/> |
| Ergebniskarte der Bewertung Phase A                                     | <input type="checkbox"/> |
| Lageplan der Testfelder / Sondierflächen                                | <input type="checkbox"/> |
| A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase B) | <input type="checkbox"/> |
| A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung                    | <input type="checkbox"/> |

**Der Leistungskatalog „Erstellung der Gefährdungsabschätzungen von Kampfmittelbelastungen (Phase B)“ A-7.2.6 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**



## A-7.2.7 Leistungsbeschreibung Phase C - Räumplanung

### Hinweis zur Vergabe von Leistungen ES-Bau / EW-Bau

Wesentliche Voraussetzung für die Vergabe von Planungsleistungen für ein Räumkonzept bzw. für eine Räumplanung ist eine ausführliche Aufgabenbeschreibung, die mindestens folgende Angaben zu enthalten hat:

- Auftraggeber und Anlass,
- Lage/Anschrift der Liegenschaft/Räumstelle,
- Ansprechpartner, eingebundene Institutionen/Behörden/Firmen,
- Ziel der Maßnahme/Nutzungsabsichten,
- Beschreibung der Liegenschaft/Räumstelle:
  - Frühere/derzeitige Nutzung,
  - Bebauung/Infrastruktur,
  - Topographie/Morphologie,
  - Geologische/hydrogeologische Standortbedingungen,
  - Schutzgebiete/Denkmäler etc.,
- Bisher durchgeführte Maßnahmen:
  - Zusammenfassung der Ergebnisse Phase A,
  - Zusammenfassung der Ergebnisse Phase B,
  - Kampfmittelbelastungssituation/Testfelder,
  - Angaben zu Boden- und Grundwasserbelastungen,
  - Weitere, planungsrelevante Angaben,
- Möglichkeit der Akteneinsicht,
- Termine/Fristen.

Im Rahmen der Bearbeitung sind regelmäßige Abstimmungsgespräche sowohl beim AG als auch Vor-Ort bzw. bei Dritten an der Maßnahme Beteiligten einzuplanen.

Die nachfolgenden Abschnitte 1 - 4 mit den entsprechenden Leistungsbeschreibungen sind objektspezifisch anzupassen und als Vertragsbestandteil zu vereinbaren.

Für den Vertragsabschluss steht ein Mustervertrag im Anhang A-7.1 zur Verfügung.

**Abschnitt 1: Leistungsbeschreibung „Räumkonzept“ (ES-Bau)**

Die Leistungsbeschreibung „Räumkonzept“ (ES-Bau) beinhaltet die Leistungsphasen:

- Grundlagenermittlung,
- Teile der Vorplanung.

Die Leistungsbeschreibung entspricht im Weitesten der Planungstiefe für die Entscheidungsunterlage Bau (ES-Bau) gemäß RBBau, Abschnitt E/F und Anhang 9 (Stand 2003).

**Die Leistungsbeschreibung „Räumkonzept (ES-Bau)“ A-7.2.7 Abschnitt 1 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

**Abschnitt 2: Leistungsbeschreibung „Räumplanung“ (EW-Bau)**

Die Leistungsbeschreibung „Räumplanung“, Teil 2 beinhaltet die Leistungsphasen:

- Teile der Vorplanung,
- Entwurfs- und Genehmigungsplanung.

Für die Erstellung der Entwurfsunterlage Bau (EW-Bau) sind gemäß RBBau, Abschnitt E und Anhang 14 (Stand 2003) die nachfolgenden Teile der Vorplanung, die nicht in der ES-Bau berücksichtigt wurden sowie die Leistungsphasen Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung zu erbringen.

**Die Leistungsbeschreibung „Räumplanung (EW-Bau)“ A-7.2.7 Abschnitt 2 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

**Abschnitt 3: Leistungsbeschreibung „Ausführungsplanung“**

Die Leistungsbeschreibung „Ausführungsplanung“ beinhaltet die Leistungsphasen:

- Ausführungsplanung,
- Vorbereiten und Mitwirken bei der Vergabe,
- Bauoberleitung (soweit diese nicht durch den Bauherren selbst wahrgenommen wird).

**Die Leistungsbeschreibung „Ausführungsplanung“ A-7.2.7 Abschnitt 3 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

**Abschnitt 4: „Koordination der Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in der Planungsphase“**

Die Leistungsbeschreibung „Koordination der Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in der Planungsphase“ ist eine „Besondere Leistung i.S. der HOAI“, die in diesem Dokument als „Eventualleistung“ geführt wird.

**Die Leistungsbeschreibung „Koordination der Belange des Arbeits- und Gesundheitsschutzes in der Planungsphase“ A-7.2.7 Abschnitt 4 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

### **A-7.2.8 Leistungsbild Phase C - örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen**

#### **Örtliche Bauüberwachung**

Die örtliche Bauüberwachung bei der Kampfmittelräumung ist in Anlehnung an § 57 Abs. 1 der HOAI erstellt. Die Regelleistungen entsprechen weitestgehend der dort verankerten Struktur. Zusätzlich sind fachspezifische Eventualleistungen aufgenommen worden, die je nach Maßnahme die Regelleistungen ergänzen. Die Liste der Eventualleistungen ist nicht vollständig und ist je nach Maßnahme anzupassen.

In Anlehnung an § 57 Abs. 3 HOAI und § 52 Abs. 9 HOAI kann das Honorar für die örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen frei vereinbart werden.

**Das Leistungsbild „örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen (Phase C)“ A-7.2.8 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**



## A-7.2.9 Leistungsbeschreibung Phase C - Projektsteuerung

### 1 Vorbemerkung

Projektleitung und Projektsteuerung sind grundsätzlich **Bauherrenaufgaben**. Der staatliche Bauherr muss seine Baumaßnahmen **LEITEN** und den Projektverlauf so **STEUERN**, dass die Vorgaben eingehalten und die projektbezogenen Ziele erreicht werden. Die Leistungen der Projektleitung und -steuerung sind in sämtlichen Bearbeitungsphasen der Projektdurchführung zu erbringen.

### 2 Projektsteuerung

Im Gegensatz zu den Aufgaben der Projektleitung (nicht delegierbarer Teil der Auftraggeberfunktion) kann sich der Bauherr bei der Erledigung dieser baufachlichen Bauherrenaufgaben durch die Beteiligung freiberuflich tätiger Projektsteuerer unterstützen lassen.

*Amtliche Begründung zu § 31 HOAI:*

*Projektsteuerung ist die neutrale und unabhängige Wahrnehmung von Auftraggeberfunktionen in organisatorischer, technischer, wirtschaftlicher und rechtlicher Hinsicht (delegierbarer Aufgabenteil).*

Die überwiegend organisatorischen, technisch- wirtschaftlichen Steuerungsaufgaben umfassen die Überwachung des Zusammenspiels aller projektbeteiligten Planer und Firmen sowie sonstigen Beteiligten. Durch Beratung, Koordination, Information und Kontrolle soll der Projektsteuerer dazu beitragen, dass die Qualitäts-, Termin- und Kostenziele erreicht werden.

Der Projektsteuerer unterstützt die Projektleitung (siehe Anhang 1.1.2 „Projektmanagement“) bei den Auftragsvergaben, der Betreuung der Freiberuflichen, der Erfolgskontrolle und der Abrechnung von Honoraren. Hierzu bedarf es beim Projektsteuerer außer einschlägiger fachlicher Kenntnisse in der Kampfmittelräumung entsprechend qualifizierten und geschulten Personals mit Erfahrungen in den im nachfolgenden Leistungskatalog beschriebenen Aufgaben.

- Fachliche Beratung des AG für das Gesamtprojekt: Klärung der Aufgabenstellung, Erstellung und Koordination des Programms für das Gesamtprojekt (Basis §31/HOAI),
- Abstimmung der Rahmenbedingungen mit dem Auftraggeber unter Berücksichtigung der ordnungspolitischen Vorgaben (Vergaberecht, Haushaltsrecht). Unterstützung bei der Vergabe von Leistungen in einem öffentlich kontrollierten Wettbewerb. Bewertung der Angemessenheit von Vergütungen und Preisen,

- Klärung der Voraussetzungen für den Einsatz von Planern und anderen an der Planung fachlich Beteiligten (Projektbeteiligte)(Basis §31 / HOAI):
  - der Auswahl von geeigneten Planern unter Beachtung des Vergaberechts (siehe Textteil Kap. 7 und Anhänge),
  - der Vorbereitung und dem Abschluss von Ingenieurverträgen hinsichtlich der Geschäftsbedingungen und der Qualitätsanforderungen an Planungskonzepte (siehe Anhang 7),
  - der Kontrolle bei der Vorbereitung und dem Abschluss von Bauverträgen für Maßnahmen der Kampfmittelräumung hinsichtlich der Geschäftsbedingungen und der Qualitätsanforderungen an Durchführungskonzepte (siehe Anhang 8),
- Aufstellung und Überwachung von Organisations-, Termin- und Zahlungsplänen, bezogen auf das Projekt und Projektbeteiligte (Basis §31 / HOAI),
- Koordinierung und Kontrolle der Projektbeteiligten, mit Ausnahme der ausführenden Firmen (Basis §31 / HOAI),
- Vorbereitung und Betreuung der Beteiligung von Planungsbetroffenen (Basis §31 / HOAI),
- Fortschreibung der Planungsziele und Klärung von Zielkonflikten (Basis §31 / HOAI),
- laufende Information des Auftraggebers über die Projektabwicklung und rechtzeitiges Herbeiführen von Entscheidungen des Auftraggebers (Basis §31 / HOAI),
- Koordinierung und Kontrolle der Bearbeitung von Finanzierungs-, Förderungs- und Genehmigungsverfahren (Basis §31/ HOAI),
- Formulierung von Vorgaben für die Dokumentation als Beweissicherung (siehe Textteil Kap. 8 und Anhänge),
- Baufachliche Begleitung.

Die Honorierung dieser Leistungen kann gem. § 31 (1) HOAI frei vereinbart werden.



## A-8 Leistungsbeschreibungen gewerblich

### A-8.1 Phase B

#### A-8.1.1 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) - Geophysik (VOL)

##### 1 Geltungsbereich

Die Hinweise zur Musterleistungsbeschreibung beziehen sich auf geophysikalische Leistungen mit digitaler Aufnahme innerhalb der Phase B, die nach VOL ausgeschrieben werden.

##### 2 Musterleistungsbeschreibung

Die Musterleistungsbeschreibung besteht aus folgenden Dokumenten:

1. **Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (A-8.1.2)**

Die Mustergliederung liefert der ausschreibenden Stelle ein Gerüst für die Beschreibung der durchzuführenden Maßnahme. Die Abschnitte und Kapitel sind mit Stichworten und Hinweisen ausgestattet, die der ausschreibenden Stelle die Zusammenstellung der für die Ausschreibung erforderlichen Daten erleichtern sollen.

Die Anforderungen der VOL und des Vergabehandbuchs für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzbauverwaltungen werden durch die Vorgaben der Mustergliederung nicht ersetzt und sind zu beachten.

Die Mustergliederung enthält Verweise auf alle für eine Ausschreibung in dieser Phase möglicherweise benötigten Technischen Spezifikationen. Es ist im Einzelfall zu prüfen, welche der Technischen Spezifikationen zur vollständigen Beschreibung der konkret auszuschreibenden Leistung erforderlich sind.

2. **Musterleistungskataloge (A-8.1.3)**  
Die Musterleistungskataloge sind nach Sondierverfahren getrennt.

3. **Technische Spezifikationen (A-9)**

Die Technischen Spezifikationen setzen die technischen Standards für folgende Leistungen (s. Tab. A-8.1.1 - 1) und sind im Regelfall / optional anzuwenden:

**Tab. A-8.1.1 - 1: Relevante Technische Spezifikationen Geophysik**

TS Nr.	TS Bezeichnung	Anzuwenden	
		Regel-fall	Optio-nal
A-9.1.1	Arbeitsschutz	X	
A-9.1.5	Anforderung gewerbliche Auftragnehmer	X	
A-9.1.7	Vermessung	X	
A-9.3.2	Anforderung Dokumentation Geophysik	X	
A-9.3.3	Anforderung Geophysiker	X	
A-9.3.4	Anforderung Qualitätskontrolle Geophysik		X
A-9.3.8	Magnetik fahrzeuggestützt, digitale Aufn.	Je nach beauftragtem Verfahren anzuwenden	
A-9.3.9	Magnetik zu Fuß, digitale Aufnahme		
A-9.3.10	TDEM fahrzeuggestützt, digitale Aufnahme		
A-9.3.11	TDEM zu Fuß, digitale Aufnahme		
A-9.3.12	Tiefensondierung		
A-9.3.13	MS-Sonde		
A-9.3.14	Georadar		

Die den Verdingungsunterlagen beigefügten Technischen Spezifikationen sind in den Einheitlichen Vertragsmustern (s. Tab. A-8.1.1 - 2)

**Tab. A-8.1.1 - 2: Auflistung Technische Spezifikationen in den EVM**

Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	231 - EVM (L) A
Angebotsschreiben	233 - EVM (L) Ang

aufzuführen. Sie werden Vertragsbestandteil.

#### 4. Anlagen

Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bielereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

##### **Einheitliche Verdingungsmuster (EVM)**

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als optional gekennzeichneten Dokumente, folgende EVM enthalten (s. Tab. A-8.1.1 - 3):

**Tab. A-8.1.1 - 3: Aufzuführende EVM in den Ausschreibungsunterlagen**

Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	231 - EVM (L) A
Bewerbungsbedingungen	232 - EVM (L) BwB
Angebotsschreiben	233 - EVM (L) Ang
Besondere Vertragsbedingungen	234 - EVM (L) BVB

Die „Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen“ der EVM (L) BVB 234 sind im Bedarfsfall unter Pkt. 9 wie folgt zu ergänzen:

- 4.1. Ausführungsunterlagen (VOL/B § 3, Nr. 1)  
Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.
- 4.2. Abnahme (VOL/B § 1)  
Ergänzend zu VOL/B § 1 gelten folgende Festlegungen:
  - Die Abnahmen erfolgen nur für in sich geschlossene Erkundungsleistungen oder Erkundungsteilleistungen.
  - Die Abnahme ist durch den Auftragnehmer schriftlich zu beantragen.
  - Die Abnahme von Teilleistungen erfolgt gemäß VOL/B §13 Nr. 2 Abs. 4.
  - Die Abnahme der Gesamtleistung erfolgt gemäß VOL/B §13 Nr. 2 Abs. 1.
  - Es sind Fristen festzulegen, innerhalb derer die Abnahme zu erfolgen hat.
  - Wird die Abnahme aufgrund eines Mangels verweigert, hat der Unternehmer diesen Mangel auf seine Kosten zu beheben und erneut die förmliche Abnahme schriftlich zu beantragen.
- 4.3. Haftung  
Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers müssen mindestens betragen:
 

Für Personenschäden	512.292 Euro
Für sonstige Schäden	153.388 Euro.

 Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

- 4.4. Ausführung (VOB/B § 4 Abs.2) - SiGe-Koordinator – (bedarfsweise)  
Der Auftragnehmer versichert,
  - dass er für die Ausführungsphase uneingeschränkt über einen qualifizierten SiGe-Koordinatoren verfügt. Die Qualifikation gem. TS A-9.1.11 ist vor Zuschlagserteilung nachzuweisen.
5. 235 - Zusätzliche Vertragsbedingungen - EVM (L) ZVB
6. 311 - Angaben zur Preisermittlung - EFB Preis 1 a, b
7. 312 - Aufgliederung wichtiger Einheitspreise - EFB Preis 2
8. 317 - Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen - EFB-NU a, b
9. 243 - Datenverarbeitung - EVM-Erg DV (bei Bedarf)

## **A-8.1.2 Musterleistungsbeschreibung Geophysik (VOL)**

Die Musterleistungsbeschreibung Geophysik A-8.1.2 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



### **A-8.1.3 Musterleistungskatalog Geophysik (VOL)**

Der Musterleistungskatalog Geophysik A-8.1.3 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.





## **A-8.1.4 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) - Testfeldräumung (VOB)**

### **1 Geltungsbereich**

Die Musterleistungsbeschreibung bezieht sich auf die Räumung von Kampfmitteln innerhalb der Phase B (Testfeldräumung).

### **2 Musterleistungsbeschreibung**

Die Musterleistungsbeschreibung besteht aus folgenden Dokumenten:

#### **1. Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (A-8.1.3)**

Die Mustergliederung liefert der ausschreibenden Stelle ein Gerüst für die Beschreibung der durchzuführenden Maßnahme. Die Abschnitte und Kapitel sind mit Stichworten und Hinweisen ausgestattet, die der ausschreibenden Stelle die Zusammenstellung der für die Ausschreibung erforderlichen Daten erleichtern sollen.

Die Anforderungen der VOB und des Vergabehandbuches für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzbauverwaltungen werden durch die Vorgaben der Mustergliederung nicht ersetzt und sind zu beachten.

Die Mustergliederung enthält Verweise auf alle für eine Ausschreibung in dieser Phase möglicherweise benötigten Technischen Spezifikationen. Es ist im Einzelfall zu prüfen, welche der Technischen Spezifikationen zur vollständigen Beschreibung der konkret auszusprechenden Leistung erforderlich sind.

#### **2. Musterleistungskataloge (A-8.1.5)**

Der Musterleistungskatalog für die Räumung von Kampfmitteln wurde in Anlehnung an die Standardleistungsbücher des „Gemeinsamen Ausschusses Elektronik im Bauwesen (GAEB)“ entwickelt. Die Anwendung des Musterleistungskataloges erfolgt gemäß den Regeln der GAEB. Der Musterleistungskatalog greift bei bauspezifischen Leistungstexten auf vorhandene Bausteine der Standardleistungsbücher zurück bzw. verweist auf die entsprechenden Bausteine.

### 3. Technische Spezifikationen (A-9)

Die Technischen Spezifikationen setzen die technischen Standards für folgende Leistungsbereiche (s. Tab. A-8.1.4 – 1):

**Tab. A-8.1.4 - 1: Relevante Technische Spezifikationen**

a	Arbeitsschutz
b	Räumstellenorganisation
c	Räumverfahren
d	Dokumentation
e	Abnahmebedingungen
f	Geophysik

Die Technischen Spezifikationen gemäß a., b., d., e. und f. sind anzuwenden. Die Technischen Spezifikationen gemäß Punkt c. sind in Abhängigkeit von den gewählten oder zu erwartenden Räumverfahren auszuwählen und den Verdingungsunterlagen beizufügen.

Die den Verdingungsunterlagen beigefügten Technischen Spezifikationen sind in den Einheitlichen Vertragsmustern (s. Tab. A-8.1.4 – 2)

**Tab. A-8.1.4 - 2: Auflistung Technische Spezifikationen in den EVM**

Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211 - EVM (B) A
Angebotsschreiben	213 – EVM (B) Ang

aufzuführen. Sie werden Vertragsbestandteile.

### 4. Anlagen

Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bietereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

#### Einheitliche Verdingungsmuster (EVM)

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als optional gekennzeichneten Dokumente, folgende EVM enthalten (s. Tab. A-8.1.4 - 3):

**Tab. A-8.1.4 - 3: Aufzuführende EVM in den Ausschreibungsunterlagen**

Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211 - EVM (B) A
Bewerbungsbedingungen	212 - EVM (B) BwB/E
Angebotsschreiben	213 - EVM (B) Ang
Besondere Vertragsbedingungen	214 - EVM (B) BVB

Die „Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen“ des EVM (B) BVB 214 sind im Bedarfsfall unter Pkt. 5 - 9 wie folgt zu ergänzen:

#### 4.1 Ausführungsunterlagen (VOB/B § 3, Nr. 1)

Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.

#### 4.2 Abnahme (VOB/B § 12) und Abnahmebedingungen

Für die Abnahme gelten folgende Festlegungen:

- Die Abnahmen erfolgen nur für in sich geschlossene Räumleistungen oder Räumteilleistungen.
- Die Abnahme ist durch den Auftragnehmer schriftlich zu beantragen (siehe auch Technische Spezifikation A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“).
- Die Abnahme der Gesamtfläche erfolgt gemäß § 12 Nr. 4 Abs. 1 VOB/B (förmliche Abnahme).
- Es sind Fristen festzulegen, innerhalb der gemäß § 12 Nr. 1 VOB/B die Abnahme zu erfolgen hat.
- Wird die Abnahme aufgrund eines Mangels verweigert, hat der Unternehmer diesen Mangel auf seine Kosten zu beheben und erneut die förmliche Abnahme schriftlich zu beantragen.

#### 4.3 Haftung (VOB/B § 10)

Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers müssen mindestens betragen:

Für Personenschäden	512.292 Euro
Für sonstige Schäden	153.388 Euro.

Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

#### 4.4 Ausführung / VOB/B § 4 Abs. 2) - SiGe-Koordinator -

Der Auftragnehmer versichert,

- dass er für die Ausführungsphase uneingeschränkt über einen qualifizierten SiGe-Koordinator verfügt. Die Qualifikation gem. TS A-9.1.11 ist vor Zuschlagserteilung nachzuweisen.

5. 215 Zusätzliche Vertragsbedingungen - EVM (B) ZVB/E

6. 241 Abfall - EVM Erg Abf (optional)

7. 311 Angaben zur Preisermittlung - EFB Preis 1 a, b

- 8. 312 Aufgliederung wichtiger Einheitspreise - EFB Preis 2
- 9. 317 Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen - EFB-  
NU a, b

## **A-8.1.5 Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB)**

### **1 Veranlassung**

#### **1.1 Gegenstand der Ausschreibung**

- Auftraggeber
- Name, Verwaltungszugehörigkeit und Ausdehnung der zu untersuchenden Liegenschaft
- Art der Räumung
- Räumziel
- Gegenwärtige Nutzung

#### **1.2 Auftraggeber**

- Postanschrift
- Ansprechpartner
- Telefonnummer

### **2 Angaben zur Räumstelle**

#### **2.1 Eigentumsverhältnisse**

- Eigentümer der Fläche / Vertreter des Eigentümers,
- Bezeichnung,
- Geographische Lage,
- Betroffene Flurstücke,
- Erläuterungen zum Übersichtsplan des Räumgebietes mit Grenzen der Räumstelle in geeignetem Maßstab.

#### **2.2 Historische Entwicklung der Liegenschaft (Anm.: gem. Phase A / HGR)**

- Zivile und militärische Nutzungsgeschichte,
- Ereignisse, die zur Entstehung des Kampfmittelverdachts geführt haben.

### 2.3 Kampfmittelbelastung

- Chronik bisheriger Kampfmittelräumungen,
- Darstellung der Kenntnisse über die vermutete bzw. vorhandene Kampfmittelbelastung sowohl beschreibend als auch – falls möglich – in Form einer Belastungskarte mit folgenden Informationen:
  - vermutete Kampfmittelart,
  - aus der Geophysik prognostizierte Fundtiefe,
  - Zustand,
  - aus der Geophysik prognostizierte Verteilung / Konzentration / Belastungsdichte,
  - Räumerschwernisse (u.a. magnetische Steine),
  - Ergebnisse der Bewertung,
  - Ergebnisse der Geophysik,
- Besondere Risiken,
- Hinweise auf eventuelle Umweltbelastungen.

Die Belastung der Testfelder ergibt sich aus den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen in Abgleich mit den Ergebnissen der Phase A.

Abgerechnet wird auf Nachweis auf Stundenbasis.

### 2.4 Nutzungsumfeld und Infrastruktur

- Umgebungsnutzung,
- Art und Lage baulicher Anlagen auf der Räumstelle,
- Verkehrsverhältnisse auf der Räumstelle, Verkehrsbeschränkungen,
- Lage, Art, Anschlusswert und Bedingungen für das Überlassen von Anschlüssen für Wasser, Energie und Abwasser (siehe auch § 4, Abs. 4 VOB/B),
- Lage und Ausmaß der dem Auftragnehmer für die Ausführung seiner Leistung zur Benutzung oder Mitbenutzung überlassenen Flächen und Räume.

## 2.5 Naturräumliche Standortfaktoren

- Topographie,
- Geologie und Bodenverhältnisse:
  - Bodenklassen des gewachsenen Bodens nach DIN 18300,
  - Auffüllungen.
- Bewuchs:
  - Baumbestand.
- Oberflächengewässer:
  - Überflutungsflächen,
- Grundwasser:
  - Grundwasserflurabstand,
- Besondere Gegebenheiten.

## 2.6 Räumhindernisse und –erschwerisse

- Ver- und Entsorgungsleitungen unter-/ oberirdisch,
- Ruinen,
- Bauliche Anlagen (auch deren Reste sowie unterirdische Anlagen).

## 2.7 Kontaminierte Bereiche, Abfall

- Darstellung der schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen sowie der Abfallsituation (relevant für die Räummaßnahme),
- Maßnahmen für das Arbeiten in kontaminierten Bereichen gemäß den Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz einschließlich des Leitfadens zur Arbeitssicherheit bei der Erkundung und Sanierung von Boden- und Grundwasserbelastungen.

## 2.8 Rechtliche Rahmenbedingungen

- Rechte und Auflagen von Versorgungsträgern,
- Schutzgebiete,
- Immissionsschutz,
- Totenruhe.

## 2.9 Flächeneigentümer- / Flächennutzerauflagen

- Zeitliche Einschränkungen der Tätigkeitsausübung,
- Generelle Untersagung bestimmter Tätigkeiten,
- Verbot bestimmter Tätigkeiten in definierten Geländebereichen,
- Sonstige Beschränkungen.

## 2.10 Zeitgleich laufende Arbeiten und Nutzungen

- Hinweise auf zeitgleich laufende Arbeiten und Nutzungen auf der Räumstelle,
- Erfordernisse gemäß BauStellV.

## 3 Leistungsumfang

### 3.1 Räumziel

Darstellung des Räumziels unter Beachtung der Vorgaben der Technischen Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

### 3.2 Räumstelleneinrichtung

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses unter Titel 1 „Räumstelleneinrichtung“.

Hinweise auf die Technische Spezifikation A-9.1.10 „Räumstellenorganisation“.

#### 3.2.1 Baubüro mit Sozialeinrichtungen und Erste-Hilfe-Station

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

#### 3.2.2 Straßen und Wege

Erläuterungen zu Titel 1; Pos. 40

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.



### 3.2.3 Schwarz-Weiß-Anlage

Erläuterungen zu Titel 1; Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

### 3.2.4 Bereitstellungslager Kampfmittel

Erläuterungen zu Titel 1; Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.6 „Bereitstellungslager“.

Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.2.5 Bereitstellungslager Abfall / Recyclingmaterial

Erläuterungen zu Titel 1; Pos. 30

- Zugewiesene Flächen.
- Technische Einzelheiten:
  - Zur Einrichtung,
  - Zur Sicherung,
  - Zur Bereitstellung für den Abtransport,
  - Zum Begleitscheinverfahren bei Transporten.

### 3.2.6 Bereitstellungslager Boden

Erläuterungen zu Titel 1; Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten:
  - Zur Einrichtung,
  - Zur Sicherung,
  - Zur Bereitstellung für den Abtransport,
  - Zum Begleitscheinverfahren bei Transporten.

### 3.3 Aufteilung der Räumstelle, Vermessungsarbeiten

Verkehrs- und Betriebsflächen der Räumstelle sind vorrangig zu räumen.

- Einteilung der Räumstelle in Räumabschnitte:
  - Bezeichnung,
  - Lage,
  - Größe,
  - Verkehrsanbindung innerhalb der Räumstelle,
  - Parzellierung.

Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.7 „Vermessung“

Die Anforderungen der Technischen Spezifikation sind i.d.R. einzuhalten. Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen von der Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.4 Arbeits- und Gesundheitsschutz

Dem Auftragnehmer werden folgende Aufgaben, die dem Auftraggeber gem. BaustellV obliegen, übertragen:

- Bestellung eines SiGe-Koordinators während der Ausführung der Räummaßnahme,
- Vorankündigung der Räummaßnahme gem. § 2 BaustellV,
- Erarbeitung eines SiGe-Planes.

#### 3.4.1 SiGe-Koordinator

##### Bestellung

Durch den Auftragnehmer ist eine geeignete Fachkraft (vgl. Kap. 5; Anhang A-9.1.11; und A-9.1.12, Kap.2.5.1) unverzüglich nach Auftragserteilung und vor Ausführungsbeginn zu benennen. Sollten weitere Koordinatoren für die Maßnahme bestellt worden sein, bzw. aufgrund gesetzlicher Festlegungen notwendig sein, sind diese fristgerecht zu benennen.

##### Aufgaben

Die durch den SiGe-Koordinator wahrzunehmenden Aufgaben ergeben sich aus den gesetzlichen Bestimmungen (RAB 30 Kap.3) und aus den Anhängen A-9.1.1 und A-9.1.12.

#### Maßnahmen- / Schnittstellenkoordination

Mit der aktuellen Räummaßnahme parallel oder überschneidend stattfindende Baumaßnahmen bzw. Betriebsabläufe (z.B. Flugverkehr) sind vollständig zu erfassen und in ihren zeitlichen und örtlichen Charakteristika darzustellen – arbeitsschutzrelevante Spezifikationen sind dabei in Vorbereitung der Erstellung des SiGe-Planes (vgl. Anhang A-9.1.12, Kap.2.5.1) besonders zu berücksichtigen:

- Art der Maßnahme/ Baustelle/ Bezeichnung,
- Ausführungszeit,
- Ausführungsort,
- Arbeitsschutzrelevante Besonderheiten,
- Ansprechpartner mit Kontakt.

#### **3.4.2 Vorankündigung der Räummaßnahme gem. § 2 BauStellV**

Die Einreichung der Vorankündigung nach § 2 BauStellV erfolgt durch den SiGe-Koordinator. Ein Formular „Vorankündigung“ befindet sich in der Anlage 2 zum Muster-SiGe-Plan (Anhang A-9.1.12.)

#### **3.4.3 Erarbeitung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan)**

Zur Vereinfachung der Planerstellung wird im Anhang A-9.1.12 ein MusterSiGe-Plan zur Verfügung gestellt, der sich in folgende Kapitel gliedert:

1. Veranlassung
2. Projektorganisation
3. Objektbeschreibung
4. Ablauf der Kampfmittelräumung
5. Gefahrenbewertung.

Bei der Erarbeitung des spezifischen SiGe-Planes ist den besonderen Bedingungen der einzelnen Maßnahme Rechnung zu tragen. Durch den Verantwortlichen sind die spezifischen Maßnahmen zu erarbeiten und zu definieren – Schwerpunkt hierbei ist die Gefährdungsanalyse sowie die Erarbeitung des Arbeitssicherheitskonzeptes mit den dazugehörigen Anlagen wie Betriebsanweisungen und dem SiGe-Plan Bauablauf.

### 3.5 Räumkonzept

Einführung in das Räumkonzept.

#### 3.5.1 Ablauf der Räumarbeiten

- Festlegung des geplanten Ablaufes der Kampfmittelräumung unter Berücksichtigung der Angaben zu den Testfeldern (siehe Kap. 2).
- Anforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, gegebenenfalls besondere Anordnungen für Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen (siehe Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz) und Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.1 „Arbeitsschutz“.

#### 3.5.2 Räumfeldvorbereitung

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses unter Titel 2 „Räumfeldvorbereitung“.

##### 3.5.2.1 Forstarbeiten und Landschaftsbauarbeiten

Beschreibung der Vorgehensweise bei der Beseitigung von vegetationsbedingten Räumhindernissen zur Herstellung der Räumfreiheit unter Verweis auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses.

Beachtung der Vorgaben der Standardleistungsbücher:

- 002 „Erdarbeiten“
- 003 „Landschaftsbauarbeiten“

##### 3.5.2.2 Bauliche Anlagen

Beschreibung der Vorgehensweise bei der Beseitigung von bauwerksbedingten Räumhindernissen zur Herstellung der Räumfreiheit unter Verweis auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Behandlung anfallender Massen unter Berücksichtigung des KrW-/AbfG. Beachtung länderspezifischer Regelungen,
- Hinweis auf die Arbeitshilfen Recycling.

### 3.5.2.3 Abfall

Erläuterungen, Titel 3.2, in 460 und 470 und Titel 3.3, Position 520 und 530 unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Betroffene Testfelder,
- Abfallrechtliche Deklaration,
- Vorgaben zur Trennung der Materialien,
- Angaben zu Annahmebedingungen des Entsorgungs- oder Verwertungsbetriebes / der zuständigen Abfallbehörde,
- Regelung der Erstattung von Entsorgungs- / Deponierungskosten sowie eventuellen damit in Zusammenhang stehenden Gebühren, sofern im Leistungsverzeichnis nicht ausdrücklich angefragt.

### 3.5.2.4 Boden

Erläuterungen zu Titel 3.2, Position 510, Titel 3.3, Position 610 und Titel 3.4; Position 610 unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Betroffene Testfelder,
- Angaben zum Bodenmanagement,
- Deklarationen gemäß BbodSchV,
- Ggf. Vorgaben zum Wiedereinbau,
- Angaben zu Annahmebedingungen des Entsorgungs- oder Verwertungsbetriebes / der zuständigen Abfallbehörde,
- Regelung der Erstattung von Entsorgungs- / Deponierungskosten sowie eventuellen damit in Zusammenhang stehenden Gebühren, sofern im Leistungsverzeichnis nicht ausdrücklich angefragt.

### 3.5.3 Durchführung der Kampfmittelräumung

Beschreibung der Testfeldräumung mit Verweisen auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses Titel 3 „Kampfmittelräumung“ und unter Beachtung folgender Gesichtspunkte:

- Falls erforderlich, Beschreibung unterschiedlicher Räumziele (Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“). Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.
- Festlegung der Räummethode – falls vorhanden – für die einzelnen Testfelder unter Hinweis auf folgende Technische Spezifikationen:
  - A-9.4.4 „Visuelle Kampfmittelräumung“,
  - A-9.4.5 „Räumung von Bombenblindgängern“,
  - A-9.4.6 „Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung“,
  - A-9.4.7 „Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation),
  - Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.
- Sonstige Hinweise zur Kalkulation.

Hinweise:

(1) Bei der visuellen Kampfmittelräumung auf Testfeldern ist zu beachten, dass diese bereits im Vorlauf der geophysikalischen Untersuchungen stattgefunden hat. Lediglich durch nachfolgende Überprägung mit Kampfmitteln (z.B. Schießbetrieb) kann die visuelle Kampfmittelräumung nochmals erforderlich werden. Dies ist zu dokumentieren. Sollte diese Leistung erneut zum Tragen kommen, ist in Abweichung von der TS A-9.4.4 zu beachten, dass nur Kampfmittel geräumt werden, die eine Betretung des Geländes aus Gründen der Arbeitssicherheit verhindern.

(2) Bei der Durchführung der Räumung ist zu berücksichtigen, dass die Räumflächenangabe eine planerische Größe ist, die das Mengengerüst in der Ausschreibung zur gewerblichen Räumung bildet. Während der Testfeldräumung sind diese Größen je nach Befund veränderlich (A-3.2 Testfelder).

#### Räumungsbegleitende Maßnahmen

Beschreibung der Erfordernis und Durchführung von räumungsbegleitenden Maßnahmen mit Verweis auf die Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses, Titel 4 „Räumungsbegleitende Arbeiten“, getrennt nach Maßnahmen.

### 3.5.3.1 Sprengungsvor- und nachbereitende Maßnahmen

Die Sprengungsvor- und nachbereitenden Maßnahmen dienen als allgemeine Maßnahme der Unterstützung des KBD bei der Sprengung nicht transportfähiger Kampfmittel. Beschreibung folgender Aufgaben:

- Ggf. Koordination der Maßnahme mit dem KBD,
- Herrichtung des Sprengplatzes,
- Durchführung von Abspermaßnahmen,
- Erneute Räumung des Sprengplatzes.

### 3.5.3.2 Transporte

- Beschreibung der zu erwartenden Transportvorgänge innerhalb des Räumgebietes.

### 3.5.3.3 Füllboden

- Beschreibung der Qualität und Menge des zu liefernden Füllbodens.

### 3.5.3.4 Wasserhaltung

- Beschreibung der Wasserhaltung unter Beachtung der Vorgaben des Standardleistungsbuches 008 „Wasserhaltungsarbeiten“.

## 3.6 Personaleinsatz

Hinweis auf die Technischen Spezifikationen

- A-9.1.5 „Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer“
- A-9.1.10 „Räumstellenorganisation“.
- A-9.1.11 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator“

Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zu den Technischen Spezifikationen sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.7 Dokumentation

Beschreibung der für die Dokumentation zu erstellenden Unterlagen unter Verweis auf die Technische Spezifikation A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“. Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

Neben den in der TS A-9.4.10 geforderten Dokumente sind als Mindestanforderungen folgende Unterlagen beizufügen:

- Auflistung aller Testfelder mit folgenden Mindestangaben: Name / Bezeichnung, Eckpunktkoordinaten (ggf. Flurstücksangabe), Form, Größe, Bewuchs, Hangneigung, Räumverfahren.
- Abgabe der Vermessungsrohdaten als ASCII-Datei mit Formatangabe, im Microsoft .xls-Format oder binär mit Lesesoftware.
- Auf CD-Rom müssen alle im Bericht vorhandenen Unterlagen (Bericht, Karten und Grafiken) vorhanden sein. Die Karten und Grafiken sind als Postscriptfiles abzulegen. Die Karten sind zusätzlich als GIS-Projekt (z.B. ArcView) auf der CD mitzuliefern.
- Falls kein GIS-Projekt angelegt wurde, sind die erstellten Karten in einem Austauschformat (.jpg, .bmp, .tiff) zu übergeben.

## 4 Anlagen

Anlage 1	Liegenschaftsplan und Testfeldübersichtsplan
Anlage 2	A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“



### **A-8.1.6 Musterleistungskatalog (VOB) Gewerbliche Leistungen - Testfeldräumung (Phase B)**

Der Musterleistungskatalog „gewerbliche Leistungen - Testfeldräumung (Phase B)“ A-8.1.6 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



## **A-8.1.7 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS)**

### **1 Einführung**

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung stellen im Anhang 8 Muster für Verdingungsunterlagen zur Testfeldräumung, bestehend aus einer Mustergliederung für eine Leistungsbeschreibung und einem Musterleistungskatalog, bereit. Die wichtigsten organisatorischen und methodischen Grundsätze bei der Durchführung von Kampfmittelräummaßnahmen durch gewerbliche Auftragnehmer werden im Anhang 9 als Technische Spezifikationen zur Verfügung gestellt.

### **2 Anwendungsgrundsätze**

Die Technischen Spezifikationen, die gemäß VOB Bestandteil des Vertrages mit dem gewerblichen Auftragnehmer werden, sind modular aufgebaut. D.h., jedes für die Durchführung von Kampfmittelräumungen wichtige Thema wird durch eine Technische Spezifikation repräsentiert. Der inhaltliche Zusammenhang zwischen den Themen der Technischen Spezifikationen ist durch die ausschreibende Stelle mit der Leistungsbeschreibung herzustellen. Entsprechend den Anforderungen der in der Leistungsbeschreibung erläuterten Räummaßnahme sind die einzelnen Module zur Vermeidung unnötig umfangreicher Verdingungsunterlagen zu selektieren und diesen beizufügen.

Die Technischen Spezifikationen beschreiben in allgemeiner Form organisatorische und methodische Standards für die Abwicklung von Räummaßnahmen nach dem Stand der Technik. Es können jedoch Ausnahmen auftreten oder Konkretisierungen erforderlich sein. Diese sind in der Leistungsbeschreibung unter Bezugnahme auf die entsprechende Technische Spezifikation sowie die zutreffende Textpassage zu spezifizieren.

### **3 Technische Spezifikationen**

Die Technischen Spezifikationen sind in vier Kategorien mit folgenden inhaltlichen Schwerpunkten einzuteilen.

#### **3.1 Anforderungen an den gewerblichen Auftragnehmer**

A-9.1.5 Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer

#### **3.2 Organisatorische Standards bei Räummaßnahmen**

A-9.1.1 Arbeitsschutz

A-9.1.6 Bereitstellungslager

A-9.1.7 Vermessung

A-9.1.10 Räumstellenorganisation

**3.3 Sondierverfahren**

- A-9.3.9 Magnetik zu Fuß
- A-9.3.13 MS-Sonde

**3.4 Methodische Standards bei Räummaßnahmen**

- A-9.4.2 Abnahmebedingungen / Prüffeld
- A-9.4.4 Visuelle Kampfmittelräumung
- A-9.4.5 Bombenblindgängerräumung
- A-9.4.6 Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung
- A-9.4.7 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)

**3.5 Dokumentation Phase B**

- A-9.4.10 Dokumentation Phase C

## A-8.2 Phase C

### A-8.2.1 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und Einheitlichen Verdingungsmuster (EVM) – Räumung (VOB)

Die Musterleistungsbeschreibung besteht aus folgenden Dokumenten:

#### Musterleistungsbeschreibung

1. Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung/Baubeschreibung/Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (A-8.2.2)

Die Mustergliederung liefert der ausschreibenden Stelle ein Gerüst für die Beschreibung der durchzuführenden Maßnahme. Die Abschnitte und Kapitel sind mit Stichworten und Hinweisen ausgestattet, die der ausschreibenden Stelle die Zusammenstellung der für die Ausschreibung erforderlichen Daten erleichtern sollen. Die Anforderungen der VOB und des Vergabehandbuchs für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Finanzbauverwaltungen werden durch die Vorgaben der Mustergliederung nicht ersetzt und sind zu beachten.

Die Mustergliederung enthält Verweise auf alle für eine Ausschreibung in dieser Phase möglicherweise benötigten Technischen Spezifikationen. Es ist im Einzelfall zu prüfen, welche der Technischen Spezifikationen zur vollständigen Beschreibung der konkret auszuschreibenden Leistung erforderlich sind.

2. Musterleistungskatalog (A-8.2.3)  
Der Musterleistungskatalog wurde in Anlehnung an die Standardleistungsbücher des Gemeinsamen Ausschusses Elektronik im Bauwesen (GAEB) entwickelt. Die Anwendung des Musterleistungskataloges erfolgt gemäß den Regeln der GAEB. Der Musterleistungskatalog greift bei bauspezifischen Leistungstexten auf vorhandene Bausteine der Standardleistungsbücher zurück bzw. verweist auf die entsprechenden Bausteine.
3. Technische Spezifikationen (A-9)  
Die Technischen Spezifikationen setzen die technischen Standards für folgende Leistungsbereiche:
  - Arbeitsschutz,
  - Räumstellenorganisation,
  - Räumverfahren,
  - Dokumentation,
  - Abnahmebedingungen.

Die Technischen Spezifikationen gemäß a., b., d. und e. sind anzuwenden. Die Technischen Spezifikationen gemäß Punkt c. sind in Abhängigkeit von den gewählten oder zu erwartenden Räumverfahren auszuwählen und den Verdingungsunterlagen beizufügen.

4. Die den Verdingungsunterlagen beigefügten Technischen Spezifikationen sind in den Einheitlichen Vertragsmustern „211 – Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes – EVM (B) A“ sowie „213 – Angebotsschreiben – EVB (B) Ang.“ aufzuführen. Sie werden Vertragsbestandteile.
5. Anlagen  
Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bietereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

#### Einheitliche Verdingungsmuster (EVM)

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als optional gekennzeichneten Dokumente, folgende EVM enthalten:

1. 211 – Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes – EVM (B) A 211
2. 212 – Bewerbungsbedingungen – EVM (B) BeB/E
3. 213 – Angebotsschreiben – EVB (B) Ang
4. 214 – Besondere Vertragsbedingungen – EVM (B) BVB  
Die „weiteren besonderen Vertragsbedingungen“ der EVM (B) BVB 214 sind im Bedarfsfall unter Pkt.5-9 wie folgt zu ergänzen:
  - 4.1. Ausführungsunterlagen (VOB/B § 3, Nr. 5)  
Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.
  - 4.2. Abnahme (VOB/B § 12) und Abnahmebedingungen  
Für die Abnahme gelten folgende Festlegungen:
    - Die Abnahmen erfolgen nur für in sich geschlossene Räumleistungen oder Räumteilleistungen.
    - Die Abnahme ist durch den Auftragnehmer schriftlich zu beantragen (siehe auch Technische Spezifikation A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“).
    - Die Abnahme der Gesamtfläche erfolgt gemäß § 12 Nr. 4 Abs. 1 VOB/B (förmliche Abnahme).
    - Es sind Fristen festzulegen, innerhalb der gemäß § 12 Nr. 1 VOB/B die Abnahme zu erfolgen hat.
    - Wird die Abnahme aufgrund eines Mangels verweigert, hat der Unternehmer diesen Mangel auf seine Kosten zu beheben und erneut die förmliche Abnahme schriftlich zu beantragen.
  - 4.3. Haftung (VOB/B § 10)
    - Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers müssen mindestens betragen:
 

Für Personenschäden	512.292 Euro
Für sonstige Schäden	153.388 Euro.

Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

- 4.4. Ausführung (VOB/B § 4 Abs.2) –SiGe-Koordinator-  
Der Auftragnehmer versichert,
  - dass er für die Ausführungsphase uneingeschränkt über einen qualifizierten SiGe-Koordinator verfügt. Die Qualifikation gem. TS A-9.1.11 ist vor Zuschlagserteilung nachzuweisen.
5. 215 Zusätzliche Vertragsbedingungen – EVM (B) ZVB/E
6. 241 Abfall – EVM Erg Abf (optional)
7. 311 Angaben zur Preisermittlung – EFB Preis 1 a, b
8. 312 Aufgliederung wichtiger Einheitspreise
9. 317 Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen.





## **A-8.2.2 Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB)**

### **1 Veranlassung**

#### **1.1 Gegenstand der Ausschreibung**

- Auftraggeber
- Name, Verwaltungszugehörigkeit und Ausdehnung der zu beräumenden Liegenschaft
- Art der Räumung
- Räumziel
- Gegenwärtige / zukünftige Nutzung.

#### **1.2 Auftraggeber**

- Postanschrift
- Ansprechpartner
- Telefonnummer.

### **2 Angaben zur Räumstelle**

#### **2.1 Eigentumsverhältnisse**

- Eigentümer der Fläche / Vertreter des Eigentümers
- Bezeichnung
- Geographische Lage
- Betroffene Flurstücke
- Erläuterungen zum Übersichtsplan des Räumgebietes mit Grenzen der Räumstelle in geeignetem Maßstab.

#### **2.2 Historische Entwicklung der Liegenschaft (Anm.: gem. Phase A / HGR)**

- Zivile und militärische Nutzungsgeschichte
- Ereignisse, die zur Entstehung des Kampfmittelverdachts geführt haben.

## 2.3 Kampfmittelbelastung

- Chronik bisheriger Kampfmittelräumungen einschließlich Phase B,
- Erläuterung der Räummethoden einschließlich Phase B,
- Darstellung der Kenntnisse über die vorhandene Kampfmittelbelastung (auch Phase B) sowohl beschreibend als auch – falls möglich – in Form einer Belastungskarte mit folgenden Informationen:
  - Kampfmittelart,
  - Fundtiefe,
  - Zustand,
  - Verteilung / Konzentration / Belastungsdichte,
  - Räumerschwernisse (u.a. magnetische Steine),
  - Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung,
- Besondere Risiken
- Hinweise auf eventuelle Umweltbelastungen.

### 2.3.1 Flächige Kampfmittelräumungen

Bei den Räumverfahren gemäß den Technischen Spezifikationen:

- A-9.4.4 „Visuelle Kampfmittelräumung“
- A-9.4.6 „Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung“
- A-9.4.8 „Kampfmittelräumung in Binnengewässern“

ist die zu räumende Fläche in Parzellen eingeteilt. Die Parzellengröße ist definiert.

Die Belastung eines Räumabschnitts mit Kampfmitteln und Schrott wird aus den in der Phase B ermittelten Testfeldbelastungen abgeleitet. Aus diesem Ergebnis werden die zu erwartenden Parzellenbelastungen, die in einem Räumabschnitt durchaus variabel sein können, für die Titel 3.3 und 3.6 des Leistungsverzeichnisses berechnet.

Die Parzellenbelastungen durch Fundmunition sind den Belastungsstufen (M1 bis M5) der entsprechenden Position des Leistungsverzeichnisses zugeordnet. Fundmunitionsteile, Waffen/-teile und Schrott sind den Belastungsstufen (S1 bis S5) zugeordnet. Fundmunitionsteile mit wirkungsfähigen Anhaftungen und Waffen/-teile sind abgabepflichtig; Schrott ist nicht abgabepflichtig. Die Anteile der abgabepflichtigen und nicht abgabepflichtigen Materialien sind aus der Anlage „Auswertung der Testfeldergebnisse“ zu entnehmen. Den Belastungsstufen S1 bis S5 können aus der Anlage die entsprechenden Stückzahlen zugeordnet werden. Von den ausgeschriebenen Belastungsstufen M und S zu erwartende Abweichungen sind als Eventualpositionen ausgeschrieben.

Abrechnungseinheit ist der Quadratmeter oder der Hektar. Die Parzellen sind die Bezugsfläche zur Ermittlung der Belastung mit Kampfmitteln und Schrott sowie für die Zuordnung zu den Belastungsstufen M, S und F des Leistungsverzeichnisses.

### 2.3.2 Kampfmittelräumung durch Umsetzen

Bei der Räummethode gemäß der Technischen Spezifikation:

- A-9.4.7 „Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)

ist die zu räumende Fläche in Parzellen eingeteilt. Die Parzellengröße ist definiert.

### 2.4 Nutzungsumfeld und Infrastruktur

- Umgebungsnutzung,
- Art und Lage baulicher Anlagen auf der Räumstelle,
- Verkehrsverhältnisse auf der Räumstelle, Verkehrsbeschränkungen,
- Lage, Art, Anschlusswert und Bedingungen für das Überlassen von Anschlüssen für Wasser, Energie und Abwasser (siehe auch § 4, Abs. 4 VOB/B),
- Lage und Ausmaß der, dem Auftragnehmer für die Ausführung seiner Leistung zur Benutzung oder Mitbenutzung, überlassenen Flächen und Räume.

### 2.5 Naturräumliche Standortfaktoren

- Topographie,
- Geologie und Bodenverhältnisse:
  - Bodenklassen des gewachsenen Bodens nach DIN 18300,
  - Auffüllungen,
- Bewuchs:
  - Baumbestand,
- Oberflächengewässer:
  - Überflutungsflächen,
- Grundwasser:
  - Grundwasserflurabstand,
- Besondere Gegebenheiten.

- 2.6 Räumhindernisse und –erschwerisse**
- Ver- und Entsorgungsleitungen unter- und oberirdisch,
  - Ruinen,
  - Bauliche Anlagen (auch deren Reste sowie unterirdische Anlagen).
- 2.7 Kontaminierte Bereiche, Abfall**
- Darstellung der schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen sowie der Abfallsituation (relevant für die Räummaßnahme),
  - Maßnahmen für das Arbeiten in kontaminierten Bereichen gemäß den Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz einschließlich des Leitfadens zur Arbeitssicherheit bei der Erkundung und Sanierung von Boden- und Grundwasserbelastungen.
- 2.8 Rechtliche Rahmenbedingungen**
- (Eigentumsverhältnisse, s.o.),
  - Rechte und Auflagen von Versorgungsträgern,
  - Schutzgebiete,
  - Immissionsschutz,
  - Totenruhe.
- 2.9 Flächeneigentümer- / Flächennutzerauflagen**
- Zeitliche Einschränkungen der Tätigkeitsausübung,
  - Generelle Untersagung bestimmter Tätigkeiten,
  - Verbote bestimmter Tätigkeiten in definierten Geländebereichen,
  - Sonstige Beschränkungen.
- 2.10 Zeitgleich laufende Arbeiten und Nutzungen**
- Hinweise auf zeitgleich laufende Arbeiten und Nutzungen auf der Räumstelle,
  - Erfordernisse gemäß BaustellV.

### 3 Leistungsumfang

#### 3.1 Räumziel

Darstellung des Räumziels unter Beachtung der Vorgaben der Technischen Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

#### 3.2 Räumstelleneinrichtung

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses unter Titel 1 „Räumstelleneinrichtung“.

Hinweise auf die Technische Spezifikation A-9.1.10 „Räumstellenorganisation“.

##### 3.2.1 Baubüro mit Sozialeinrichtungen und Erste Hilfe Station

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

##### 3.2.2 Straßen und Wege

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 40

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

##### 3.2.3 Schwarz-Weiß-Anlage

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

##### 3.2.4 Bereitstellungslager Kampfmittel

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten.

Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.6 „Bereitstellungslager“.

Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.2.5 Bereitstellungslager Abfall / Recyclingmaterial

- Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30 Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten:
  - zur Einrichtung,
  - zur Sicherung,
  - zur Bereitstellung für den Abtransport,
  - zum Begleitscheinverfahren bei Transporten.

### 3.2.6 Bereitstellungslager Boden

Erläuterungen zu Titel 1, Pos. 30

- Zugewiesene Flächen,
- Technische Einzelheiten:
  - zur Einrichtung,
  - zur Sicherung,
  - zur Bereitstellung für den Abtransport,
  - zum Begleitscheinverfahren bei Transporten.

### 3.3 Aufteilung der Räumstelle, Vermessungsarbeiten

Verkehrs- und Betriebsflächen der Räumstelle sind vorrangig zu räumen.

- Einteilung der Räumstelle in Räumabschnitte:
  - Bezeichnung,
  - Lage,
  - Größe,
  - Verkehrsanbindung innerhalb der Räumstelle,
  - Parzellierung.

Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.7 „Vermessung“

Die Anforderungen der Technischen Spezifikation sind i.d.R. einzuhalten. Gegebenenfalls erforderliche Abweichungen von der Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.4 Arbeits- und Gesundheitsschutz

Dem Auftragnehmer werden folgende Aufgaben, die dem Auftraggeber gem. BaustellV obliegen, übertragen:

- Bestellung eines SiGe-Koordinators während der Ausführung der Räummaßnahme,
- Vorankündigung der Räummaßnahme gem. § 2 BaustellV,
- Erarbeitung eines SiGe-Planes.

#### 3.4.1 SiGe-Koordinator

##### Bestellung

Durch den Auftragnehmer ist eine geeignete Fachkraft (vgl. Kap. 5; Anhang A-9.1.11; und A-9.1.12, Kap.2.5.1) unverzüglich nach Auftragserteilung und vor Ausführungsbeginn zu benennen. Sollten weitere Koordinatoren für die Maßnahme bestellt worden sein, bzw. aufgrund gesetzlicher Festlegungen notwendig sein, sind diese fristgerecht zu benennen.

##### Aufgaben

Die durch den SiGe-Koordinator wahrzunehmenden Aufgaben ergeben sich aus den gesetzlichen Bestimmungen (RAB 30 Kap.3) und aus den Anhängen A-9.1.1 und A-9.1.12.

##### Maßnahmen- / Schnittstellenkoordination

Mit der aktuellen Räummaßnahme parallel oder überschneidend stattfindende Baumaßnahmen bzw. Betriebsabläufe (z.B. Flugverkehr) sind vollständig zu erfassen und in ihren zeitlichen und örtlichen Charakteristika darzustellen – arbeitsschutzrelevante Spezifikationen sind dabei in Vorbereitung der Erstellung des SiGe-Planes (vgl. Anhang A-9.1.12, Kap.2.5.1) besonders zu berücksichtigen:

- Art der Maßnahme / Baustelle / Bezeichnung,
- Ausführungszeit,
- Ausführungsort,
- Arbeitsschutzrelevante Besonderheiten,
- Ansprechpartner mit Kontakt.

#### 3.4.2 Vorankündigung der Räummaßnahme gem. § 2 BaustellV

Die Einreichung der Vorankündigung nach § 2 BaustellV erfolgt durch den SiGe-Koordinator. Ein Formular „Vorankündigung“ befindet sich in der Anlage 2 zum Muster-SiGe-Plan (Anhang A-9.1.12.)

### 3.4.3 Erarbeitung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan)

Zur Vereinfachung der Planerstellung wird im Anhang A-9.1.12 ein Muster SiGe-Plan zur Verfügung gestellt, der sich in folgende Kapitel gliedert:

1. Veranlassung
2. Projektorganisation
3. Objektbeschreibung
4. Ablauf der Kampfmittelräumung
5. Gefahrenbewertung.

Bei der Erarbeitung des spezifischen SiGe-Planes ist den besonderen Bedingungen der einzelnen Maßnahme Rechnung zu tragen. Durch den Verantwortlichen sind die spezifischen Maßnahmen zu erarbeiten und zu definieren – Schwerpunkt hierbei sind die Gefährdungsanalyse sowie die Erarbeitung des Arbeitssicherheitskonzeptes mit den dazugehörigen Anlagen wie Betriebsanweisungen und dem SiGe-Plan Bauablauf.

## 3.5 Räumkonzept

Einführung in das Räumkonzept.

### 3.5.1 Ablauf der Räumarbeiten

- Festlegung des geplanten Ablaufes der Kampfmittelräumung nach Räumabschnitten unter Berücksichtigung der Angaben zur Räumstelle (siehe Kap. 2).

Anforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, gegebenenfalls besondere Anordnungen für Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen (siehe Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz) und Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.1.1 „Arbeitsschutz“.

### 3.5.2 Räumfeldvorbereitung

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses unter Titel 2 „Räumfeldvorbereitung“.

#### 3.5.2.1 Forstarbeiten und Landschaftsbauarbeiten

Beschreibung der Vorgehensweise bei der Beseitigung von vegetationsbedingten Räumhindernissen zur Herstellung der Räumfreiheit unter Verweis auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses.



Beachtung der Vorgaben der Standardleistungsbücher:

- 002 „Erdarbeiten“,
- 003 „Landschaftsbauarbeiten“.

### 3.5.2.2 Bauliche Anlagen

Beschreibung der Vorgehensweise bei der Beseitigung von bauwerksbedingten Räumhindernissen zur Herstellung der Räumfreiheit unter Verweis auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Behandlung anfallender Massen unter Berücksichtigung des KrW-/AbfG. Beachtung länderspezifischer Regelungen,
- Hinweis auf die Arbeitshilfe „Recycling“.

### 3.5.2.3 Abfall

Erläuterungen zu Titel 2, Titel 3.3, Titel 3.4 und Titel 3.5, unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Betroffene Flächen,
- Abfallrechtliche Deklaration,
- Vorgaben zur Trennung der Materialien,
- Angaben zu Annahmebedingungen des Entsorgungs- oder Verwertungsbetriebes / der zuständigen Abfallbehörde,
- Regelung der Erstattung von Entsorgungs- / Deponierungskosten sowie eventuellen damit in Zusammenhang stehenden Gebühren, sofern im Leistungsverzeichnis nicht ausdrücklich angefragt.

### 3.5.2.4 Boden

Erläuterungen zu Titel 2, Titel 3.3, Titel 3.4 und Titel 3.5, unter Berücksichtigung folgender Punkte:

- Betroffene Flächen,
- Angaben zum Bodenmanagement,
- Deklarationen gemäß BbodSchV,
- Ggf. Vorgaben zum Wiedereinbau,
- Angaben zu Annahmebedingungen des Entsorgungs- oder Verwertungsbetriebes / der zuständigen Abfallbehörde,
- Regelung der Erstattung von Entsorgungs- / Deponierungskosten sowie eventuellen damit in Zusammenhang stehenden Gebühren, sofern im Leistungsverzeichnis nicht explizit angefragt.

### 3.5.3 Durchführung der Kampfmittelräumung

Beschreibung der Durchführung der Kampfmittelräumung getrennt nach Räumabschnitten in separaten Kapiteln mit Verweisen auf die entsprechenden Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses Titel 3 „Kampfmittelräumung“ und unter Beachtung folgender Gesichtspunkte:

- Falls erforderlich, Beschreibung des Räumziels in jedem Räumabschnitt (Hinweis auf die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“). Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.
- Darstellung von Geländebesonderheiten mit Relevanz für die Bestimmung der Räummethode(n).
- Festlegung des Räumverfahrens – falls vorhanden – in den einzelnen Räumabschnitten unter Hinweis auf folgende Technische Spezifikationen:
  - A-9.4.3 „Baubegleitende Kampfmittelräumung“
  - A-9.4.4 „Visuelle Kampfmittelräumung“
  - A-9.4.5 „Räumung von Bombenblindgängern“
  - A-9.4.6 „Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung“
  - A-9.4.7 „Kampfmittelräumung in Auffüllungen, Sprengtrichtern, Vergrabungen, Müllhalden, unterhalb baulicher Anlagen“.

Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

- Falls erforderlich, Festlegung der Räumrichtung für jeden Räumabschnitt
- Sonstige Hinweise zur Kalkulation

### 3.5.4 Räumungsbegleitende Maßnahmen

Beschreibung der Erfordernisse und Durchführung von räumungsbegleitenden Maßnahmen mit Verweis auf die Leistungspositionen des Leistungsverzeichnisses, Titel 4 „Räumungsbegleitende Arbeiten“, getrennt nach allgemeinen und räumabschnittspezifischen Maßnahmen.

#### 3.5.4.1 Sprengungsvor- und -nachbereitende Maßnahmen

Die Sprengungsvor- und -nachbereitenden Maßnahmen dienen als allgemeine Maßnahme der Unterstützung des KBD bei der Sprengung nicht transportfähiger Kampfmittel. Beschreibung folgender Aufgaben:

- Ggf. Koordination der Maßnahme mit dem KBD,
- Herrichtung des Sprengplatzes,
- Durchführung von Absperrmaßnahmen,
- Erneute Räumung des Sprengplatzes.

#### 3.5.4.2 Transporte

- Beschreibung der zu erwartenden Transportvorgänge innerhalb der Räumstelle, wenn möglich differenziert nach Räumabschnitten

#### 3.5.4.3 Füllboden

- Beschreibung der Qualität und Menge des zu liefernden Füllbodens

#### 3.5.4.4 Wasserhaltung

- Beschreibung der Wasserhaltung unter Beachtung der Vorgaben des Standardleistungsbuches 008 „Wasserhaltungsarbeiten“.

### 3.6 Personaleinsatz

Hinweis auf die Technischen Spezifikationen

- A-9.1.5 „Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer“
- A-9.1.10 „Räumstellenorganisation“
- A-9.1.11 „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator“

Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zu den Technischen Spezifikationen sind explizit unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben.

### 3.7 Dokumentation

Beschreibung der für die Dokumentation zu erstellenden Unterlagen unter Verweis auf die Technische Spezifikation A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“.

Gegebenenfalls erforderliche Ergänzungen zur Technischen Spezifikation sind unter Bezugnahme auf die entsprechende Textpassage in der Spezifikation zu beschreiben:

- Abgabe der Vermessungsrohdaten als ASCII-Datei mit Formatangabe, im Microsoft .xls-Format oder binär mit Lesesoftware,
- Auf CD-Rom müssen alle im Bericht vorhandenen Unterlagen (Bericht, Karten und Grafiken) vorhanden sein. Die Karten und Grafiken sind als Postscriptfiles abzulegen. Die Karten sind zusätzlich als GIS-Projekt (z.B. ArcView) auf der CD mitzuliefern.
- Falls kein GIS-Projekt angelegt wurde, sind die erstellten Karten in einem Austauschformat (.jpg, .bmp, .tiff) zu übergeben.

## 4 Anlagen

Zum Beispiel:

- Übersichtsplan des Räumgebietes mit Grenzen der Räumstelle und Räumabschnitte in geeignetem Maßstab
- Tabelle „Auswertung der Testfelderergebnisse“ (Tab. A-8.2.2 - 1).

Tab. A-8.2.2 - 1: Auswertung der Testfelderergebnisse

Attribute	Kampfmittel			Schrott	Ferromagnetische Steine
<b>Ergebnisse der Testfelduntersuchungen</b>	Fundmunition nach Menge und Art	Fundmunitionsteile nach Gewicht und Menge	Waffen/-teile nach Gewicht und Menge	nach Gewicht und Menge	nach Gewicht und Menge
<b>Fundhorizonte</b>	bis 30 cm (Beispiel)				
<b>Fläche des Testfeldes</b>					
<b>Leistungsposition</b>	M-Stufe (Titel 4.1, 4.3 und 4.6)	S-Stufe (Titel 4.3 und 4.6)			F-Stufe (Titel 4.3 und 4.6)
<b>Belastungseinheit</b>	Menge/ha (m2)	Gewicht/ha(m2) und Menge/ha(m2)			Gewicht/ha(m2) (Menge/ha(m2))
<b>Entsorgung</b>	abgabepflichtig	abgabepflichtig	abgabepflichtig	nicht abgabepflichtig	nicht abgabepflichtig

### **A-8.2.3 Musterleistungskatalog (VOB) Gewerbliche Leistungen - Räumung (Phase C)**

Der Musterleistungskatalog „gewerbliche Leistungen - Räumung (Phase C)“ A-8.2.3 steht Ihnen als EXCEL-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



## A-8.2.4 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS)

### 1 Einführung

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung stellen im Anhang 8 Muster für Verdingungsunterlagen, bestehend aus einer Mustergliederung für eine Räumbeschreibung und einem Musterleistungskatalog, bereit. Die wichtigsten organisatorischen und methodischen Grundsätze bei der Durchführung von Kampfmittelräummaßnahmen durch gewerbliche Auftragnehmer werden im Anhang 9 als Technische Spezifikationen zur Verfügung gestellt.

### 2 Anwendungsgrundsätze

Die Technischen Spezifikationen, die gemäß VOB Bestandteil des Vertrages mit dem gewerblichen Auftragnehmer werden, sind modular aufgebaut. D.h., jedes für die Durchführung von Kampfmittelräumungen wichtige Thema wird durch eine Technische Spezifikation repräsentiert. Der inhaltliche Zusammenhang zwischen den Themen der Technischen Spezifikationen ist durch die auschreibende Stelle mit der Räumbeschreibung herzustellen. Entsprechend den Anforderungen der in der Räumbeschreibung erläuterten Räummaßnahme sind die einzelnen Module zur Vermeidung unnötig umfangreicher Verdingungsunterlagen zu selektieren und diesen beizufügen.

Die Technischen Spezifikationen beschreiben in allgemeiner Form organisatorische und methodische Standards für die Abwicklung von Räummaßnahmen nach dem Stand der Technik. Es können jedoch Ausnahmen auftreten oder Konkretisierungen erforderlich sein. Diese sind in der Räumbeschreibung unter Bezugnahme auf die entsprechende Technische Spezifikation sowie die zutreffende Textpassage zu spezifizieren.

### 3 Technische Spezifikationen

Die Technischen Spezifikationen sind in vier Kategorien mit folgenden inhaltlichen Schwerpunkten einzuteilen.

#### 3.1 Anforderungen an den gewerblichen Auftragnehmer

A-9.1.5 Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer

#### 3.2 Organisatorische Standards bei Räummaßnahmen

A-9.1.1 Arbeitsschutz

A-9.1.6 Bereitstellungslager

A-9.1.7 Vermessung

A-9.1.10 Räumstellenorganisation

**3.3 Methodische Standards bei Räummaßnahmen**

- A-9.4.3 Baubegleitende Kampfmittelräumung
- A-9.4.4 Visuelle Kampfmittelräumung
- A-9.4.5 Bombenblindgängerräumung
- A-9.4.6 Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung
- A-9.4.7 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)
- A-9.4.8 Kampfmittelräumung in Binnengewässern

**3.4 Dokumentation Phase C**

- A-9.4.10 Dokumentation Phase C



## A-9 Technische Spezifikationen

### A-9.1 Phasenübergreifend

#### A-9.1.1 Arbeitsschutz

##### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation gilt für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz der auf Räumstellen Beschäftigten bei gewerblichen Leistungen im Zusammenhang mit der Kampfmittelräumung.

##### 2 Grundsätzliches

Es gelten die gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Pflichten.

##### 3 Zusätzliche Regelungen bei der Durchführung von Kampfmittelräumungen

###### 3.1 Organisatorische Maßnahmen

- Das Räumstellenpersonal ist entsprechend den gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften über die Gefahren auf der Räumstelle zu unterweisen. Diese Unterweisungen sind mindestens wie folgt durchzuführen:
  1. vor Räumbeginn,
  2. monatliche Wiederholungen,
  3. bei Neueinstellungen vor der Arbeitsaufnahme.
- Die Unterweisungen sind schriftlich zu dokumentieren.
- Die Räumstellensprache ist deutsch.
- Generelles Ess-, Trink-, Rauch- und Alleinarbeitsverbot auf der aktuellen Räumfläche.
- Der Räumstellenleiter und das zur Durchführung des Auftrages erforderliche fachtechnische Aufsichtspersonal (Verantwortliche Personen) müssen während der Räumarbeiten auf der Räumstelle verfügbar sein.
- Aus Sicherheitsgründen darf das Verhältnis von Verantwortlicher Person zur Räumtruppstärke von 1 : 10 nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ist die Stärke der Räumtrupps zu verringern, um eine sichere Beaufsichtigung durch die Verantwortliche Person zu gewährleisten.
- Ein Räumpaar besteht aus zwei Räumarbeitern oder einem Räumarbeiter und einem Räumhelfer.

- Bei Taucheinsätzen darf die Verantwortliche Person nur der Taucher selbst oder eine Person sein, die mit dem Taucher eine direkte Sprechverbindung hat.
- Werden auf der Räumstelle Sprengarbeiten durchgeführt, darf nur unterwiesenes Personal eingesetzt werden. Der Auftragnehmer hat auf Räumstellen, auf denen Sprengarbeiten durchgeführt werden sollen, das Räumstellenpersonal über die Bedeutung der Sprengsignale und Warnzeichen zu unterrichten. Die Unterweisung ist im Rahmen der Erstbelehrung durchzuführen und entsprechend zu dokumentieren.

### 3.2 Allgemeine Ausrüstung

Auf jeder Räumstelle muss folgende technische Mindestausrüstung in ausreichender Menge vorhanden sein:

- Erste-Hilfe-Ausstattung inklusive Erste-Hilfe-Kfz,
- Telefon oder Funk,
- Feuerlöschmittel,
- Ausreichend Trink- und Waschwasser für jeden Mitarbeiter auf der Räumstelle,
- Die staatlichen Gesetze/Verordnungen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften/Regeln für die ausgeübten Tätigkeiten sind auf der Räumstelle vorzuhalten.

### 3.3 Persönliche Ausrüstung

Auf der Räumstelle muss jeder Mitarbeiter folgende Mindestausrüstung vorhalten:

- ABS Helm,
- Kopf-, Augen- und Handschutz, der Räumaufgabe angepasst,
- Sicherheitsschuhe, -stiefel (A-magnetisch),

Aus Vorsorgegründen sind auf der Räumstelle zusätzlich vorzuhalten:

- Einwegschutzanzug mind. Kat. 3 Typ 5 oder höherwertig,
- Atemschutzgerät mit Kombinationsfilter (ABEK2P3).

### 3.4 Ergänzungsausrüstung zur Wasserbergung

Auf jedem Wasserfahrzeug muss folgende Mindestausrüstung vorhanden sein:

- Allgemeine Rettungsmittel entsprechend den Anforderungen des Fahrbereichs (z.B: Rettungsring, Beiboot, Rettungsinsel),

- Persönliche Rettungsmittel (Schwimmwesten) für jeden an Bord tätigen Mitarbeiter,
- Erste Hilfe-Ergänzungsausrüstung für Wasserarbeiten,
- Feuerlöscheinrichtungen.

### 3.5 Einsatz von Separieranlagen

Die Anforderungen nach BGI 833 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der Kampfmittelräumung“ sind umzusetzen.

### 3.6 Wirtschaftliche Absicherung der Arbeitnehmer

Für die bei den Vertragsarbeiten eingesetzten Arbeitnehmer hat der Auftragnehmer eine zusätzliche Unfallversicherung für den Todesfall und für den Fall dauernder Erwerbsunfähigkeit abzuschließen. Die Versicherungssummen müssen für den Todesfall mindestens je € 50.000,- und für den Fall dauernder Erwerbsunfähigkeit mindestens je € 100.000,- betragen.

## 4 Qualitätskontrolle

Die Überprüfung der Durchführung von Unterweisungen erfolgt im Rahmen der Bauüberwachung.

Der Versicherungsnachweis gemäß Kap. 3.6 ist vor Aufnahme der Arbeiten dem Auftraggeber oder dessen Vertreter unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist auf Verlangen nachzuweisen.



## A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren

### 1 Ziel dieser Technischen Spezifikation

Für die historische und technische Erkundung und der daraus resultierenden Bewertung bzw. Gefährdungsabschätzung eines Standortes sowie für die Planung, eindeutige Beschreibung und anschließende Räumung einer Kampfmittelbelastung werden umfangreiche Informationen benötigt. Deren Güte hinsichtlich Informationsgehalt, -umfang und -verlässlichkeit bestimmt maßgeblich die fachlich und wirtschaftlich erfolgreiche Durchführung einer Maßnahme und damit das Erreichen der vom Auftraggeber vorgegebenen Ziele. Diese maßgebenden, die fachtechnische Durchführung und die Kosten beeinflussenden Informationen werden deshalb als „Kostenwirkungsfaktoren“ (KWF) bezeichnet. Sie können in drei Gruppen eingeteilt werden:

- Standortfaktoren:
  - Nutzungsumfeld,
  - Topographie,
  - Infrastruktur,
  - Bewuchs,
  - Geologie,
  - Störkörper,
  - Oberflächengewässer,
  - Grundwasser,
  - Kontaminierte Bereiche und Abfall.
- Kampfmittelbedingte Faktoren:
  - Kampfmittelart,
  - Fundtiefe,
  - Zustand,
  - Verteilung und Belastungsdichte.
- Rechtliche Rahmenbedingungen:
  - Eigentumsverhältnisse,
  - Nutzungsrechte,
  - Schutzgebiete,
  - Immissionsschutz,
  - Totenruhe.

### 2 Umfang und Detaillierungsgrad der Erhebung

Die Bearbeitungsphase (Phasen A, B und C), die jeweilige Standort-situation und die konkreten Zielen bestimmen, welche KWF jeweils zu erheben und welche Anforderungen an die Erhebung zu stellen sind. Informationsgehalt, -umfang und -verlässlichkeit der Erhebung sind deshalb grundsätzlich vom Einzelfall abhängig.

Unabhängig davon soll die nachstehende Übersicht Hinweise geben, bei welchem Bearbeitungsschritt die Kostenfaktoren in der Regel, zumeist oder bei Bedarf zu erheben sind.

Tab. A-9.1.2 - 1: Relevanz der Kostenwirkungsfaktoren

KWF	Phase A Historische Erkundung	Phase B 1 Technische Erkundung: Geophysik	Phase B 2 Technische Erkundung: Testfeldräumung	Phase C 1 Kampfmittelräumung: Planung	Phase C 2 Kampfmittelräumung: Räumung
<b>Standortfaktoren</b>					
Nutzungsumfeld	.	.	.	.	.
Topographie	.	.	.	.	.
Infrastruktur	.	.	.	.	.
Bewuchs	.	.	.	.	.
Geologie	.	.	.	.	.
Störkörper	.	.	.	.	.
Oberflächengewässer	.	.	.	.	.
Grundwasser	.	.	.	.	.
Kontam. Bereiche und Abfall	.	.	.	.	.
<b>Kampfmittelbedingte Faktoren</b>					
Kampfmittelart	.	.	.	.	.
Fundtiefe	.	.	.	.	.
Zustand	.	.	.	.	.
Verteilung / Belastungsdichte	.	.	.	.	.
<b>Rechtliche Rahmenbedingungen</b>					
Eigentumsverhältnisse	.	.	.	.	.
Nutzungsrechte	.	.	.	.	.
Schutzgebiete	.	.	.	.	.
Immissionsschutz	.	.	.	.	.
Totenruhe	.	.	.	.	.
<b>Legende</b>					
	<b>i.d. Regel</b>		<b>zumeist</b>		<b>bei Bedarf</b>

Aus der Übersicht geht hervor, dass bereits für die historische Erkundung und deren Bewertung die Daten zahlreicher Kostenwirkungsfaktoren benötigt werden. Diese KWF sind auch für die Folgearbeiten erforderlich. Aus wirtschaftlichen Gründen ist es sinnvoll, diese KWF frühzeitig und im notwendigen, fallweise zu bestimmenden Umfang zu erheben. Hierdurch können in den nachfolgenden Phasen erneute Erhebungen und zusätzliche Arbeiten vermieden, somit Kosten gespart und Bearbeitungszeiten verringert werden.

### 3 Beschreibung der Kostenwirkungsfaktoren

In den nachfolgenden Abschnitten werden die Kostenwirkungsfaktoren näher erläutert. Dabei folgen alle Abschnitte einem einheitlichen Aufbau:

- Begriffsbestimmung,
- Begründung für die Notwendigkeit,
- Konkretisierung zum Umfang und Detaillierungsgrad der Erhebung,
- Beispiel (optional).

#### 3.1 Standortfaktoren

##### 3.1.1 Nutzungsumfeld

Mit Nutzungsumfeld werden die Flächennutzungen im erwarteten (Phase A und B) oder bekannten (Phase C) Einfluss- und/oder Gefährdungsbereich eines Kampfmittelräumgebietes bzw. einer -räumstelle beschrieben.

Die Informationen werden benötigt, um

- bei der Bewertung (Phase A) und Gefährdungsabschätzung (Phase B) möglicherweise gefährdete Schutzgüter in der Umgebung eines Räumgebietes bzw. einer -räumstelle identifizieren zu können.
- vor und während Räumungen (Phase C) Präventivmaßnahmen (z. B. Baustellensicherungsmaßnahmen, Evakuierungen zum Schutz des Allgemeinwohls) in der Umgebung der Räumstelle planen und durchführen zu können.

Die Nutzungen sind vollständig darzustellen. Die Genauigkeit richtet sich nach der Wertigkeit der Nutzung (z.B. sind Wohngebiete möglicherweise genauer als Forstgebiete zu charakterisieren). Die Größe des zu beschreibenden Nutzungsumfeldes hängt von dem maximal zu erwartenden Wirkradius der Kampfmittel ab.

Die Umgebungsnutzung sollte in Anlehnung an die Regionalplanung dargestellt werden.

### 3.1.2 Topographie

Die Topographie beschreibt die morphologischen Geländeverhältnisse bzw. die Geländeoberfläche an einem Standort.

Die topographischen Verhältnisse eines Standortes können u.a.

- die Ausprägung einer Kampfmittelbelastung (z.B. räumliche Verteilung),
- die Gefährdungsabschätzung (z.B. Schutz durch natürliche Erhebungen),
- die Art und die Kosten einer Kampfmittelräumung (erhöhte Kosten in morphologisch stark gegliedertem Gelände)

beeinflussen. Darüber hinaus ist die Topographie z.B. bei der Planung von Geländebegehungen, für die Befahrbarkeit und Begehbarkeit beim Einsatz von Maschinen, Gerät und Personal und der Flächenermittlung bei Räummaßnahmen von Bedeutung.

Entsprechende Angaben können historischen und aktuellen topographischen Karten, Liegenschaftsplänen und Luftbildern entnommen werden. Der erforderliche Darstellungsmaßstab hängt von den Genauigkeitsanforderungen und den jeweiligen Geländeverhältnissen ab.

### 3.1.3 Infrastruktur

Unter Infrastruktur werden die notwendigen wirtschaftlichen, organisatorischen und baulichen Verhältnisse als Voraussetzung für die Versorgung und die Nutzung eines Grundstücks verstanden. Im Sinne der Arbeitshilfen stehen dabei die historischen und aktuellen baulichen Anlagen wie z. B. ober- und unterirdische Gebäude, Straßen und Wege, Ver- und Entsorgungsanlagen im Vordergrund.

Bauliche Infrastruktur, die zum Zeitpunkt des Eintritts der Kampfmittelbelastung vorhanden war, kann auf das Auftreten und die Verteilung von Kampfmitteln Einfluss gehabt haben (z.B. Bunkeranlagen, Stellungen, versiegelte Flächen). Sie sind deshalb bei der Bewertung der Phase A zu berücksichtigen.

Die Arbeiten der Kampfmittelräumung, das Sondieren, Auffinden und Bergen von Kampfmitteln, können durch ferromagnetische (Bau-)Teile von Infrastruktureinrichtungen erschwert, behindert oder unmöglich gemacht werden. Dies wird insbesondere dann wirksam, wenn es sich um im Untergrund befindliche, ältere bauliche Anlagen handelt, zu denen keine oder wenig aussagekräftige Planunterlagen vorliegen. Auf der Grundlage einer vollständigen Erfassung können nach Geländeüberprüfungen z.B. durch Testsondierungen

- geeignete Maßnahmen zur Herstellung der Sondierfähigkeit oder
- angepasste Räumverfahren

geplant und durchgeführt werden.



Können derartige Flächen nicht untersucht oder geräumt werden, können Nutzungseinschränkungen die Folge sein.

Für die Arbeiten der technischen Erkundung (Phase B) und für Kampfmittelräumungen (Phase C) ist die aktuelle bauliche Infrastruktur von Bedeutung. Sie beeinflusst im technischen Betrieb z.B. die Zugänglichkeit zur Räumstelle und damit die Beförderung von Personal sowie den Transport von Material und Gerät. Sie ist bei der Planung, z.B. für die Baustelleneinrichtung, Nebenanlagen und Rettungsketten, zu berücksichtigen.

Die Infrastruktur ist gemäß den Anforderungen des Einzelfalls zu beschreiben.

### 3.1.4 Vegetationsbestand

Unter Vegetationsbestand wird die Gesamtheit der Pflanzen auf einem Grundstück verstanden.

Der Vegetationsbestand hat insbesondere Einfluss auf die technischen Arbeiten der Kampfmittelräumung. Freischnitt und Freiholzungen können dabei wesentliche Vorarbeiten bzw. Kosten darstellen. Der Vegetationsbestand beeinflusst den Zuschnitt (Lage, Form, Größe) der Parzellen und die Personalplanung bei einer Räumung.

Der Vegetationsbestand kann durch die Auswertung von Karten und Luftbildern (auch z.B. Colorinfrarot – Aufnahmen) erfasst und beschrieben werden. Eine Geländebegehung ist zur hinreichend genauen Erfassung, z.B. der Höhe und Dichte von Waldgebieten, Art und Beschaffenheit des dazugehörigen Unterholzes sowie weiterer Merkmale von Frei- und Sukzessionsflächen, erforderlich.

### 3.1.5 Geologie

Der Kostenwirkungsfaktor Geologie beschreibt die geologischen Verhältnisse eines Grundstückes.

Die geologischen Verhältnisse haben in der Regel direkten Einfluss auf die Fundtiefe und zumeist auch auf den Zustand von Kampfmitteln. Die geologischen Verhältnisse sind deshalb bei der Bewertung und Gefährdungsabschätzung zu berücksichtigen.

Die technischen Arbeiten der Kampfmittelräumung, das Räumverfahren und die Räumkosten werden von den geologischen Verhältnissen unmittelbar beeinflusst. Sie sind deshalb bei der Planung zu berücksichtigen.

Eine Baugrundaufnahme soll Boden und Fels gem. DIN 4022 / DIN 4023 beschreiben und den Boden für bautechnische Zwecke gem. DIN 18196 bestimmen und klassifizieren. Für die Ausschreibung der gewerblichen Leistungen ist der Boden aufgrund einer Baugrunderkundung in Bodenklassen gem. VOB/C (DIN 18300) zu beschreiben. Die Bodenklassifizierung erfolgt nach DIN 18300.

### 3.1.6 Störkörper

Bei geophysikalischen Untersuchungen der technischen Erkundung und geophysikalischen Sondierungen bei der Räumung werden als Störkörper alle die Objekte im Untergrund verstanden, die beim eingesetzten geophysikalischen Verfahren ein Signal ergeben. Dabei handelt es sich bei geomagnetischen Verfahren um alle ferromagnetischen, bei elektromagnetischen Verfahren um alle stromleitenden Objekte. Konkret kann es sich dabei um

- Kampfmittel,
- zivilen Schrott (z.B. Fahrzeugteile),
- militärischen Schrott (z.B. Teile militärisch genutzter Ausrüstungen, Munitionsteile, die keine Kampfmittel sind),
- Bauwerke und deren Reste (z.B. Fundamente, Ver- und Entsorgungsleitungen, Bewehrungsstähle),
- geogene Körper (z.B. magnetische Gesteine wie Basalt)

handeln.

Die Störkörperbelastung eines Grundstücks beeinflusst direkt die technische Ausführung von Kampfmittelräumungen. Sie kann das Räumverfahren, den erforderlichen Aufwand und die Räumkosten bestimmen.

Wegen der grundsätzlichen Bedeutung der Störkörperbelastung ist diese detailliert zu erfassen. Erste Hinweise zu Störkörpern sowie deren Art und Auftreten sind aufgrund der Auswertung von Archivalien und geologischen Karten möglich. Systematisch können Störkörper nur durch Testfelderkundungen mit geeigneten geophysikalischen Methoden und anschließender Testfeldräumung qualitativ erfasst und quantitativ bestimmt werden.

### 3.1.7 Oberflächengewässer

Hierunter wird ein an der Erdoberfläche stehendes oder fließendes Gewässer innerhalb eines Gewässerbettes verstanden.

Waren zum Zeitpunkt des Eintritts der Kampfmittelbelastung Oberflächengewässer auf einem Grundstück vorhanden, sind diese in Lage und Ausdehnung darzustellen. Für diese Flächen kann durch eine Akten- oder Luftbilddauswertung eine Kampfmittelbelastung nur bedingt abgeleitet werden.

Werden in Oberflächengewässern Kampfmittel vermutet, sind für die technische Erkundung und die Kampfmittelräumung besondere Verfahren und spezielle Technik anzuwenden. Im Vergleich zu Arbeiten an Land sind bei Kampfmittelräumungen in Oberflächengewässern ein höherer Aufwand und damit höhere Kosten zu erwarten.

Für die Erfassung und Gefährdungsabschätzung einer Kampfmittelbelastung sowie für die Planung einer Kampfmittelräumung sind die Oberflächengewässer eingehend zu beschreiben. Hierzu gehören – in Abhängigkeit der Bearbeitungsphase – neben der Gewässerart (Fließgewässer, Stand- oder Stillgewässer, Gewässer der Küsten und Meere) insbesondere die Beschaffenheit des Gewässergrundes, die Wassertiefe, die Fließgeschwindigkeit und die Wasserqualität.

### 3.1.8 Grundwasser

Grundwasser wird nach DIN 4049 definiert als "unterirdisches Wasser, das die Hohlräume der Erdrinde zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder nahezu ausschließlich von der Schwerkraft und den durch die Bewegung selbst ausgelösten Reibungskräften bestimmt wird". Unter dem Grundwasserflurabstand wird der Abstand zwischen Geländeoberkante und Grundwasseroberfläche verstanden.

Die Grundwasserverhältnisse haben auf das Auftreten (Lage, Verteilung) von Kampfmitteln zum Zeitpunkt der Entstehung der Belastung nur bedingten Einfluss. Sie können jedoch den Zustand eines Kampfmittels (z.B. durch Korrosion) und die Wahl des geophysikalischen Ortungsverfahrens beeinflussen.

Die technischen Arbeiten der Kampfmittelräumung können durch Grundwasser stark beeinflusst werden. Hierzu gehören z.B. Wasserhaltungsmaßnahmen bei Bombenblindgängerräumungen. Damit ist auch ein unmittelbarer Einfluss auf die Räumkosten gegeben.

Wird das Grundwasser durch Kampfmittelräumungen offen gelegt, sind besondere Maßnahmen zu dessen Schutz zu treffen. Dabei sind spezielle gesetzliche Regelungen (z.B. nach dem Wasserhaushaltsgesetz) zu beachten.

Für die Kampfmittelräumung ist in Abhängigkeit von der Räumtiefe in der Regel nur der oberflächennahe Grundwasserleiter von Bedeutung. Entsprechende Informationen können aus geologischen und hydrogeologischen Karten und Bohrprofilen entnommen werden. Die jahreszeitlich abhängigen möglichen Grundwasserschwankungen sowie langfristige Schwankungen der Jahresmittelwerte sind zu ermitteln. Hieraus können Empfehlungen für einen günstigen Durchführungszeitraum der Räumarbeiten abgeleitet werden.

### 3.1.9 Kontaminierte Flächen und Abfall

Durch chemische Substanzen oder Abfälle verunreinigte Böden stellen kontaminierte Flächen dar.

Die Kenntnisse von kontaminierten Flächen und Abfallvorkommen sind für die Kampfmittelräumung von Bedeutung. Bei Kontaminationen sind z.B. zusätzliche Maßnahmen für den Sicherheits- und Gesundheitsschutz vorzusehen. Notwendige Entsorgungen verursachen häufig beträchtliche Zusatzkosten.

Die Erfassung dieser kontaminierten Flächen richtet sich auf Bundesliegenschaften nach den Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz (AH BoGWS). Die Bewertung basiert auf dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG).

## 3.2 Kampfmittelbedingte Faktoren

### 3.2.1 Kampfmittel

Kampfmittel werden nach

- Herkunft (z.B. Deutschland, USA),
- Einsatzzeitraum (z.B. 1. Weltkrieg, 2. Weltkrieg),
- Sorte, Art und Typ (z.B. Bomben, Granaten, Minen),
- Größe, Gewichtsklasse, Kaliber, Bezünderung (z.B. 2 cm, 1000 lb),
- Einsatzzweck (z.B. zur Beleuchtung: Leuchtmunition),
- Nutzer (z.B. Artillerie, Infanterie)

unterschieden. Dabei kann ein Kampfmittel auch verschiedenen Gruppen zugeordnet werden.

Das auf einem Grundstück vermutete oder festgestellte Kampfmittelinventar ergibt sich aus den Verursachungsszenarien. Dabei bestimmen der Nutzer bzw. die Nutzung und der Einsatz bzw. Gebrauch das Auftreten im Gelände (z.B. Örtlichkeit, Tiefenlage, Häufigkeit und Verteilung).

Die Eigenschaften des auf einem Grundstück vermuteten oder nachgewiesenen Kampfmittels haben entscheidenden Einfluss auf

- das Gefahrenpotenzial eines Kampfmittels (z.B. zur Selbstdetonation neigende Kampfmittel) und damit auf die Gefährdungsabschätzung,
- die Ortungs- und Räumverfahren,
- die Kosten für die Suche, Bergung und Beseitigung.

Alle Untersuchungen zur Bewertung (Phase A) und Gefährdungsabschätzung (Phase B) sowie die Räumungen haben die vermuteten oder festgestellten Kampfmittel möglichst genau zu bestimmen. Hierzu gehören die eingangs genannten Merkmale. Können solche Angaben z.B. wegen des Zustandes des Fundes nicht gemacht werden, sind sie möglichst genau zu beschreiben.

Die Genauigkeit der Bestimmung ist abhängig von der Bearbeitungsphase. Bei indirekten Untersuchungen der Phasen A und B – Geophysik sind in der Regel nur Vermutungen möglich, die Identifizierung erfolgt erst bei der Räumung durch eine visuelle Prüfung.

### 3.2.2 Fundtiefe des Kampfmittels

Unter der Fundtiefe des Kampfmittels wird die Tiefe unter heutiger Geländeoberkante verstanden, in der das Kampfmittel vermutet wird oder gefunden wurde. Die heutige Fundtiefe ist nicht identisch mit der Ablagerungstiefe des Kampfmittels zum Zeitpunkt des Eintrags in den Untergrund und nicht identisch mit der Räumtiefe für eine konkrete Kampfmittelräumung.

Die Fundtiefe ist im Wesentlichen abhängig von:

- Nutzungsart und Nutzungsgeschichte des Standortes,
- Verursachungsszenarium,
- Kampfmittelsorte, -art, -typ (s. Kap. 2.1),
- Geologie (z.B. Bodenarten, Lagerungsverhältnisse, Grundwasserverhältnisse),
- kinetischen Energie zum Zeitpunkt des Eintrags,
- späteren Bodenbewegung(en) (z.B. Abtrag durch Erosion, Auftrag durch Bautätigkeiten).

Die Fundtiefe kann zeitlichen Veränderungen unterliegen, die im Wesentlichen durch Bodenauf- und -abtrag bestimmt sind. Bodenfrost und Vegetation können ebenfalls die Fundtiefe verändern.

Die überwiegende Zahl der Kampfmittel wird heute zumeist in 30 bis 40 cm unter der Geländeoberkante gefunden. Bomben liegen tiefer und erreichen Fundtiefen bis 6 m, in Einzelfällen werden sie auch tiefer gefunden.

Die Fundtiefe ist wesentlich für die Bewertung und Gefährdungsabschätzung einer vermuteten oder festgestellten Kampfmittelbelastung. Für die Planung und Durchführung einer Räumung stellt die Fundtiefe eine entscheidende Größe dar. Sie bestimmt damit auch die Kosten für die Kampfmittelräumung.

Werden Fundtiefen vermutet (z.B. in der Phase A) sind diese zu begründen. Bei Kampfmittelfunden ist die Fundtiefe gemäß Erfassungsblatt A 9.4.10 zu dokumentieren.

### 3.2.3 Zustand des Kampfmittels

Der Zustand beschreibt die physische und chemische Beschaffenheit eines Kampfmittels zum jeweiligen Betrachtungszeitpunkt.

Kampfmittel können beispielsweise

**Tab. A-9.1.2 - 2: Zustand des Kampfmittels**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• angesprengt</li> <li>• zerschellt</li> <li>• aufgerissen</li> </ul>	Zustandsänderung beim Eintrag am Lagerungsort durch Kampfhandlungen, Übungen, Kampfmittelräumungen, seit dem Eintrag nicht mehr verändert
<ul style="list-style-type: none"> <li>• korrodiert</li> <li>• zersetzt</li> </ul>	Zustandsänderung im Zeitraum seit Eintrag und heute

sein.

Bei Untersuchungen der Phase A liegen i.d.R. keine konkreten Hinweise zum Zustand eines Kampfmittels vor. Allenfalls aus Befunden von Räumungen in benachbarten Flächen können Rückschlüsse gezogen werden.

Bei Räumungen ist der Zustand eines Kampfmittels zu bestimmen, da dies unmittelbaren Einfluss auf die weitere Handhabung desselben (Arbeitssicherheit) hat.

Der Zustand der gefundenen Kampfmittel ist im Erfassungsblatt A 9.4.10 zu dokumentieren.

### **3.2.4 Verteilung und Belastungsdichte der Kampfmittel**

Unter Verteilung der Kampfmittel wird das vermutete oder festgestellte Auftreten in vertikaler und lateraler Richtung im Untergrund verstanden.

Die Belastungsdichte beschreibt die vermutete oder festgestellte Anzahl von Kampfmitteln pro Flächeneinheit.

Kampfmittel können zufällig (stochastisch unregelmäßig, ungleichmäßig) oder nach bestimmten Regeln (gleichmäßig, regelhaft) verteilt vorkommen. Die Verteilung wird von den Verursachungszenarien und möglicherweise von darauffolgenden Untergrundeingriffen bestimmt.

Die gleichen Aspekte begründen unterschiedlich hohe ausgebildete Belastungsdichten.

Beide Parameter sind für die Bewertung und Gefährdungsabschätzung von Bedeutung. Art und Umfang einer Kampfmittelräumung und deren Kosten werden entscheidend von der räumlichen Verteilung und der Belastungsdichte bestimmt.

Die Angaben sind durch Untersuchungen der Phasen A und B zu ermitteln und bei einer folgenden Kampfmittelräumung zu überprüfen. Die Befunde sind von der Bedeutung dieser ausführlich zu beschreiben und zu belegen.

## **3.3 Rechtliche Rahmenbedingungen**

### **3.3.1 Eigentumsverhältnisse**

Als Eigentum wird die rechtliche Zuordnung einer Sache (hier: Grundstück) zu einer Person oder Institution (Eigentümer) im Sinne eines ausschließlichen und absolut geltenden Verfügungsrechtes bezeichnet. Hiervon ist der Besitz zu unterscheiden, da sich ein Gegenstand vorübergehend oder auf Dauer im Besitz einer anderen Person oder Institution als des Eigentümers befinden kann (zum Beispiel das verpachtete Grundstück).

Die historischen und aktuellen Eigentumsverhältnisse des Grundstückes sowie benachbarter, im möglichen Wirkungsbereich einer Kampfmittelbelastung liegender Grundstücke sind zu ermitteln. Gründe hierfür sind z.B.:

- Im Rahmen der Phase A können gemäß dem Provenienzprinzip die Eigentümer, Besitzer und Nutzer festgestellt werden, um aus deren archivarischen Überlieferungen Hinweise zur Kampfmittelbelastungssituation zu gewinnen.
- Für die Bewertung (Phase A) und die Gefährdungsabschätzung (Phase B) sind mögliche Betroffene festzustellen.
- Für die technische Erkundung und für die Räumung sind die Eigentums- und Besitzverhältnisse zu klären. Diese sind insbesondere wesentlich für einen reibungslosen Ablauf technischer Maßnahmen. Zu erwähnen sind beispielsweise das Einholen von Wegerechten, um schwere Baugeräte auf die Räumstelle zu bringen oder um Betroffene über bevorstehende Maßnahmen frühzeitig informieren zu können. Auch können betriebliche Belange des Flächeneigentümers/-nutzers beispielsweise zu zeitlichen Einschränkungen bei der Kampfmittelräumung, zu einer generellen Untersagung bestimmter Tätigkeiten oder zu Beschränkungen auf bestimmte Geländebe- reiche führen.

Der Umfang der festzustellenden Eigentumsverhältnisse richtet sich nach den Erfordernissen des Einzelfalls und der Zielsetzung. Neben den Eigentümern sind auch die Besitzer bzw. Nutzer von Grundstücken festzustellen. Dazu gehören auch die Ermittlung und die kartografische Darstellung der Grundstücksgrenzen.

### 3.3.2 Nutzungsrechte

Eigentümer oder Besitzer eines Grundstücks können Dritten Nutzungsrechte für ein Grundstück eingeräumt haben. Hierzu zählen z.B.:

- Leitungsrechte für Versorgungsträger, die Elektrizität, Gas, Wasser, Kabelfernsehen und Telefon u.a.m. bereitstellen oder Abfälle und Abwässer entsorgen,
- Wegerechte (z.B. das Recht, über ein Grundstück dauerhaft fahren zu dürfen),
- sonstige Nutzungsrechte (z.B. das Recht, Rohstoffe gewinnen zu dürfen).

Nutzungsrechte sind i.d.R. vertraglich geregelt und im Grundbuch eingetragen.

Aus Nutzungsrechten resultierende Einschränkungen können technische Arbeiten der Kampfmittelräumung nachteilig beeinflussen, behindern oder unmöglich machen. Deshalb sind die Nutzungsrechte vor einer Maßnahme zu ermitteln und die geplanten Arbeiten mit den Inhabern der Nutzungsrechte abzustimmen.

### 3.3.3 Schutzgebiete

Unter Schutzgebiete sollen hier Flächen verstanden werden, die schützenswerte Merkmale enthalten und deshalb vor Einwirkungen von außen durch geeignete Vorsorge- und/oder Schutzmaßnahmen zu schützen sind. Da auf Grund dieser Definition jedes Gebiet schützenswert sein kann, sollen hiermit u.a. folgende Gebiete gemeint sein:

- Umwelt- und Planungsrecht:
  - Natur- und Landschaftsschutz,
  - Bodenschutz,
  - Wasserwirtschaft und Gewässerschutz,
  - Grundwasser,
  - Rohstoffe und Bodenschätze.
- Schutz von Kulturgütern:
  - Denkmalschutz.

Schutzgebiete werden planungsrechtlich in Vorrang- und Vorbehaltsgebiete eingestuft. Vorranggebiete sind für eine bestimmte raumbedeutsame Nutzung oder Funktion vorgesehen und schließen andere raumbedeutsame Nutzungen aus. Es handelt sich dabei etwa um Gebiete zur Sicherung der Wasserversorgung (Wasserschutzgebiete) oder zur Sicherung der Rohstoffversorgung und -gewinnung (z.B. Kiesabbau).

Bei Vorbehaltsgebieten handelt es sich um Gebiete, in denen einer bestimmten raumbedeutsamen Nutzung oder Funktion bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen "besonderes Gewicht beigemessen" werden soll. Im Gegensatz zum Vorranggebiet sind diese konkurrierenden Nutzungen jedoch nicht von vornherein ausgeschlossen. Hierbei handelt es sich häufig um Flächen mit Belangen von Naturschutz und Landschaftspflege (z.B. Nationalparks, Natur- und Landschaftsschutzgebiete, Biosphärenreservate).

Denkmalschutz verfolgt das Ziel, Kulturdenkmale zu schützen und dauerhaft zu erhalten. Im Rahmen der Kampfmittelräumung sind insbesondere Bodendenkmäler (so lange sie noch mit Grundstücken verbunden sind), aber auch Bau- oder Gartendenkmäler zu berücksichtigen. Bodendenkmäler sind danach bewegliche oder unbewegliche Sachen, bei denen es sich um Zeugnisse, Überreste oder Spuren handelt, für die Ausgrabungen, Befunde und Funde Hauptquelle wissenschaftlicher Erkenntnisse sind.

Die mit Schutzgebieten, Vorrang- und Vorbehaltsgebieten verbundenen Auflagen sind bei technischen Erkundungen und Kampfmittelräumungen zu berücksichtigen. Die Gebiete sind deshalb vollständig zu erfassen und die jeweiligen Verordnungen und Satzungen auszuwerten. Mit den zuständigen Behörden sind die Maßnahmen zur Kampfmittelräumung und deren Auswirkungen auf die Schutzgebiete abzustimmen und zu dokumentieren. Im Einzelfall kann es dabei – nach Abwägung aller Aspekte – beispielsweise zur Verlegung von Testfeldern kommen oder Kampfmittelräumungen können eingeschränkt oder unmöglich gemacht werden.



Schutzgebiete sollen in Anlehnung an die Regionalplanung dargestellt werden.

#### 3.3.4 Immissionsschutz

Als Immissionsschutz werden die Bestrebungen bezeichnet, mit denen Immissionen auf ein für Mensch und Umwelt verträgliches Maß begrenzt werden sollen. Unter Immissionen werden auf Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, die Atmosphäre sowie auf Kultur- und sonstige Sachgüter einwirkende Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnliche Umwelteinwirkungen verstanden.

Erfolgt die Kampfmittelräumung mit Separationsanlagen (siehe TS A-9.4.7 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)), sind die Bestimmungen des Immissionsschutzes gemäß Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSch) zu berücksichtigen.

#### 3.3.5 Totenruhe

Mit „Störung der Totenruhe“ wird nach § 168 StGB der unbefugte Umgang mit den sterblichen Überresten Verstorbener bezeichnet.

Insbesondere in Gebieten mit intensiven Bodenkämpfen (z.B. Seelower Höhen und Halbe in Brandenburg, Hürtgenwald in Nordrhein-Westfalen) können bei bodeneingreifenden Arbeiten der Kampfmittelräumung die sterblichen Überreste Gefallener gefunden werden. Auf Grund der gesetzlichen Bestimmungen sind diese Gebiete, in denen sterbliche Überreste angetroffen werden können, vor Beginn von Kampfmittelräumungen mit den zuständigen Behörden abzustimmen.



## A-9.1.3 Datenkatalog

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert allgemeine fachspezifische Anforderungen für die Erfassung raumbezogener Informationen im Rahmen der Phasen A bis C.

### 2 Allgemeines

Im Rahmen der KMR werden überwiegend raumbezogene Informationen erhoben. Damit diese Informationen sinnvoll genutzt werden können, ist es erforderlich, geeignete Formen der Bereitstellung anzuwenden. Dazu werden überwiegend digitale Medien genutzt, die eine effektive Erfassung, Analyse und /oder Visualisierung ermöglichen.

Die Informationen bzw. Daten, die im Rahmen der Phasen A bis C anfallen, sind äußerst komplex. Bis jetzt gibt es noch keinen umfassenden Datenkatalog, der phasenübergreifend allen Anforderungen gerecht wird. Die bisher verfügbaren allgemeinen Datenbeschreibungen und z.T. konkreten Definitionen bilden dennoch eine verbindliche Grundlage für die systematische Erfassung von Daten in der KMR.

Im Folgenden werden Hinweise auf die in den technischen Spezifikationen der AH KMR verteilt vorliegenden Datenbeschreibungen gegeben sowie allgemeine Grundsätze der Erfassung von Daten im Sinne der AH KMR erläutert.

**Ein vollständiger und in diesem Anhang zusammengeführter Datenkatalog wird in einer Fortschreibung der AH KMR bereitgestellt.**

### 3 Fragmente bisheriger Datenbeschreibungen

#### Phaseübergreifend

A-6 Dokumentation: Allgemeine Erläuterungen zur Datenerfassung; Verweise auf die RBBau (Baubestandsdokumentation), die grundsätzliche Regelungen zur digitalen Dokumentation von Baumaßnahmen trifft. Auflistung der KMR-Objekte der Folie 864 des Liegenschaftsinformationssystems Außenanlagen LISA<sup>®</sup>

#### Phase A

9.2.9 Anforderungen Bericht Phase A: Allgemeine Erläuterungen zur Datenerfassung

#### Phase B

9.3.2 Anforderungen Dokumentation Geophysik: Allgemeine Erläuterungen zur Datenerfassung, teilweise Spezifizierungen von raumbezogenen Daten

## Phase C

9.4.10 Dokumentation Phase C: Allgemeine Erläuterungen und Fundkatalog zur Datenerfassung und Dokumentation der Phase C.

### 4 Erfassung nicht konkret spezifizierter Daten

Einige technische Spezifikationen enthalten bisher keine konkreten Datendefinitionen. In solchen Fällen sind Datentypen und -strukturen in Abhängigkeit der fachlichen Anforderungen individuell zu spezifizieren.

Um die Nutzung der Daten zu ermöglichen, sind diese durch Metadaten zu beschreiben. Als Metadaten oder Metainformationen bezeichnet man allgemein Daten, die Informationen über andere Daten enthalten. Dazu zählen zumindest folgende Informationen:

- Auftraggeber,
- Auftragnehmer,
- Projektnummer,
- Liegenschaft,
- Projekttitle,
- Thema Geodaten,
- Dateiname,
- Datenformat,
- Inhaltliche Beschreibung,
- Erstellungsdatum,
- Raumbezugssystem,
- Bearbeitungsstatus,
- Beschreibung Attribute 1 bis n.

### 5 Datenaustausch

Alle Daten mit Raumbezug sind vorzugsweise in Geodatenformaten auszutauschen. Solche Datenformate zeichnen sich durch eine Kombination von Geometrien und Sachdaten aus. Die Geometrien müssen Koordinaten in einem räumlichen, landesüblichen Bezugssystem aufweisen.

Die Vielzahl der auf dem Markt befindlichen Geodatenformate erfordert grundsätzlich eine fallweise Abstimmung der Datenformate zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

Komplexe Sachdatenbestände können in Abstimmung mit dem Auftraggeber in relationalen Datenbanken geliefert werden. Datenbankformate sind abzustimmen. Eine Bereitstellung von Datenbeständen in Textdokumenten ist unzulässig.

## A-9.1.4 Kartografische Darstellungen

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert allgemeine fachspezifische Anforderungen für die Herstellung von thematischen Karten im Rahmen der Phasen A bis C.

### 2 Allgemeines

Karten sind digitale oder analoge Informationsmittel, die in allen Phasen der Kampfmittelräumung raumbezogene Gegenstände, Sachverhalte und Prozesse darstellen und erläutern. In diesem Zusammenhang ist bei der Herstellung von Karten zwischen zwei grundsätzlichen Bereichen zu unterscheiden:

- Die topografische Kartografie stellt Karten und Pläne aller Maßstäbe her, welche der allgemeinen Orientierung dienen. Sie hat im Rahmen der AH KMR eher eine untergeordnete Bedeutung und dient der Lokalisierung von Untersuchungsgebieten.
- Die thematische Kartografie dient der Darstellung der räumlichen Verteilung von einem oder mehreren qualitativen und/oder quantitativen Phänomenen. Diese Form der Kartografie ist in der KMR von grundlegender Bedeutung.

### 3 Richtlinien für kartografische Produkte

#### Gestaltungselemente

Die Komposition thematischer Karten muss folgende Elemente enthalten:

- Auftraggeber, Auftragnehmer,
- Projektbezeichnung,
- Kartenbezeichnung,
- Karten- bzw. Anlagenummer,
- Erstellungsdatum,
- Maßstab,
- Quelle und Fortführungsstand der Basiskarte, optional Freigabevermerke des Urhebers,
- Angaben zum Raumbezugssystem,
- Nordpfeil,
- Maßstabsbalken,
- Thematische Legende,
- Koordinatengitter,
- Eindeutige Zeichnungsnummer zur Identifizierung beim Auftragnehmer.

Eine Übersichtskarte, welche lediglich der Lagebestimmung eines Untersuchungsgebietes dient, muss mindestens folgende Elemente enthalten:

- Auftraggeber, Auftragnehmer,
- Projektbezeichnung,
- Kartenbezeichnung,
- Karten- bzw. Anlagennummer,
- Maßstab,
- Nordpfeil,
- Thematische Legende.

### **Ausgabemedien**

Sämtliche Kartenwerke müssen in zweifacher Form produziert werden:

- Analog: mittels Großformatdrucker mit einer Auflösung von min. 600 dpi.
- Digital: im Adobe Acrobat-Format (PDF). Die PDF-Dokumente sind Bestandteil der Lieferung eines digitalen Berichtes.

### **Blattformate**

Topografische Übersichtskarten oder thematische Detailkarten müssen grundsätzlich den Formaten A4 bis A0 gem. DIN EN ISO 216 entsprechen. Soweit sich Vorteile für die Gestaltung von Blattsnitten ergeben, sind Abweichungen von der Norm in der Form möglich, dass Breiten und Höhen einzelner Normformate kombiniert werden können (z.B. A1 breit und A3 hoch).

### **Maßstäbe**

Folgende Maßstäbe sind für Kartenwerke anzuwenden:

- Topografische Übersichtskarte zur Kennzeichnung eines Untersuchungsgebietes: 1:25.000 oder 1:50.000.
- Thematische Detailkarte des vollständigen Untersuchungsgebietes (ggf. mit Blattsnitten): 1:5.000.
- Ausschnittvergrößerung thematischer Detailkarten: 1:1.000.

### Raumbezug / Geobasisdaten

Die orientierenden Eigenschaften topografischer Karten stellen eine unentbehrliche Komponente des Entwurfs thematischer Karten dar. Jede thematische Karte muss zwingend eine topografische Basiskarte ausweisen. Im Einzelnen sind folgende Vorgaben zu berücksichtigen:

- Je nach Zielmaßstab und Verfügbarkeit können unterschiedliche Basiskarten zur Anwendung kommen. Dazu zählen Vermessungsdaten, digitale Orthofotos oder topografische Karten. Voraussetzung der Anwendung ist die Eignung des Erfassungsmaßstabes der Basiskarte, welcher sich in der Größenordnung des Zielmaßstabes bewegen muss.
- Für die Überlagerung von Basiskarten mit thematischen Informationen ist die topografische Grundlage grafisch zurückzunehmen, d.h. einfarbig, in Grautönen oder deutlich kontrastärmer darzustellen, so dass die eigentlichen Karteninformationen deutlich im Vordergrund erscheinen.
- Die Basiskarte ist auf die zur inhaltlichen und räumlichen Einordnung notwendigen topografischen Elemente zu reduzieren (nur möglich bei Vektor- oder Rasterlayern).
- Die Basiskarten müssen ein landesübliches Raumbezugs-system aufweisen, also georeferenziert sein.





## **A-9.1.5 Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer**

### **1 Geltungsbereich**

Diese Technische Spezifikation definiert über § 8 VOB/A hinausgehende fachliche Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer und deren Fachpersonal.

### **2 Personelle Anforderungen**

#### **2.1 Mindestanforderungen**

- Gültige Erlaubnis gemäß § 7 SprengG.
- Alle auf der Untersuchungs-/ Räumstelle tätigen Personen müssen ein 16-stündiges innerbetriebliches oder außerbetriebliches Lehrprogramm über die Grundlagen der Organisation der Kampfmittelräumung, der Bergungs- und Sondiertechnik, der Gefährdung durch Kampfmittel und Sicherheitsbestimmungen nachweisen. Das innerbetriebliche oder außerbetriebliche Lehrprogramm kann durch eine Unterweisung vor Ort ersetzt werden.

#### **2.2 Räumhelfer**

- Tätigkeit:
  - Vorarbeiten wie z.B. Festlegen der Spuren, Auspflocken der Räumfläche, Freischneiden, Ausholzen,
  - Angraben der vom Räumarbeiter festgestellten Störkörperlage auf Anweisung,
  - Transport des Störkörpers nach Weisung durch fachkundiges Personal in die bereitgestellten Behältnisse.
- Voraussetzung:
  - 16-stündiges Lehrprogramm (s. Punkt 2.1 (2)).
- Nachweis:
  - Erfolgreiche Teilnahme an dem 16-stündigen Lehrprogramm.

### 2.3 Baumaschinenführer

- Tätigkeit:
  - Führen von Baumaschinen bei der Kampfmittelräumung (KMR). Beispiel: Lösen von Bodenmaterial bei der flächenhaften KMR, Bodenaushub bei der punktuellen KMR, Beladen von Transportfahrzeugen.
- Voraussetzung:
  - 16-stündiges Lehrprogramm (s. Punkt 2.2 (2)).
- Nachweis:
  - Erfolgreiche Teilnahme an dem 16-stündigen Lehrprogramm.

### 2.4 Räumarbeiter

- Tätigkeit:

Alle Arbeiten des Räumhelfers und darüber hinaus,

  - Einweisung, Überwachung und Anleitung des Räumhelfers,
  - Aufsuchen und Lokalisieren von Störkörpern innerhalb des ihm zugewiesenen Räumbereiches mit Hilfe von geeigneten Detektoren und Lokalisierung der Störkörper,
  - Täglicher Abgleich der Sonde vor Arbeitsbeginn,
  - Verantwortlich für die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit der Sonde(n),
  - Festlegung der Angrabstelle,
  - Dokumentation der Störpunkte pro Parzelle o.ä.,
  - Verantwortlich für die Einhaltung der jeweiligen Arbeitsvorschriften, Anweisungen und Richtlinien innerhalb seines Aufgabenbereiches,
- Voraussetzungen:
  - Schriftliche Bestellung durch den Unternehmer,
  - Zwei Jahre praktische Tätigkeit als Räumhelfer in der Kampfmittelräumung, insbesondere umfassende Kenntnisse und Fertigkeiten mit der Sondertechnik des Unternehmens.
- Nachweis:
  - Referenzliste über die in den letzten 2 Jahren durchgeführten Projekte,
  - Bestellung durch den Unternehmer.

## 2.5 Fachtechnische Aufsichtsperson

- Voraussetzung:  
Das gemäß § 8, Nr. 3 Abs. 1 e VOB/A vorgesehene Aufsichtspersonal muss
  - eine Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG sein und
  - über die Fachkunde gemäß § 9 Satz 1 Nr. 1 SprengG verfügen.
- Nachweis:
  - Gültige(r) Befähigungsschein(e) der Verantwortlichen Person(en) gemäß § 20 SprengG.

## 2.6 Räumstellenleiter

- Voraussetzung:  
Die gemäß § 8, Nr. 3 Abs. 1 e VOB/A vorgesehene leitende Person muss eine
  - Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 2 und 3 SprengG sein (Räumstellenleiter).
  - Sie muss über die Fachkunde gemäß § 9 Satz 1 Nr. 1 SprengG verfügen und
  - Fünf Jahre praktische Tätigkeit nachweisen.
- Nachweis:
  - Gültige(r) Befähigungsschein(e) der Verantwortlichen Person(en) gemäß § 20 SprengG.
  - Nachweis einer fünfjährigen praktischen Tätigkeit als fachtechnische Aufsichtsperson über Referenzprojekte.

## 2.7 Taucher

- Voraussetzung:
  - Anforderungen gemäß § 10 BGV C23.
- Nachweis:
  - Prüfungszeugnisse nach der "Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss geprüfter Taucher" und Nachweis von Tauchstunden gemäß § 10 Nr. 1 Sätze 2 und 3 BGV C23 der für die Räummaßnahme vorgesehenen Taucher.

### 3 Technische Anforderungen

Die Mindestanforderungen an die technische Ausstattung werden in Anlehnung an die Inhalte der Schutzbestimmungen / Güteprüfbestimmungen der Güteschutzgemeinschaft Kampfmittelräumung Deutschland e.V., Kampfmittelräumung, Gütesicherung RAL-GZ 901 definiert. Über die nachfolgend aufgeführte technische Ausrüstung muss der Auftragnehmer verfügen.

#### 3.1 Allgemeine Ausrüstung

- Mechanische Messgeräte,
- Optische Vermessungsgeräte,
- GPS-Geräte,
- Geräte zur räumstelleninternen akustischen Kommunikation (z.B. Funksprechgeräte).

#### 3.2 Sondiertechnik

- Branchenübliche Sondiergeräte unterschiedlicher Messprinzipien,
- Geräte mit Detektor für ferromagnetische Körper (z.B. Magnetometer, Eisendetektor),
- Geräte mit induktivem Detektor (z.B. Metallsuchgerät, „Minensuchgerät“, Bohrlochsonde).

#### 3.3 Ausrüstung zur computergestützten Sondierung

- Kompatible Sondiergeräte,
- Mobile Datenspeicher (mind. 2 Stück),
- Geeignete, PC-gängige Software anerkannter Entwickler (MAGNETO, SMART, EVA oder gleichwertig),
- Mobile Auswertetechnik zum Einsatz auf der Räumstelle,
- Stationäre Hardware zur Datensicherung und Archivierung.

#### 3.4 Ausrüstung für Räumarbeiten (konventionell)

- Bagger oder Radlader (ggf. mit Panzerglasscheibe),
- Geprüfte Hebertechnik (Mindesttragfähigkeit 500 kg),
- Technik und Ausrüstung zur Baugrubensicherung (insbesondere Ausrüstung für nichtferromagnetischen Verbau),
- Geräte zur Wasserhaltung.

### 3.5 Ergänzungsausrüstung für Wasserbergung

Grundsätzlich müssen für alle zur Wasserbergung eingesetzten Geräte das Attest der Schiffsuntersuchungskommission (SUK) / Binnenschiffahrtsberufsgenossenschaft (BSBG) und die jeweils geforderte Klassifikation vorliegen.

#### 3.5.1 Allgemeine Ausrüstung und Sondiertechnik

- Schwimmgreifer oder Baggerponton,
- Schuten,
- Sonden bzw. Sondenarrays in Ausführung für Unterwasserarbeit,
- Navigationsmittel zur kontrollfähigen flächendeckenden Sondierung (DGPS o.ä.).

#### 3.5.2 Verfahrensabhängige Ausrüstung

In Abhängigkeit von dem durch das Unternehmen eingesetzten Verfahren wird folgende Ausstattung gefordert:

- Bei flächendeckender Magnetabsuche bzw. Sondierung mit nachfolgender punktueller Magnetbergung:
  - Unterwasser-Fingermagnet (Leistungsaufnahme mind. 6 kW) mit Spüldüsen (Wasserdruck mind. 8 bar) und Lastanzugserkennung.
- Bei Sondierung mit nachfolgender Bergung durch Taucher:
  - Spüllanzen,
  - Wechselsprechanlage für Unterwassereinsatz,
  - Ausrüstung nach UW „Taucherarbeiten“ (BGV C23) und UW „Sprengarbeiten“ (BGV C24).

## 4 Vorlage Nachweise

### 4.1 Personelle Anforderungen

Die Nachweise der personellen Anforderungen sind je nach gewähltem Vergabeverfahren, beim Teilnahmeantrag oder bei öffentlichen bzw. beschränkten Ausschreibungen mit dem Angebot des Bieters vorzulegen.

## 4.2 Technische Anforderungen

Die Nachweise zu den technischen Anforderungen sind je nach gewähltem Vergabeverfahren beim Teilnahmeantrag oder bei öffentlichen Ausschreibungen mit dem Angebot des Bieters vorzulegen.

Es sind die für den Einsatz vorgesehenen Geräte tabellarisch unter Angabe des Typs, Herstellungsjahres, wesentlicher Leistungsmerkmale und die für den Einsatz vorgesehene Stückzahl aufzulisten.

## A-9.1.6 Bereitstellungslager

### 1 Geltungsbereich

Das Bereitstellungslager dient der sicheren Aufbewahrung von Kampfmitteln während des Räumtages und aus den Kontrollprüfungen, zur ordnungsgemäßen Verpackung von transportfähigen Kampfmitteln sowie der Bereitstellung von Kampfmitteln zum Abtransport durch den KBD während der Phasen B und C.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Die Regelungen der 2.SprengV 2.6; 3 und 4 sind sinngemäß anzuwenden. Die Aufbewahrung oder der Umgang mit chemischen Kampfstoffen ist in o.g. Bereitstellungslagern nicht zulässig.

Bestandteile des Bereitstellungslagers sind:

- Lagerbereich mit Lagerbehältern gemäß den Vorgaben der zuständigen Behörden,
- Abgesetzter Sortierbereich,
- Technische Einrichtungen zum Diebstahlschutz gemäß SprengV,
- Bauliche und technische Maßnahmen des Splitterschutzes,
- Signal- und Sicherungsanlagen, Blitzschutz,
- Sichere Zuwegung und Anbindung an Rettungsweg,
- Beschilderung gemäss den geltenden Vorschriften,
- Zugelassene und technisch geeignete Transportverpackungen.

Werden transportfähige Kampfmittel aufgefunden, sind diese regelmäßig zum Bereitstellungslager zu transportieren. Dort erfolgt die Trennung nach Art und Zustand der Kampfmittel unter Aufsicht eines Befähigungsscheininhabers mit der notwendigen Fachkunde. Für den Umgang mit Kampfmitteln im Bereitstellungslager ist ausschließlich Personal mit mindestens 5-jähriger Erfahrung in der Kampfmittelräumung einzusetzen.

Explosivstoffhaltige Kampfmittel sind nach Maßgabe des KBD umgehend in Behältern einzulagern. In ortsbeweglichen Lagern dürfen nicht mehr als 250 kg Fundmunition gleichzeitig aufbewahrt werden.

Unmittelbar vor dem Transport erfolgt die Verpackung in den Transportbehältern. Gleiches gilt für die Kennzeichnung der Transportbehälter und die Transportbelege. Es sind die zutreffenden Regelungen des SprengG und seiner Verordnungen, der GGVS sowie die einschlägigen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften einzuhalten. Die Termine der Kampfmittelübergabe an die KBD sind von dem gewerblichen Auftragnehmer zu vereinbaren.

An arbeitsfreien Tagen dürfen sich in der Regel keine Kampfmittel im Bereitstellungslager befinden. Soweit in Ausnahmefällen an arbeitsfreien Tagen Kampfmittel im Lager aufbewahrt werden, ist das Lager zu bewachen. Dazu ist ein diensthabender Befähigungsscheininhaber mit 24 h Erreichbarkeit zu benennen und die Bewachung vor Ort ist permanent (24 h, kein Streifendienst) zu organisieren. Wird die Bewachung durch ein Bewachungsunternehmen wahrgenommen, sind dabei folgende Anforderungen zu stellen:

- Die aktuellen polizeilichen Führungszeugnisse des eingesetzten Personals enthalten keine Einträge.
- Das Bewachungsunternehmen ist nach ISO 9001 zertifiziert.

### **3 Qualitätssicherung / Qualitätskontrolle**

Der gewerbliche Auftragnehmer hat den ordnungsgemäßen Zustand und Betrieb der Anlage zu dokumentieren. Die Qualitätskontrolle erfolgt im Rahmen der Bauüberwachung.



## A-9.1.7 Vermessung

### 1 Geltungsbereich

Vermessungsleistungen sind unter Beachtung der Baufachlichen Richtlinie Vermessung (BFR Verm 99) durchzuführen. Mit der TS Vermessung werden die vermessungstechnischen Anforderungen an die Kampfmittelräumung beschrieben, sofern sie nicht in der BFR Verm geregelt sind.

### 2 Anforderungen

Für alle Phasen gilt, dass die Bearbeitung auf einer georeferenzierten Plangrundlage erfolgt. Die Anbindung an das Landesnetz ist erforderlich.

#### Phase A

Bei der Begehung werden kampfmittelverdächtige Objekte oder Flächen lagemäßig skizzenhaft aufgenommen. Die Aufnahme hat so zu erfolgen, dass die Objekte später in ihrer Lage im Meterbereich reproduziert werden können. Hierzu reicht in der Regel die Orientierung an topographischen Merkmalen (z.B. durch Schrittmaß). Die so aufgenommenen Objekte sind in der Feldkarte / Orthofotoplan einzutragen.

#### Phase B

Testfelder zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Kampfmittelinventars sind mit einer Lagegenauigkeit von  $\pm 0,1$  m an den Eckpunkten zu vermessen und nach BFR Verm, Folie Kampfmittelräumung (in Bearbeitung), zu dokumentieren.

Das Auspflocken der Eckpunkte der Flächen erfolgt mit metallfreien, gut sichtbaren und haltbaren Markierungen (z.B. Holzpflocke). Je nach Maßnahme kann zwischen der Testfeldausweisung, der geophysikalischen Aufnahme sowie der Beräumung ein größerer Zeitraum liegen. Die Markierungen sind in einem solchen Fall so einzurichten, dass sie ohne äußere Einwirkung längere Zeit im Gelände stehen bleiben.

Die Durchnummerierung der Eckpunkte erfolgt im Uhrzeigersinn mittels Nummern oder Buchstabe. Die Bezeichnungen sind deutlich, gut lesbar und wetterfest auf den Markierungen zu vermerken. Testfelder im Wald sind mit einer Holztafel zu kennzeichnen. Dieses ist gut sichtbar und haltbar an einen Pflock oder einen Baum anzubringen. Die Tafel und die Beschriftung der Tafel müssen wetterfest sein. Auf der Tafel (DIN A4 oder größer) ist in gut lesbarer Form die Bezeichnung des Testfeldes zu vermerken.

In Kalibrierfeldern vergrabene Störkörper sind in Lage und Höhe auf  $\leq 0,05$  m zu vermessen. Bei größeren Störkörpern kann es notwendig sein, Anfangs- und Endpunkt des eingebrachten Körpers in Lage und Höhe zu vermessen.

### Geophysikalische Aufnahme

Der AN muss bei der terrestrischen geophysikalischen Flächenerkundung über ein Positionierungssystem / -verfahren für die Messsensoren verfügen, das eine Zuordnung in einer Genauigkeit von 0,5 m der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Untersuchungsfläche leisten kann.

### **Phase C**

#### a) Pflichten des AG

Zur Vermessung der Räumstelle sind vom AG Lagefestpunkte zu nutzen oder einzurichten. Das Abstecken der Grenzen der Räumstelle bzw. Räumabschnitte (Lageplan) in einer Genauigkeit von +/- 0,1 m ist Aufgabe des Auftraggebers und nach BFR Verm, Folie Kampfmittelräumung (in Bearbeitung), zu dokumentieren.

#### b) Pflichten des AN

Das Parzellennetz ist vom AN einzurichten. Vom AN sind folgende Leistungen zu erbringen:

- Vermessung und Vermarkung der Parzellen zur Anfertigung des Parzellenplanes: Genauigkeit der Vermessungspunkte +/- 0,1 m,
- Vermessung der täglich geräumten Flächen zur Erfassung im Lageplan: Genauigkeit der Vermessungspunkte +/- 0,1 m,
- Einmessen der Fundstücke im Lageplan: Genauigkeit +/- 0,5 m,
- Einmessen von verbliebenen Störpunkten: Genauigkeit +/- 0,5 m.

Die Ergebnisse der Parzellenräumung sind nach BFR Verm, Folie Kampfmittelräumung (in Bearbeitung), zu dokumentieren.

### **3 Hinweise**

Bei der Bestandsdokumentation sind die Abschnitte H und L der RB-Bau zu beachten.

Für die Einmessung der Fundstücke gelten die Formblätter gemäß TS A-9.4.10 Dokumentation Phase C.

**A-9.1.8 Nicht belegt**



## A-9.1.9 Geländebegehung

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die Anforderung an Geländebegehungen der

- Phase A: Initiale Geländebegehung und Geländebegehung zum Abschluss der Historisch-genetischen Rekonstruktion
- Phase B: Geländebegehungen für die Erarbeitung von Planungen und Verdingungsunterlagen für die Durchführung von geophysikalischen Testfelduntersuchungen und -räumungen
- Phase C: Geländebegehungen für die Erarbeitung von Planungen und Verdingungsunterlagen für die Kampfmittelräumung der Phase C

Diese TS gilt nicht für Begehungen in Geländen, für die der Verdacht auf chemische Kampfstoffe besteht oder deren Vorhandensein bekannt ist.

### 2 Anforderungen an den Arbeitsschutz

#### 2.1 Grundsätzliches

Es gelten die gesetzlichen Vorgaben, berufsgenossenschaftlichen Regeln und die sich daraus ergebenden Pflichten. Der Anhang A-5 ist zu beachten.

Von den im Folgenden definierten Anforderungen kann in Absprache mit dem AG in Einzelfällen abgewichen werden. Derartige Abweichungen sind zu begründen und zu dokumentieren.

#### 2.2 Organisatorischer Arbeitsschutz

Entsprechend den gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften ist eine Unterweisung über die Gefahren auf dem zu begehenden Gelände durchzuführen. Die Unterweisung ist zu dokumentieren.

Begehungen sind in der Regel zu zweit durchzuführen. In besonderen, zu begründenden Fällen kann die Begehung allein erfolgen.

Werden an der Geländeoberfläche Kampfmittel erwartet, ist die Begehung von oder in Begleitung eines Befähigungsscheininhabers gem. SprengG (s. Textteil, Kap. 2 Definitionen) durchzuführen.

Eine sichere Fernmeldeverbindung ist zu gewährleisten. Ist dies auf Grund der spezifischen Standortbedingungen nicht unterbrechungsfrei möglich, ist zusätzlich eine Funkverbindung aufzubauen.

Die Sicherheitsbestimmungen des Nutzers/Grundstückseigentümers sind einzuhalten.

Auf Flächen mit Kontaminationsverdacht sind die BGR 128 zu berücksichtigen.

### 2.3 Spezieller Arbeitsschutz

- Während der Befahrung von Gewässern sind Schwimmwesten anzulegen. Weitere Sicherheitsbestimmungen sind im Einzelfall festzulegen.
- Weitere spezielle Arbeitsschutzmaßnahmen und -ausstattungen gemäß den berufsgenossenschaftlichen Regeln sind entsprechend den Anforderungen des Einzelfalls zu treffen bzw. vorzuhalten. Hierzu gehören regelmäßig eine Erste-Hilfe-Ausstattung. Bedarfsweise können z.B. Strickleiter/Seil, Feuerlöscher und ausreichend Trinkwasser zur Reinigung der persönlichen Schutzausrüstung vorzuhalten sein.

### 2.4 Persönlicher Arbeitsschutz

- Bei der Begehung sind Sicherheitsschuhe bzw. Schuhwerk, das der Belastungs- und Geländesituation angepasst ist (z.B. Einwegstiefel, Sicherheitsschuhe), zu tragen.
- Bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen ist die BGR 128 zu beachten.

## 3 Anforderungen an die Durchführung der Geländebegehung

### 3.1 Ziele

Für jede Geländebegehung sind die Ziele und die Vorgehensweise gemäß den Anforderungen des Einzelfalls zu definieren. Hierzu gehören u.a.

- Aufgabenstellung,
- Ziele,
- zu begehende Bereiche,
- zu notierende Einzelheiten und Erfassungstiefe,
- Detaillierungsgrad der Dokumentation,

Die Geländebegehung ist textlich und durch Fotos vollständig zu dokumentieren.

### 3.2 Ausrüstung

Die Mindestausrüstung für die Geländebegehung umfasst:

- für den Geländeeinsatz geeignete Materialien und Geräte zur Dokumentation (z.B. wetterfestes Notizbuch, wetterfestes Notebook, Blei- und Buntstifte),
- Fotoapparat (ggf. mit leistungsfähigem Blitzgerät),
- kleinmaßstäbige Detailkarten und ggf. Orthofotopläne,
- aktuelle und historische Luftbilder,
- Kompass, GPS, ggf. einfache Vermessungsgeräte.

### 3.3 Begehung

Durch die Begehung sind die zu begutachtenden Flächen im Hinblick auf die in Kap. 3.1 definierten Bereiche und Ziele vollständig zu erfassen. Ist eine vollflächige Begutachtung erforderlich, sind entsprechende Hilfsmittel (z.B. Markierungsbänder, Tracking-Modus des GPS) einzusetzen.

Die Begehungsrouten sind eindeutig zu dokumentieren. Bei nicht eindeutiger Ortsbestimmung ist ein GPS einzusetzen.

Bei schwierigen Geländebedingungen (z.B. dichter Bewuchs oder starke Hangneigung) ist das Gelände durch Vor- und Zurückschau zu betrachten.

Geländebefunde sind an Ort und Stelle zu notieren und fotografisch zu dokumentieren. Die Aufnahmerichtung ist kartografisch festzuhalten.

## 4 Dokumentation

Die Abschlussdokumentation umfasst:

- Deckblatt mit den wesentlichen Angaben zur Geländebegehung,
- Auftrag, Ziel, durchgeführte Arbeiten,
- Beteiligte Personen,
- Durchführungszeitraum und Dauer der Begehung,
- Angaben zum Arbeitsschutz und den Sicherheitsbelehrungen,
- Beschreibung der gegangenen Fläche (Routenbeschreibung),
- Beschreibung der Beobachtungen (Gliederung gemäß der Aufgabenstellung, z.B. flächen- oder objektbezogen unter Berücksichtigung von Vorinformationen (z.B. der Phase A)),
- Beschreibung von Einzelbeobachtungen (inkl. Maßstabzeichnung) unter Berücksichtigung von Vorinformationen (z.B. der Phase A),

- Zusammenfassende Darstellung neuer Informationen gegenüber dem ursprünglichen Kenntnisstand,
- Schlussfolgerungen,
- Begehungskarten,
- Objektkataster mit Detailkarten,
- Fotodokumentation,
- Sonstige Dokumentation.

## 5 Qualitätskontrolle

Eine Qualitätskontrolle ist bei größeren Flächen oder bei besonderer Bedeutung in Form einer stichprobenartigen Nachbegehung ausgewählter Flächen und Objekte durchzuführen. Diese Arbeiten sind analog dem Abschnitt 4 zu dokumentieren.



## A-9.1.10 Räumstellenorganisation

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert einheitliche Begriffe im Bereich der Räumstellenorganisation und benennt die Personen im Bereich der gewerblichen Räumleistungen in den Phasen B und C. Die TS A-9.1.5 „Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer“ ist zu beachten.

### 2 Personal

#### 2.1 Personalbezeichnungen

- Räumhelfer  
Weitere Bezeichnungen: Spatengänger, Munitionsbergungsarbeiter, Kampfmittelarbeiter,
- Baumaschinenführer,
- Räumarbeiter  
Weitere Bezeichnungen: Sondengänger, Sondenführer, Munitionsfacharbeiter, Kampfmittelfacharbeiter,
- Fachtechnische Aufsichtsperson  
Weitere Bezeichnungen: Truppführer, Verantwortliche Person, Feuerwerker, Fachkundiger Munition,
- Räumstellenleiter  
Weitere Bezeichnungen: Leitende Verantwortliche Person.

#### 2.2 Personaleinsatz

##### 2.2.1 Räumtrupp

Aus Gründen des Arbeitsschutzes darf das Verhältnis von der Fachtechnischen Aufsichtsperson zur Räumtruppstärke auf der Räumstelle von 1:10 nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ist die Stärke der Räumtrupps zu verringern, um eine sichere Beaufsichtigung durch die Fachtechnische Aufsichtsperson zu gewährleisten.

##### 2.2.2 Räumpaare

Ein Räumpaar besteht aus zwei Räumarbeitern oder einem Räumarbeiter und einem Räumhelfer.

### 2.2.3 Taucharbeiten

Bei Taucheinsätzen darf die Verantwortliche Person nur der Taucher selbst oder eine Person sein, die mit dem Taucher eine direkte Sprechverbindung hat. Entsprechende Nachweise sind auf der Baustelle vorzuhalten und auf Verlangen dem AG vorzulegen.

## 3 Räumgebiet

Ein Räumgebiet bezeichnet die mit Kampfmitteln belastete und zu räumende Fläche sowie zusätzliche Flächen, die zur Abwicklung der Räummaßnahme benötigt werden. Nachstehend werden die Teilflächen eines Räumgebietes, die grundsätzlich in Flächen ohne bzw. mit besonderen Sicherheitsanforderungen zu teilen sind, definiert.

### 3.1 Flächen mit besonderen Sicherheitsanforderungen

Kampfmittelbelastete Flächen und Flächen, auf denen aktuell mit Kampfmitteln umgegangen wird, unterliegen besonderen Sicherheitsanforderungen gemäß 2. SprengV.

#### 3.1.1 Räumstelle

Der Begriff Räumstelle bezeichnet die gesamte, gemäß Auftrag von Kampfmitteln zu räumende Fläche. Die geographische Ausdehnung dieser Fläche ist durch Einmessung gemäß Technischer Spezifikation A-9.1.7 „Vermessung“ festzulegen und in die Räumstellenkarte einzutragen.

#### 3.1.2 Räumabschnitte

In Abhängigkeit von Größe und Schwierigkeitsgrad der Räumstelle ist diese zur Strukturierung des Räumungsablaufes und der Räummethoden in Räumabschnitte zu teilen. Die Räumabschnitte sollten berücksichtigen, dass möglichst einheitliche Rahmenbedingungen (Bodenbeschaffenheit, Vegetation, Art der Kampfmittelbelastung etc.), u.a. als Grundlage für die Auswahl der Räummethode in einem Räumabschnitt geschaffen werden (siehe auch Technische Spezifikation A-9.1.2 „Kostenwirkungsfaktoren“).

### 3.1.3 Räumparzellen

Die Räumstelle / Räumabschnitte wird / werden in Räumparzellen aufgeteilt. Räumparzellen dienen zur Ermittlung der Belastung mit Kampfmitteln und Schrott sowie für die Zuordnung zu den Belastungsstufen M, S und F des Leistungskataloges. Die Parzellengröße sollte 2.500 m<sup>2</sup> nicht überschreiten. Durch sie wird die zu räumende Fläche im Gelände übersichtlich strukturiert, um die systematische Absuche der Fläche und die Einmessung der Fundstücke zu erleichtern. Die Parzellen sind im Gelände eindeutig und für die Dauer der Maßnahme haltbar zu markieren.

Bei flächenhaften Kampfmittelräumungen ist die Einteilung der Räumstelle / Räumabschnitte in Parzellen geboten.

### 3.1.4 Räumwege

Die für die Räummaßnahme notwendigen Wege sind von eventuell vorhandenen Kampfmitteln zu räumen, für die Dauer der Maßnahme sichtbar zu markieren und in den Baustelleneinrichtungsplan einzutragen. Sie dienen dem Transport von Materialien und geborgenen Kampfmitteln sowie als Flucht- und Rettungswege gemäß der Technischen Spezifikation A-9.1.1 „Arbeitsschutz“.

### 3.1.5 Bereitstellungslager Kampfmittel

Die Funktion des „Bereitstellungslagers“ ist in der Technischen Spezifikation A-9.1.6 „Bereitstellungslager“ beschrieben. Die Fläche für das Bereitstellungslager ist i.d.R. innerhalb der Räumstelle auszuweisen und vor Beginn der Räumarbeiten von eventuell vorhandenen Kampfmitteln zu räumen. Das Bereitstellungslager ist zu kennzeichnen und in den Baustelleneinrichtungsplan einzutragen.

### 3.1.6 Flächen ohne besondere Sicherheitsanforderungen

Flächen ohne besondere Sicherheitsanforderungen sind kampfmittelfreie Flächen. Arbeiten mit oder an Kampfmitteln dürfen auf diesen Flächen nicht durchgeführt werden. Kampfmittel dürfen dort nicht gelagert werden.

## 3.2 Flächen für Räumstelleneinrichtung und Räumstelleninfrastruktur

Die Flächen für die o.g. Einrichtungen dienen der logistischen Unterstützung der Räummaßnahme und sind in kampfmittelfreien Bereichen anzulegen. Sie sind durch hinreichende Sicherheitsabstände, die Ausnutzung von Geländegegebenheiten oder durch technische Maßnahmen so anzulegen, dass sie nicht innerhalb von Sicherheitsbereichen aktiver Räumabschnitte, in denen Kampfmittel bearbeitet oder gelagert werden, liegen.

Für den Betrieb der Einrichtung sind die notwendigen Genehmigungen und Erlaubnisse, wie z.B. für die Entsorgung von Abwasser und Abfall, einzuholen. Die Flächen und Einrichtungen sind für die Dauer der Maßnahme eindeutig zu kennzeichnen und nach ihrem Zweck zu bezeichnen.

### **3.2.1 Bereitstellungslager für Abfälle und Boden**

Lagerflächen für Abfälle und Materialien sind i.d.R. außerhalb des aktuellen Sicherheitsbereiches einzurichten. Lassen die Gelände- verhältnisse eine Lagerung außerhalb der Räumstelle nicht zu oder ist dies unwirtschaftlich, können die Bereitstellungslager auch innerhalb der Flächen mit besonderen Sicherheitsanforderungen angelegt werden. Es ist jedoch durch organisatorische oder technische Maßnahmen sicherzustellen, dass beteiligte Dritte gefahrlos diese Bereiche erreichen und sich dort bewegen können. Die Flächen und Einrichtungen sind für die Dauer der Maßnahme eindeutig zu kennzeichnen und nach ihrem Zweck zu benennen.

## **A-9.1.11 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator**

### **1 Geltungsbereich**

Diese Technische Spezifikation definiert die über die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen „Geeigneter Koordinator (Konkretisierung zu § 3 BaustellV)“ (RAB 30) hinausgehenden fachlichen Anforderungen an Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinatoren für Kampfmittelräummaßnahmen.

### **2 Qualifikationen bei der Durchführung von Kampfmittelräumungen**

Geeigneter Koordinator im Sinne der **BaustellV** ist, wer über ausreichende und einschlägige baufachliche sowie einschlägige fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der Kampfmittelräumung, berufliche Erfahrung in der Planung und/oder der Ausführung von Bauvorhaben sowie KMR-Vorhaben verfügt, um die in **§ 3 Absatz 2 und 3 BaustellV** genannten Aufgaben fachgerecht erledigen zu können.

#### **2.1 Fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der KMR**

- funktionelle, technische und organisatorische Planung von KMR- Vorhaben,
- Aufbau und Wirkungsweise von Munition,
- Umgang mit Kampfmitteln,
- Umgang mit Explosivstoffen,
- Anwendung zweckmäßiger Räumverfahren,
- Einsatz von Baugeräten in der KMR.

#### **2.2 Spezielle arbeitsschutzfachliche Kenntnisse**

- Ermittlung und Beurteilung von Gefährdungen durch Kampfmittel auf Räumstellen und bei späteren Arbeiten auf den beräumten Flächen,
- Koordination und Organisation des Arbeitsschutzes auf Räumstellen.

#### **2.3 Spezielle Koordinatorenkenntnisse**

- Ausarbeitung von Sicherheits- und Gesundheitsschutzplänen für entsprechende KMR-Vorhaben.

## 2.4 Berufserfahrung

Der Koordinator muss mindestens 2 Jahre Berufserfahrung in Planung und/oder Ausführung von Kampfmittelräummaßnahmen haben.

## 3 Nachweis der Kenntnisse und Erfahrungen

Der Befähigungsschein nach § 20 SprengG ist nachzuweisen. Grundlage hierfür sind Ausbildungen / Lehrgänge bei den staatlich anerkannten Ausbildungseinrichtungen, bei der Bundeswehr oder vergleichbaren Einrichtungen / Behörden.

Arbeitsschutzfachliche Kenntnisse sowie die speziellen Koordinatorenkenntnisse können in der Regel entweder im Rahmen der beruflichen Ausbildung, durch Fort- oder Weiterbildung oder durch entsprechende berufliche Erfahrungen erworben sein.

Erforderlich ist der Nachweis umfassender Kenntnisse und Erfahrungen in der Anwendung der Arbeitsschutzvorschriften auf entsprechenden Räumstellen oder die Qualifikation als Fachkraft für Arbeitssicherheit.

Die erforderlichen Kenntnisse und Erfahrungen gelten als belegt, wenn sie durch Zeugnisse, Bescheinigungen oder Referenzen nachgewiesen werden.

### A-9.1.12 Muster SiGe-Plan

Das Muster zum „Sicherheits- und Gesundheitsschutz (SiGe) - Plan zur Durchführung von Kampfmittelräummaßnahmen“ A-9.1.12 steht Ihnen als WORD-Datei und die Anlagen als PDF-Dateien im Download-Bereich zur Verfügung.

Die Muster / Formulare können mit entsprechenden Programmen (z.B. Adobe Acrobat) bearbeitet werden.





## A-9.2 Phase A

### A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige

#### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die fachspezifischen Anforderungen an freiberuflich Tätige (fbT) in der Phase A, in der in der Regel eine Historisch-genetische Rekonstruktion Kampfmittelbelastung (HgR-KM) erstellt wird.

Die fachliche Eignung für die Erbringung von Ingenieur- bzw. Planungsleistungen zur Kampfmittelräumung ist aufgrund der Fachkunde, Leistungsfähigkeit, Erfahrung und Zuverlässigkeit im Sinne § 13 VOF zu beurteilen.

#### 2 Allgemeine Kenntnisse

##### 2.1 Fachtechnisch

Die Ingenieurleistungen im Bereich der Kampfmittelräumung (KMR) erfordern natur- und ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Erfahrungen:

- fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der KMR,
  - funktionelle, technische und organisatorische Planung von KMR-Vorhaben,
  - Aufbau-, Funktions- und Wirkungsweise von Munition,
- Grundkenntnisse im Arbeitsschutz,
- Grundkenntnisse in Datenaufnahme, Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung,
- Grundkenntnisse der diversen Detektionsverfahren,
- Kenntnisse der grundlegenden fachlichen Regelwerke.

##### 2.2 Rechtlich

Grundkenntnisse der einschlägigen Rechtsvorschriften, insbesondere

- SprengG und der untergesetzlichen Regelungen,
- Chemikaliengesetz,
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung,
- Bundes-Immissionsschutzrecht,
- Arbeitsschutzgesetz,
- Wasserhaushaltsgesetz,
- Gefahrstoffverordnung,
- GGVS(E) Gefahrgutverordnung Straße,

- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- Kampfmittelverordnungen der Länder,
- Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Landesabfallgesetze,
- Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Unfallverhütungsvorschriften / Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
- Vertragsrecht (BGB, VOB, VOL, VOF, HOAI),
- Kenntnisse über Aufbau und Zuständigkeiten der öffentlichen Verwaltung.

### 3 Besondere fachliche Kenntnisse

Das Erstellen einer HgR-KM stellt besondere fachliche Anforderungen an den / die Bearbeiter. Zu folgenden Themenpunkten sind vertiefte Fachkenntnisse erforderlich:

#### 3.1 Geschichtliche, baufachliche und verfahrenstechnische Kenntnisse

- Allgemeine historische Kenntnisse (insbesondere Geschichte der beiden Weltkriege),
- Militärische Handlungsabläufe seit ca. 1910 (in Einzelfällen auch früher) bis heute,
- Bau- und Nutzungsstruktur verschiedenster militärischer Standorte / Liegenschaften,
- Zeitliche Entwicklung der Militärtechnik und daraus resultierende Anforderungen an die genutzten Liegenschaften,
- Aufbereiten und Beurteilen von z.T. kodierten militärischen Berichten,
- Durchführung von Geländeabgleichen mit GPS-Einsatz.

#### 3.2 Auswertung und Interpretation von Archivalien

- Erfahrungen im Umgang mit archivarischen Quellen (z.B. Provenienzprinzip),
- Herstellen von Analogieschlüssen,
- Bewerten der Quellen (Sicherheit der Aussage),
- Exaktes Zitieren (z.B. nachvollziehbares Unterscheiden von historischen Fakten und subjektiven Interpretationen),

- Gute Englischkenntnisse (Fachterminologie), bedarfsweise auch Kenntnisse weiterer Fremdsprachen,
- Erfahrungen in der Interpretation und Bewertung der Verursachungsszenarien für Kampfmittelbelastungen.

### 3.3 Auswertung und Interpretation von Luftbildern

- Arbeit mit analogen Interpretationsgeräten (Spiegelstereoskop mit Auf-, Durchlicht, Zoomfunktion, Diskussionsstabus),
- Fundiertes Wissen über Methoden und Verfahren der analytischen Photogrammetrie zur Orientierung von Luftbildern oder der digitalen Photogrammetrie zur Orientierung von Luftbildern und Herstellung von digitalen Orthofotos (technische Möglichkeiten, Beurteilung von Abweichungen und möglichen Fehlern etc.),
- Strategien zur photogrammetrischen Verarbeitung historischer Luftbilder, deren Beschaffenheit nicht der moderner Messbildflüge entspricht (fehlende Informationen über Luftbildkameras, Orientierung von Luftbildern ohne Geländepasspunkte, Optimierung schlechter Bildqualitäten etc.),
- Erfahrungen in der Anwendung analytischer oder digitaler Systeme zur Stereoluftbildauswertung,
- Inhaltliches, systematisches Auswerten von Luftbildern (insbesondere auch militärhistorischer Bau-, Infra- und Nutzungsstruktur etc. in Bezug auf mögliche Kampfmittelbelastungen bzw. Kriegseinwirkungen),
- Digitale Kartierung und Anwendung von Geoinformationssystemen zur Erfassung, Aufbereitung, Analyse und Visualisierung raumbezogener Daten (Geodaten),
- Erfahrungen in der topographischen und thematischen Kartografie.

### 3.4 Bewertung

- Interpretation der Ergebnisse und Darstellung in nachvollziehbarer Berichtsform,
- Flächenhafte Ausweisung von Bereichen gleicher (vermuteter) Gefährdungsklassen sowie Flächenkategorien inkl. Kartierung.

## 4 Nachweise

Die Nachweise zu den Anforderungen sind durch den Bieter im Vergabeverfahren beizubringen.

#### 4.1 Personelle Anforderungen

Zur Eignung muss der fbT zu seiner beruflichen Bildung, fachspezifischen Ausbildung und praktischen Erfahrung folgende Nachweise führen

- Abgeschlossenes Studium mit naturwissenschaftlich-technischer Ausrichtung an einer Universität oder Fachhochschule oder eine gleichwertige Qualifikation.
- Eine mindestens 3-jährige praktische Tätigkeit im Bereich Kampfmittelräumung.

Soweit der fbT auch Begehungen auf kampfmittelverdächtigen Flächen durchführen soll, ist im Einzelfall zu entscheiden, ob er im Besitz eines gültigen Befähigungsscheins gem. § 20 SprengG sein muss bzw. ob er von einem entsprechenden Befähigungsscheininhaber begleitet werden muss.

Folgende besondere fachliche Kenntnisse sind nachzuweisen:

- Referenzliste über die in den letzten 3 Jahren durchgeführten Projekte, in denen der fbT maßgebliche Entscheidungen zu treffen hatte,
- Beschreibung von ausgewählten Projekten, mit denen der Nachweis der gestellten Anforderungen nachvollziehbar belegt werden kann,
- Ausbildung / beruflicher Werdegang der / des verantwortlichen Projektbearbeiter(s),
- ggf. Veröffentlichungsliste,
- ggf. Arbeitsproben.

#### 4.2 Technische Ausstattung

Der fbT muss über die erforderliche Geräteausstattung zur Bearbeitung der jeweils beauftragten Leistungen der Phase A verfügen. Dies sind z.B.:

- Technische Ausstattung zur computergestützten Bearbeitung von Karten und Plänen,
- Technische Ausstattung zur Luftbilddauswertung gemäß den Anforderungen der Anhänge 9.2.3 bis 9.2.6,
- Geräte zur geodätischen Vermessung im Gelände (mechanisch und / oder per GPS).

#### 4.3 Organisatorische Anforderungen

Es ist ein die fachlichen Anforderungen der AH KMR erfüllendes Qualitätsmanagementsystem zu führen und nachzuweisen.

Der Zugriff auf relevante Fachliteratur muss gegeben sein.

## **A-9.2.2 Recherche von Archivalien und Luftbildern**

### **1 Geltungsbereich**

Mit dieser Technischen Spezifikation werden Anforderungen an die Recherche, Beschaffung und Bereitstellung von Archivalien und Luftbildern definiert. Diese Arbeiten sind Teil der Phase A der Kampfmittelräumung.

### **2 Anforderungen**

#### **2.1 Anforderungen an das Personal**

Die Anforderungen an das Personal sind in der TS A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige definiert. Die dort in den Abschnitten 3.3 und 3.4 beschriebenen Anforderungen gelten nicht im Rahmen dieser TS.

#### **2.2 Gerätetechnische Anforderungen**

Für die Vorbereitung und Durchführung von Recherchen sind vorzuhalten:

- Notebook,
- Bürosoftware (Text- und Tabellenverarbeitung, ggf. Präsentationssoftware,)
- Digitalkamera mit mind. 5 Mio. Pixel.

### 3 Grundlagenermittlung

Die Grundlagenermittlung umfasst folgende Arbeiten:

- Inhaltliche, thematische und terminliche Prüfung der vom Auftraggeber formulierten Aufgabenstellung,
- Abfrage der Archivaliendatenbank des Bundes bei der OFD Hannover (s. Anhang A-2.2),
- Recherche und Beschaffung der bei den Eigentümern eines Grundstücks, der zugehörigen Liegenschaftsverwaltung und bei Liegenschaftsnutzern vorhandenen Informationen,
- Recherche und Beschaffung sekundärer Quellen (z.B. veröffentlichte Literatur, nicht veröffentlichte Literatur aus lokalen Archiven und Dienststellen, Internetrecherche),
- Recherche und Beschaffung von Luftbildern (gem. Anhang A-2.2),
- Sichtung der recherchierten Archivalien in Hinblick auf die Fragestellung und unter Betrachtung der Verursachungsszenarien (s. Anhang A-2.1.4),
- Erarbeitung der Recherchestrategie durch Klärung der Frage: in welchen Archiven und deren Beständen können gemäß den fachtechnischen Anforderungen die notwendigen Informationen wirtschaftlich beschafft werden hinsichtlich
  - der Wahrscheinlichkeit des Auffindens,
  - des schnellen Zugriffs (Wartezeiten, Benutzungszeiten),
  - der zeitnahen Bereitstellung (Zeiten bis zur Bereitstellung von Reproduktionen),
  - erforderlicher Nebenkosten (Reproduktions-, Reisekosten).
- Erstellen eines Berichtes zur Grundlagenermittlung einschließlich Übergabe der beschafften Dokumente etc.,
- Ggf. Präsentation und Erläuterung der Arbeiten, Ergebnisse und Empfehlungen beim Auftraggeber.

Die Grundlagenermittlung erfolgt in vielen Fällen vor Ort, um zeitgleich Wissensträger befragen zu können.

## 4 Archivrecherchen

Die Archivrecherchen beruhen auf der Recherchestrategie der Grundlagenermittlung. Sie umfassen folgende Arbeitsschritte:

- Organisatorische Planung der Archivrecherchen unter Berücksichtigung notwendiger Vorbereitungs-, Durchführungs- und Lieferzeiten in Hinblick auf den festgelegten Fertigstellungstermin der Archivrecherchen,
- Durchführung der eigentlichen Archivrecherchen nebst Recherchedokumentation (Erfassungsblatt, siehe Kap. 7) und dem kontinuierlichen Abgleich der neu gewonnenen Erkenntnisse mit der Aufgabenstellung,
- Anpassung der ursprünglichen Recherchestrategie nach jeder erfolgten Recherche,
- Erstellen eines Rechercheberichtes und Übergabe der Recherchedokumentation und der recherchierten Archivalien und Luftbilder.

## 5 Dokumentationen

### 5.1 Allgemeines

Die Dokumentation von Archivrecherchen richtet sich hinsichtlich der Inhalte und des Umfangs nach dem konkreten Einzelfall: in der Regel sind die Grundlagenermittlung, jeder einzelnen Archivrecherche und die Gesamtrecherche zu dokumentieren.

Die Berichte sind übersichtlich zu gliedern. Alle Arbeiten, Auswertungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen sind nachvollziehbar und detailliert zu beschreiben und bedarfsweise um Anhänge (z.B. wesentliche Quellen) zu ergänzen.

Die Deckblätter der Berichte enthalten folgende Angaben:

- Titel,
- Name der Liegenschaft,
- Liegenschaftsnummer,
- Auftraggeber (ggf. Projektmanager),
- Auftragnehmer,
- Auftrag vom: Datum,
- Anzahl der Seiten,
- Anzahl der Abbildungen,
- Anzahl der Anlagen,
- Anzahl der Tabellen,
- Berichtsverfasser: Name(n),
- Datum der Fertigstellung,
- Nummer des Exemplars (01 - 08).

## 5.2 Grundlagenermittlung

Der Bericht zur Grundlagenermittlung enthält folgende Mindestinhalte, die bedarfsweise zu ergänzen sind:

- Darstellung der endgültigen, mit dem AG abgestimmten Aufgabenstellung,
- Durchgeführte Arbeiten zur Grundlagenermittlung mit Darstellung
  - der Gründe für die Auswahl der abgefragten Quellen (z.B. Dienststellen, Personen, Archive, Internetseiten),
  - der quantitativen und inhaltlichen Ergebnisse der Abfrage der Archivaliendatenbank des Bundes,
  - der inhaltlichen Ergebnisse der abgefragten Quellen einschließlich der Darstellung sich daraus ergebender möglicher weiterer Recherchewege,
  - der quantitativen und inhaltlichen Ergebnisse der Luftbildrecherche bzw. -beschaffung,
- Abgleich der gewonnenen Erkenntnisse mit dem ursprünglichen Kenntnisstand bzw. der originären Fragestellung,
- Formulierung der verbleibenden offenen Fragen und Aspekte für nachfolgende Archivrecherchen,
- Empfehlungen für weitere Maßnahmen,
- Quellenverzeichnis,
- Recherchierte Quellen als Reproduktionen.

## 5.3 Recherchedokumentation

Die Recherchedokumentation erfolgt für jede Archivrecherche gesondert. Sie enthält folgende Mindestinhalte, die bedarfsweise zu ergänzen sind:

- Aufgabenstellung,
- Durchführung und Ergebnisse von Voranfragen an Archive,
- Organisatorische Beschreibung von Recherchen (Archive, Orte, Zeiten etc.),
- Ergebnisse aus Abstimmungen mit Archivaren,
- Beschreibung der bearbeiteten Bestände (nach Provenienz und Inhalt) und deren Relevanz für die Fragestellung und der verfügbaren und bearbeiteten Findmittel,
- Dokumentation der Auswahlkriterien für die bearbeiteten Bestandsgruppen bzw. Archivalien,



- Dokumentation und Begründung für den Fall, dass nach der Bestandsbeschreibung diese oder Teile davon relevant sein sollten, bei näherer Prüfung jedoch als nicht relevant eingestuft wurden,
- Dokumentation der bearbeiteten Archivalien hinsichtlich der Aufgabenstellung, wesentlichen Ergebnissen und möglichen Hinweisen auf weitere Quellen nebst Erfassung im Erfassungsblatt und Angaben zu beschafften Reproduktionen,
- Zusammenfassende Bewertung jeder Archivrecherche,
- Empfehlungen,
- Anlage: recherchierte Archivalien, die auf jedem Blatt die eindeutige Signatur des Archivs tragen.

#### 5.4 Recherchebericht

Der Recherchebericht fasst alle einzelnen Recherchen zusammen. Er baut damit auf den einzelnen Recherchedokumentationen auf. Der Recherchebericht bildet mit den anhängenden einzelnen Recherchedokumentationen und den reproduzierten Archivalien in Zusammenhang mit der Luftbilddauswertung die Grundlage für die historisch-genetische Rekonstruktion.

Der Recherchebericht enthält folgende Mindestinhalte, die bedarfsweise zu ergänzen sind:

- Aufgabenstellung,
- Zusammenfassung der erfolgten Recherchen für z.B.
  - Archivrecherche,
  - Internet und sonstige Quellenrecherchen,
  - Zeitzeugenbefragungen,jeweils mit den Themenblöcken
  - Organisatorische Aspekte,
  - Zusammenfassung der bearbeiteten Bestände,
  - Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse mit Verweis auf die relevanten Archivalien,
- Zusammenfassende Beantwortung der beauftragten Fragestellung,
- Nennung unbeantwortet gebliebener Fragen,
- Empfehlungen,
- Anlagen
  - Dokumentation der Einzelrecherchen nebst reproduzierter Archivalien.

## 6 Qualitätskontrolle

Der Auftraggeber kontrolliert die Plausibilität der Recherchestrategie der durchgeführten Recherchen anhand der vorgelegten Archivalien und bedarfsweise durch Rücksprache mit den zuständigen Archivaren.

## A-9.2.3 Digitalisierung analoger Luftbilder

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die fachspezifischen Anforderungen für die Digitalisierung von analogen Luftbildern zum Zweck der Auswertung im Rahmen einer HgR-KM. Sie bezieht sich auf Luftbilder, die bis Ende der 1950er Jahre produziert wurden und vorrangig aus Quellen alliierter Streitkräfte des 2. Weltkrieges stammen.

Soweit die Verarbeitung neuerer Bildflüge, d.h. aus den 1960er Jahren oder später, erforderlich ist, sind allgemein gültige Regelwerke zur Herstellung von Luftbildscans anzuwenden (z.B. DIN 18740 – Fotogrammetrische Produkte). Ein gravierender Unterschied dieser Normen gegenüber der vorliegenden TS besteht in der Forderung nach dem Einsatz photogrammetrischer Spezialscanner, die der geometrischen Güte neuerer Luftbilder gerecht werden.

### 2 Handhabung des Bildmaterials

Die Handhabung und Lagerung der Luftbilder muss die Gefahr der Beschädigung oder eines unwiederbringlichen Verlustes ausschließen. Folgende Maßnahmen sind einzuhalten:

- Lagerung bei normaler Raumfeuchte und -temperatur,
- Schutz vor Tageslicht, insbesondere Sonneneinstrahlung,
- Aufbewahrung in geeigneten Behältnissen (Luftbildschränke, Kartons, lichtdichte Hüllen),
- Vermeidung mechanischer Beanspruchung (Ablage von Gegenständen, Knicke, Risse etc.),
- Handhabung ausschließlich mit Stoffhandschuhen.

### 3 Anforderungen an den Scanner

Für die Herstellung von Luftbildscans sind hochwertige Flachbett-Scanner zu verwenden. Die Geräte müssen folgenden technischen Anforderungen genügen:

- Vorlagen: Aufsicht / Durchsicht (Papier/Dia),
- Scanfläche: min. 23x23 cm (i.d.R. DIN A3),
- Optische Auflösung: > 2000dpi ( X- und Y-Abtastung),
- Farbtiefe: min. 12 Bit Graustufen / 36 Bit Color,
- Kalibrierung: Software und Vorlagen für die radiometrische Kalibrierung,
- Dichteumfang: min. 3D für Graustufen- und Farbvorlagen.

Hinweis: Die Dichte ist eine einheitenlose Größe für die „Helligkeit“ eines messbaren Tonwertes (Farbwert) in einem Originalbild. Der Dichteumfang ist die Differenz zwischen der maximalen und minimalen Dichte, also des dunkelsten und hellsten Punktes einer Vorlage. Je größer der Dichteumfang eines Scanners ist, desto mehr sichtbare Details kann dieser, insbesondere in den Schattenbereichen, erfassen. Der Dichteumfang ist somit ein wichtiges Qualitätsmerkmal im Zusammenhang mit der Digitalisierung von Luftbildern.

Der Nachweis darüber, ob die technischen Anforderungen erfüllt werden, muss mittels Datenblatt des Herstellers erbracht werden. Das Datenblatt ist Bestandteil der Scandokumentation (siehe Leistungsbeschreibung A-7.2.3 „Luftbildorientierung“).

### 4 Anforderungen an das gescannte Luftbild

#### 4.1 Allgemeine Anforderungen

Im gescannten Luftbild müssen sämtliche Rahmenmarken und Nebenabbildungen des Originals enthalten sein. Die Verkantung des analogen Luftbildes gegenüber dem Koordinatensystem des Scanners ist zu vermeiden. Beim Scanvorgang ist darauf zu achten, dass sämtliche Bilder eines Bildfluges mit einheitlicher Ausrichtung gescannt werden (z.B. Nebenabbildung immer links).

#### 4.2 Radiometrische Kriterien

Die Farbtiefe des gescannten Luftbildes ist unter Beachtung des Verwendungszweckes festzulegen und muss bei S/W-Bildern mindestens 8 Bit und bei Farbbildern mindestens 8 Bit je Farbkanal betragen.

Das Histogramm des Bildbereichs darf keine Lücken aufweisen und muss den vollen Grauwertbereich umfassen. Es ist auf einen ausgewogenen Histogrammverlauf zu achten, so dass die im analogen Luftbild enthaltenen und für die Anwendungen erforderlichen Informationen vollständig wiedergegeben werden.

Die optimale Graustufenverteilung ist während des Scanvorgangs zu bestimmen. Eine nachträgliche Veränderung des Histogramms der Bilddatei führt zwangsläufig zu einem Informationsverlust. Bei größeren Projekten (> 30 Bilder) ist die Erstellung von Testscans empfehlenswert, welche mit dem analogen Original hinsichtlich der Auswertbarkeit verglichen werden müssen.

#### 4.3 Scanauflösung

Die Luftbildscans sind mit einer physikalischen Auflösung von 1200 DPI durchzuführen. Für Luftbilder aus Nachkriegsbefliegungen zwischen 1946 und Ende der 1950er Jahre ist im Einzelfall zu prüfen, ob mit einer höheren Scandichte zusätzliche Informationen aus den analogen Bildern gewonnen werden können.

#### 4.4 Datenformate

Für die Speicherung der Daten sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Verwendung von systemunabhängigen Formaten (TIFF, weitere nach Absprache),
- Keine Datenkomprimierung,
- Keine Bildpyramiden (Speicherung der Bilder in Ebenen abnehmender Auflösung zwecks Beschleunigung der Bildanzeige),
- Keine räumliche Bildunterteilung (Tiling - Bildung von Bilddateien mit segmentierter Bildmatrix zwecks Beschleunigung der Bildanzeige oder -bearbeitung),
- Die Dateien der Scans sind entsprechend ihrer Flugnummer und Bildnummer zu benennen. Beispiel:  
Flug US178, Bild 4501 => US178\_4501.tif.

### 5 Dokumentation und Prüfung von Scans

#### 5.1 Dokumentation

Die Herstellung von Luftbildscans im Sinne dieser technischen Spezifikation ist gem. Formblatt A „Dokumentation Luftbild-Scan durch Auftragnehmer (DTP-Scanner)“ dieser TS zu dokumentieren.

## 5.2 Prüfung

Die Prüfung der Scans seitens des Auftraggebers ist insbesondere bei größeren Stückzahlen empfehlenswert. Die Prüfung kann ggf. durch freiberuflich Tätige oder unabhängige Dritte erfolgen. Die Prüfung erfolgt unter Anwendung des Formblatts B „Prüfbericht Luftbild-Scan“ dieser TS.

**Das Formblatt A „Dokumentation Luftbild-Scan durch Auftragnehmer (DTP-Scanner)“ und Formblatt B „Prüfbericht Luftbild-Scan“ zu A-9.2.3 stehen Ihnen als EXCEL-Dateien im Download-Bereich zur Verfügung.**

## **A-9.2.4 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung**

### **1 Geltungsbereich**

Diese TS definiert die fachspezifischen Anforderungen für Maßnahmen, bei denen historische Luftbilder im Rahmen einer Kampfmittelerkundung und -räumung ausgewertet werden sollen und eine präzise Positionierung der Auswertungsergebnisse im Untersuchungsgelände geboten ist. Unter dem Begriff „historische Luftbilder“ sind in diesem Zusammenhang senkrecht aufgenommene Kriegluftebilder aus Befliegungen meistens alliierter Luftstreitkräfte sowie Luftbilder aus der Nachkriegszeit bis Ende der 1950er Jahre zu verstehen. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal der hier gestellten Anforderungen gegenüber nicht genau spezifizierten Luftbildauswertungen ist der qualitative Anspruch einer luftbildgestützten Vermessung.

Sofern die folgenden Spezifikationen für photogrammetrische Verfahren aufgrund der Eigenschaften des Bildmaterials nicht angewendet werden können, müssen andere Lösungen zur näherungsweise Verortung luftbildsichtiger Informationen in Betracht gezogen werden. Diese werden in Kapitel 3.2.4 benannt.

### **2 Technische Auswahlkriterien und beschreibende Informationen historischer Luftbilder**

#### **2.1 Luftbildabdeckung**

- Für das Untersuchungsgebiet ist grundsätzlich, soweit verfügbar, eine vollständig stereoskopische Luftbildabdeckung vorzusehen.
- Ist von den primär ausgewählten Luftbildern keine stereoskopische Abdeckung zu erwarten, ist der zusätzliche Erwerb vergleichbarer Luftbildzeitschnitte (Datum, Maßstab und Qualität sind ähnlich) in Betracht zu ziehen. Die Feststellung der Überdeckung von Luftbildern kann auf Grundlage der Bildmittenpunkte unter Berücksichtigung des Bildmaßstabes erfolgen. Die Bildmitten können i.d.R. von der bildliefernden Stelle angefordert werden. Eine Kosten-/Nutzenbetrachtung hinsichtlich des zu erwartenden Informationszuwachses aus stereoskopischen Bildern ist anzustellen.
- Soweit das Bildmaterial mangels Überdeckung keine Berechnung von Stereoluftebildmodellen zulässt, können die Orientierung und Auswertung von Einzelbildern in Betracht gezogen werden.

## 2.2 Fotografische Eigenschaften

- Wird die Auswertung diffiziler Themen (z.B. Bombenblindgängerverdachtspunkte) durch eine vermutlich reproduktionstechnisch bedingte mindere Bildqualität erschwert oder unmöglich, ist eine erneute Beschaffung des Bildmaterials aus primären Quellen (z.B. englische Bildarchive) zu prüfen bzw. durchzuführen (vgl. A-2.1.4.2, Pkt. 3 Quellenlage).

## 2.3 Beschreibende Informationen

Für die weitere Nutzung der Luftbilder sind beschreibende Informationen zwingend erforderlich. Diese müssen von dem liefernden Bildarchiv im Zuge der Bildbeschaffung angefordert werden. Im Einzelnen sind folgende Parameter von Bedeutung:

- Flugnummer,
- Flugdatum (wenn verfügbar, mit Uhrzeit),
- Bildnummer,
- Flughöhe,
- Mittlerer Bildmaßstab,
- Brennweite der Luftbildkamera.

Die Bildreproduktionen müssen alle fotografischen Nebenabbildungen, die i.d.R. die zuvor genannten Parameter umfassen, einschließen.

## 3 Technische Verfahren zur Orientierung und Stereoauswertung historischer Luftbilder

Für die Orientierung und Auswertung von Luftbildern im Sinne dieser TS sind folgende Kategorien photogrammetrischer Verfahren zulässig:

- **Analytische Photogrammetrie:** Auswertung analoger Bilder mit rechnergestützten optisch-mechanischen Geräten,
- **Digitale Photogrammetrie:** Auswertung digitaler Bilder mit digitalen photogrammetrischen Systemen.

Aufgrund der vorherrschenden Verbreitung vollständig digitaler Verfahren werden ausschließlich diese beschrieben. Die Anforderungen an die Ergebnisse analytischer und digitaler Verfahren sind identisch.

Für Luftbilder aus zivilen Bildflügen der 1950er Jahre lassen sich diese Verfahren i.d.R. ohne Einschränkungen anwenden. Für Kriegsluftbilder hingegen ist fallbezogen zu prüfen, ob die Beschaffenheit des Bildmaterials den Einsatz photogrammetrischer Verfahren zulässt. Die Feststellung der Eignung muss durch Sachkundige erfolgen.



### 3.1 Spezifikationen digitaler Stereosysteme

Für die Orientierung und Auswertung von digitalen Luftbildern mit Stereoüberdeckung muss die verwendete Hard- und Software folgende allgemeinen technischen Voraussetzungen erfüllen:

#### Software:

- Verbesserung der Bildqualität.
- Rekonstruktion eines dreidimensionalen Raummodells für Überdeckungsbereiche von senkrecht aufgenommenen Stereoluftbildpaaren, dessen Abbildungsgeometrie die realen Lage- und Höhenverhältnisse unverzerrt und fehlerfrei wiedergibt. Dadurch können Geländeelemente eingemessen und im Weiteren auch Flächenausdehnungen bzw. Volumina abgeleitet werden.
- Erfassung von Geometrie- und Sachdaten auf Grundlage der stereoskopischen Betrachtung der Luftbilder an einem Bildschirm. Dies bedeutet, dass die Betrachtung des Stereoluftbildpaares an einem Bildschirm gleichzeitig die Erfassung von Geodaten des Bildpaares ermöglichen muss.

#### Hardware:

- Workstation mit stereofähiger Grafikkarte,
- Hochauflösender Monitor 20" – 21" mit Bildwiederholfrequenz von mindestens 120 Hz,
- Passives oder aktives Shattersystem zur Stereobetrachtung der digitalen Bilder am Bildschirm,
- Einrichtung zur Synchronisation von Grafikkarte, Bildschirm und Shattersystem.

### 3.2 Die Prozesskette der digitalen Photogrammetrie

Folgende Standard-Arbeitsschritte der Bildauswertung sind anzuwenden:

- Die innere Orientierung der Luftbilder, d.h. die Übernahme oder Rekonstruktion von kameraspezifischen Größen zur Bestimmung des Projektionszentrums bezogen auf die Bildebene eines Luftbildes (nicht für alle Verfahren erforderlich),
- Die äußere Orientierung der Luftbilder, d.h. die Bestimmung der Lage und Position der Kamera während der Aufnahme bezogen auf das fotografierte Gelände selbst (siehe Kap. 3.2.4 – Orientierungsverfahren),
- Temporäre Korrektur und Optimierung der Bildhelligkeit und des Bildkontrastes,
- Stereo-Kartierung, d.h. Interpretation und Erfassung von Objekten auf Grundlage des entzerrten, in einheitlichem Maßstab und korrekter koordinatengetreuer Raumlage rekonstruierten Bildmodells,
- Weiterverarbeitung der erfassten Daten – gegebenenfalls nach Übertragung in eine andere Softwareumgebung (z.B. GIS) – zu Karten, die alle kampfmittelrelevanten Informationen auf Grundlage der aktuellen Topographie wiedergeben.

#### 3.2.1 Besonderheiten für historische Luftbilder

- Für die Berechnung digitaler Stereomodelle sind i.d.R. Kenntnisse der inneren Orientierung des Aufnahmesensors erforderlich. Für historische Luftbilder im Sinne dieser TS liegen solche Informationen grundsätzlich nicht vor. Die Parameter der inneren Orientierung müssen deshalb mit geeigneten Methoden näherungsweise bestimmt werden. In wenigen Fällen kann die innere Orientierung nicht hergestellt werden, weil die Rahmenmarken der Luftbilder nicht oder nur teilweise abgebildet sind. Hier ist die Orientierung von Stereoluftbildpaaren mit geeigneten Verfahren allein über Bodenpasspunkte herzustellen.

- Ungeeignete Reproduktionsverfahren (z.B. Abfotografieren oder Verwendung von Scannern mit mangelhafter Geometrie) können zu einer geometrischen Veränderung des Bildes führen. Dies kann bewirken, dass dieses Bildmaterial nicht mittels der zuvor beschriebenen photogrammetrischen Verfahren zu orientieren ist. Wenn die Methoden der digitalen Photogrammetrie trotz Fehleranalyse hinsichtlich der Lagegenauigkeit zu keinem akzeptablen Ergebnis führen, muss ein anderes Verfahren zur Orientierung der Bilder gewählt werden (siehe 3.2.4 Anwendung bedingt geeigneter Methoden). Die Möglichkeit der direkten Erfassung von Geometrien auf Grundlage eines digitalen Stereopaars entfällt dadurch. Die Interpretation des Luftbildes erfolgt dann in einem relativen Stereopaar, die digitale Erfassung der Bildinformationen wird durch die Eintragung der Daten in einem GIS auf Basis des digitalen, georeferenzierten Einzelbildes bewerkstelligt. Dies ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.
- Wenn im direkten Vergleich zwischen historischen Luftbildern und aktuellen Grundlagen zur Georeferenzierung keine Bodenpasspunkte zu lokalisieren sind, ist ggf. ein weiterer Luftbildzeitschnitt zu orientieren, der Bodenpasspunkte des historischen und aktuellen Zeitschnittes umfasst (i.d.R. Bilder aus den 1960er Jahren).

### 3.2.2 Georeferenzierungsgrundlage

Als Grundlage für die Georeferenzierung des gesamten Luftbildbestandes sind digitale Orthofotos der aktuellsten Befliegung (DOP5, Bodenauflösungen > 0,5 m) sowie ein digitales Höhenmodell mit einer maximalen Rasterweite von 25 m der Landesvermessung zu nutzen. Ausnahmen sind nur im begründeten Einzelfall zulässig (z.B. Orthofotos/-pläne der Bundeswehr).

Die geodätische Grundlage der Georeferenzierung richtet sich nach den Parametern der Referenzierungsgrundlagen. Eine spätere Transformation in andere Raumbezugssysteme ist möglich.

Die äußere Orientierung der Luftbilder erfolgt auf Grundlage einer Interpretation von topographischen oder baulichen Merkmalen (Passpunkte), welche sich zwischen den zu bearbeitenden und dem aktuellen Zeitschnitt nicht verändert haben. Die Koordinaten solcher Punkte werden von den aktuellen DOPs (X- und Y-Werte) und den korrespondierenden Höhenwerten des digitalen Höhenmodells (Z-Wert) abgegriffen. Abweichungen zwischen dem historischen und aktuellen Geländemodell sind für die vorliegende Aufgabenstellung zu vernachlässigen. Die Passpunktbestimmung ist mit größter Sorgfalt durchzuführen und durch die Prüfung der Berechnungen zur Georeferenzierung für jeden Passpunkt (RMS-Fehler oder Residuen) zu verifizieren, um Fehlinterpretationen auszuschließen.

### 3.2.3 Eignung photogrammetrischer Orientierungsverfahren

Für Aufgabenstellungen im Geltungsbereich dieser TS sind zunächst alle Methoden auszuschließen, welche fachlich nicht oder nur bedingt für die Georeferenzierung von Luftbildern geeignet sind. Dazu zählen allgemein betrachtet alle Methoden, welche nicht in der Lage sind, zentralperspektivische Verzerrungen oder höhenbedingte Maßstabsänderungen/Lageabweichungen eines Luftbildes zu korrigieren. Im Folgenden werden geeignete Methoden für die Orientierung von Kriegsluftbildern in gewichteter Reihenfolge gelistet:

- Aerotriangulation mit Bündelblockausgleich,
- Räumlicher Rückwärtsschnitt,
- Direkte Lineare Transformation (DLT).

Die Anwendbarkeit der Orientierungsverfahren für die eigentliche Stereoauswertung ist abhängig von den Möglichkeiten des verwendeten Stereoauswertesystems, d.h. nicht alle auf dem Markt verfügbaren Systeme sind in der Lage, mehrere Orientierungsverfahren zu unterstützen. Deshalb ist die Anwendung weiterer Methoden grundsätzlich möglich, bedarf jedoch eines Nachweises der fachlichen Eignung und Abstimmung mit dem Auftraggeber.

### 3.2.4 Anwendung bedingt geeigneter Methoden

Sofern Luftbilder deutliche geometrische, produktionsbedingte oder reproduktionsbedingte Mängel aufweisen, können photogrammetrische Orientierungsverfahren gem. Kap. 3.2.3 dieser TS möglicherweise nicht angewendet werden, da sie zu keiner adäquaten Lösung führen. In solchen Ausnahmefällen dürfen folgende, beispielhaft aufgeführte Verfahren zur Anwendung kommen:

- Projektive Transformation,
- Affine Transformation,
- Polynomtransformation.

Grundvoraussetzung bei allen Methoden ist die möglichst gleichmäßige Verteilung einer größeren Anzahl von Passpunkten (ca. 10 je Bild oder mehr) und eine sorgfältige Prüfung lokaler Abweichungen der georeferenzierten Luftbilder. Die o.g. Methoden können in der Praxis, insbesondere bei Höhenunterschieden im Gelände, zu unkontrollierten Lageabweichungen führen und sind somit nur als Notbehelf anzusehen. Die Anwendung bedingt geeigneter Verfahren ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die georeferenzierten Luftbilder können i.d.R. nicht in digitalen Stereoauswertesystemen verwendet werden. Deshalb ist es erforderlich, die Bildinterpretation an nicht georeferenzierten Stereobildpaaren vorzunehmen und die Digitalisierung der Ergebnisse durch die visuelle Übertragung der Informationen auf das näherungsweise orientierte Bild in einem GIS vorzunehmen.

### 3.2.5 Anforderungen an die Lagegenauigkeit

Die erwartete Genauigkeit der Luftbildorientierung ist aufgrund der Projektanforderungen durch den Auftraggeber zu spezifizieren. Die Lageabweichung soll drei Meter nicht überschreiten. Dies entspricht einer Genauigkeitsklasse der DGK5 bzw. des DOP5. Bei kleinmaßstäbigen Bildern (> ca. 1:15.000) oder Bildern mit geometrischen Mängeln (produktions- oder reproduktionsbedingt) kann dieser Wert evtl. nicht eingehalten werden. In solchen Fällen ist die höchstmögliche, erreichbare Lagegenauigkeit anzustreben und das Ergebnis nachvollziehbar zu begründen.

## 4 Dokumentation

Die Arbeiten der Luftbildorientierung sind zu dokumentieren. Die Dokumentation muss folgende Punkte beinhalten:

- Erfassung von Informationen gemäß Formblatt C – Dokumentation Georeferenzierung
- Tabelle der Bodenpasspunkte (für jeden Bildflug getrennt):
  - Allgemein: Koordinatensystem, Bildflug, Bildnummern
  - Speziell: Lfd. Nummer der Passpunkte, geodätische Koordinate für jeden Passpunkt
- Dokumentation über die näherungsweise Bestimmung von inneren Orientierungsparametern der Luftbildkamera (je Bildflug):
  - Anordnung der Rahmenmarken in bezug auf das Luftbild
  - Größe eines Pixels (Einheit Mikrometer)
  - Rahmenmarkenkoordinaten (Einheit Pixel)
  - Rahmenmarkenkoordinaten (Einheit mm)

Das Formblatt C „Dokumentation Luftbildorientierung“ zu A-9.2.4 steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.



## **A-9.2.5 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken**

### **1 Geltungsbereich**

Die vorliegende TS beschreibt die Anforderungen für die Herstellung von digitalen Orthofotos der gemäß A-9.2.4 „Photogrammetrie: Luftbildorientierung und Luftbildstereoauswertung“ orientierten digitalen Luftbilder. Soweit die Luftbilder mittels Verfahren orientiert wurden, die eine Ausgabe von Orthofotos einschließen (siehe A-9.2.4, Kap. 3.2.4), ist dieser Arbeitsschritt nicht mehr separat erforderlich. Diese TS ist in Bezug auf ihre Güteanforderungen in diesen Fällen trotzdem anzuwenden.

### **2 Herstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken (Orthofotoplänen)**

#### **2.1 Berechnung von Orthofotos**

Orthofotos müssen grundsätzlich unter Verwendung eines digitalen Höhenmodells berechnet werden. Die Orthofotoherstellung besteht aus folgenden zwei Arbeitsschritten:

- Differentielle Entzerrung eines Luftbildes (Orthorektifizierung) mit bekannter äußerer Orientierung unter Einsatz eines digitalen Höhenmodells (Terrain- oder Oberflächenmodell).
- Mosaikierung mehrerer einzelner Orthofotos zu größeren Orthofotos oder zu einem Orthofotomosaik.

#### **2.2 Anforderungen an Orthofotos**

##### **2.2.1 Geometrische Auflösung des digitalen Orthofotos**

Die Orthofotos sind mit einer Bodenauflösung von 25 cm zu berechnen. Abweichungen hiervon können in Abhängigkeit von Maßstab und Qualität des Bildausgangsmaterials sinnvoll sein, müssen jedoch mit dem Auftraggeber abgestimmt werden.

##### **2.2.2 Bildtiefe des digitalen Orthofotos**

Die Bildtiefe des digitalen Orthofotos muss bei Schwarzweißbildern mindestens 8 Bit und bei Farbbildern mindestens 8 Bit je Farbkanal betragen.

### 2.2.3 Radiometrische Eigenschaften

Die radiometrischen Eigenschaften eines Orthofotos müssen denen des zugrundeliegenden Luftbildscans entsprechen. Das bedeutet, dass keine nachträglichen Anpassungen der Graustufenverteilung durchzuführen sind.

### 2.2.4 Lageversatz von hohen Objekten

Zur Minimierung von radialen Lageversetzungen ist die Ableitung von Orthofotomosaiken aus Randbereichen der Luftbilder zu vermeiden.

### 2.2.5 Datenformate

Für die Speicherung der Daten sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

- Verwendung von System-unabhängigen Formaten (TIFF, weitere nach Absprache),
- Keine Datenkomprimierung,
- Keine Bildpyramiden (Speicherung der Bilder in Ebenen abnehmender Auflösung zwecks Beschleunigung der Bildanzeige),
- Keine räumliche Bildunterteilung (Tiling - Bildung von Bilddateien mit segmentierter Bildmatrix zwecks Beschleunigung der Bildanzeige oder -bearbeitung),
- Orthofotomosaiken sind, soweit sie mehrere DGK5-Blätter umfassen, nach DGK5-Blattschnitten zu kacheln.

## 2.3 Anforderungen Orthofotomosaik

Bei der Zusammensetzung mehrerer Orthofotos zu einem digitalen Orthofotomosaik sind Unterschiede in deren Helligkeit und Kontrast und gegebenenfalls Farbverschiebungen durch Histogrammanpassung oder durch gewichtete Anpassung der Grauwerte in den Überlappungsbereichen auszugleichen. In diesen Zonen auftretende Doppelabbildungen von Objekten, die im Höhenmodell nicht erfasst sind, sind durch geeignete Verfahren zu reduzieren. Für die radiometrische und geometrische Anpassung in den überlappenden Bildteilen ist eine Schnittlinie zu wählen, die obige Objekte umgeht.

## 2.4 Hinweise zur Prüfung von Orthofotos und Orthofotomosaiken durch den Auftragnehmer

Digitale Endprodukte sind rechnergestützt zu prüfen.



### 2.4.1 Geometrische Prüfung

- Überlagerung mit GIS-Daten

Die Geobasisdaten der Georeferenzierung (i.d.R. aktuelle digitale Orthofotos) sind zur Prüfung des produzierten digitalen Orthofotos mit diesem zu überlagern. Abweichungen zwischen Orthofoto und GIS-Daten dürfen bei identischen Objekten nicht größer als die im Vorfeld definierten maximal zulässigen Abweichungen der Luftbildorientierung (i.d.R. max. 3 Meter) sein.

Zur Durchführung der Prüfung sind vorzugsweise digitale Systeme zu verwenden, die eine stufenlose Überblendung von zwei Bildebenen ermöglichen und somit einen stufenlosen Vergleich lokaler Lageabweichungen über die gesamte Fläche des Orthofotos zulassen.

- Benachbarte Orthofotos  
Benachbarte Orthofotos müssen geometrisch aneinander passen. Die Schnittkanten eines Bildmosaiks dürfen als solche nicht erkennbar sein.

### 2.4.2 Radiometrische Prüfung

- Die Histogramme einzelner Orthofotos dürfen gegenüber den Luftbildscans nicht verändert sein.
- Bei Bildmosaiken darf die radiometrische Charakteristik eines Bildes nicht verändert worden sein, d.h. die Graustufenverteilungen der Mosaik (Einzelbilder) muss tendenziell den Ursprungsbildern entsprechen.
- Die Radiometrie eines Orthofotomosaiks ist im Bereich der Schnittlinien und in seiner Gesamtheit visuell zu prüfen. Die Übergänge der Mosaik müssen möglichst unauffällig sein, ohne dabei die Graustufenverteilung des gesamten Orthofotomosaiks negativ zu beeinträchtigen.



## A-9.2.6 Auswertung von Luftbildern

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert allgemeine Anforderungen an die Auswertung von Luftbildern im Rahmen einer HgR-KM.

### 2 Personelle Voraussetzungen

Fachspezifische Anforderungen an fbT sind A-9.2.1 zu entnehmen.

### 3 Auswahl des Bildmaterials

#### 3.1 Luftbildzeitschnitte

- Die Auswahl von Luftbildzeitschnitten und die Beschaffung von Luftbildern ist in Abhängigkeit der Ergebnisse einer Grundlagenermittlung zu Kriegsereignissen und Nutzungen des Untersuchungsgebietes durchzuführen.
- Sofern ein Anfangsverdacht einer Kampfmittelbelastung vorliegt und die Ursachen dafür zeitlich nicht eingegrenzt werden können, sind grundsätzlich alle geeigneten Bilder zu beschaffen. Einzig bei Abdeckungen mit sehr dichter Befliegungsfolge von wenigen Tagen oder Wochen ist nach ökonomischen Gesichtspunkten abzuwägen, ob tatsächlich bei allen Bildflügen ergänzende Informationen zu erwarten sind und folglich alle prinzipiell geeigneten Bildflüge beschafft und betrachtet werden müssen.
- Im konkreten Einzelfall ist jeweils zu prüfen, ob es geboten ist, bereits zum Projektbeginn weitere „Pufferflüge“ oder sogar alle grundsätzlich geeigneten Bildflüge zu beschaffen. Wesentliche Kriterien dafür sind z.B. kurzfristig anstehende Baumaßnahmen und lange Lieferfristen der Luftbilder (bis zu 2 Monate).

#### 3.2 Abdeckung, Untersuchungsgebiet

- Für das gesamte Untersuchungsgebiet ist eine stereoskopische Luftbildabdeckung, soweit diese verfügbar ist, zu beschaffen.
- Für Untersuchungsgebiete mit deutlichen topographischen Veränderungen (z.B. komplette Neubebauung) sind Luftbilder aus den Randbereichen des U-Gebietes, soweit verfügbar, mit zu beschaffen. Dabei muss die Abdeckung soweit reichen, dass stabile topographische Merkmale oder nach wie vor existente Bauwerke zur Orientierung verwendet werden können.

## 4 Durchführung der Auswertung

### 4.1 Spezifizierung von Auswertezielen

Für die Durchführung einer Bestands- und/oder Situationskartierung müssen durch den Auftraggeber thematische Erfassungskategorien vorgegeben werden. Die Kategorien richten sich nach der Gliederung der Verursachungszenarien einer Kampfmittelbelastung (vgl. A-2.1.4 Verursachungszenarien):

- Luftangriffe,
- Bodenkämpfe,
- Munitionsvernichtung,
- Militärischer Regelbetrieb,
- Munitionsproduktion und -lagerung.

### 4.2 Technische Voraussetzungen

- Die technischen Grundlagen für eine lage- und grundrissgetreue Kartierung von Luftbildern sind in A-2.3.4 und A-9.2.4 (TS) Photogrammetrie beschrieben. Abweichende Verfahren bedürfen einer fachlichen Begründung und Abstimmung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.
- Die Ergebnisse abweichender Verfahren sind so zu dokumentieren, dass deutlich wird, dass es sich nicht um eine lagegetreue Erfassung oder Darstellung kampfmittelrelevanter Informationen handelt.

### 4.3 Thematische Aspekte

- Thematische Informationen aus historischen Luftbildern mit kampfmittelrelevanten Inhalten sind individuell zu identifizieren und zu kategorisieren. Grundsätzlich sind verfügbare Archivalien als Interpretationshilfe zu berücksichtigen. Weitergehende Informationen über Erfassungskategorien der Luftbildauswertung sind den Verursachungszenarien gem. A-2.1.4 zu entnehmen.
- Die Definition von Geobjekten und deren Eigenschaften in Geoinformationssystemen zur kartografischen Dokumentation und Bewertung einer potenziellen Kampfmittelbelastung ist fallbezogen durchzuführen. Vorgaben zur formalisierten Erfassung und kartografischen Darstellung der Auswerteergebnisse geben die Anhänge A-9.1.3 „Datenkataloge“ und A-9.1.4 „Kartografische Darstellungen“.

#### 4.4 Lagegenauigkeit der Kartierung

Kleinmaßstäbige Kartierungen können in größeren Maßstäben abgebildet werden. Dabei ist jedoch der Hinweis aufzuführen, auf welcher Grundlage die Informationen erhoben wurden. Es ist deutlich zu machen, dass die dargestellten Ergebnisse nicht der geometrischen Genauigkeit der Kartengrundlage entsprechen.

#### 4.5 Erfassung von Geodaten und Dokumentation der Luftbildauswertung

Das Zustandekommen der Auswerteergebnisse muss für den Auftraggeber nachvollziehbar sein. Die Rahmenbedingungen und Verfahrensschritte der Luftbildauswertung sind als Bestandteil eines Ergebnisberichtes zu dokumentieren. Dies betrifft folgende Punkte:

- Eingesetzte Verfahren und Geräte der Luftbildauswertung,
- Eine Auflistung aller verfügbaren Luftbilder mit beschreibenden Informationen (Bildflug, Bildnummer, Zeitschnitt, Maßstab, Qualität, Bildquelle),
- Entscheidungskriterien für die Detailauswertung und Kennzeichnung betreffender Bilder sowie Ausschlusskriterien,
- Beurteilung der Zuverlässigkeit der luftbildsichtigen Identifizierung potenziell kampfmittelrelevanter Objekte.

##### 4.5.1 Einsatz von Geoinformationssystemen (GIS)

- Der Einsatz von GIS im Rahmen der Luftbildauswertung ist Stand der Technik und grundsätzlich erforderlich. Die Nutzung von Softwarelösungen aus dem grafischen Bereich (z.B. AutoCad-Formate) zur Erfassung bzw. Lieferung von raumbezogenen Daten ist unzulässig.
- Konkrete Anforderungen hinsichtlich der Datenbeschaffenheit müssen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abgestimmt werden.

#### 4.5.2 Dokumentation von Geodaten durch Metainformationen

- Die Ergebnisse der Luftbilddauswertung müssen in analoger und digitaler Form bereitgestellt werden. Neben der Verwendung eines mit dem AG abgestimmten (Geo-) Datenformates ist eine Beschreibung der Daten mittels Metainformation erforderlich.
- Die Beschreibung der Erfassung von Metadaten nach der Norm ISO 19115 ist in Vorbereitung. Vorläufig sind folgende Daten in einer ASCII-Textdatei zu erfassen:

##### Beispiel eines Metadatensatzes

Auftrageber  
Auftragnehmer  
Projektnummer  
Liegenschaft  
Projekttitel  
Thema Geodaten  
Dateiname  
Datenformat  
Inhaltliche Beschreibung  
Erstellungsdatum  
Raumbezugssystem  
Bearbeitungsstatus  
Beschreibung Attribute 1 bis n

**A-9.2.7 Nicht belegt**





## A-9.2.8 Nicht belegt



## A-9.2.9 Anforderungen Bericht Phase A

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation beschreibt die Anforderungen an einen Bericht der Phase A, der die Arbeiten der Historisch-genetischen Rekonstruktion mit Luftbildauswertung und Bewertung dokumentiert.

### 2 Anforderungen

Der Bericht ist übersichtlich zu gliedern. Alle Arbeiten, Auswertungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen sind nachvollziehbar und detailliert zu beschreiben und durch Kartendarstellungen zu ergänzen.

Der Bericht wird gegliedert in folgende Kapitel, die die Mindestanforderungen darstellen. Bedarfsweise sind die Inhalte zu ergänzen. Die Kapitelnummerierung ergibt sich aus dem konkreten Einzelfall.

#### Deckblatt

- Titel,
- Name der Liegenschaft,
- Liegenschaftsnummer,
- Auftraggeber (ggf. Projektmanager),
- Auftragnehmer,
- Auftrag vom: Datum,
- Anzahl der Seiten,
- Anzahl der Abbildungen,
- Anzahl der Anlagen,
- Anzahl der Tabellen,
- Berichtsverfasser: Name(n),
- Datum der Fertigstellung,
- Nummer des Exemplars (01 - 08).

#### Berichtsteil

1. **Zusammenfassung**
  - Zusammenfassung des Berichtes in übersichtlicher und allgemeinverständlicher Form. Sie soll alle Abschnitte des Berichtes berücksichtigen.
2. **Einleitung**
  - Auftrag, Anlass (z.B. Auftraggeber, Auftragnehmer, Auftragsdatum, beauftragter Leistungsrahmen, Grundlagen der Beauftragung (Angebote, Verträge), Grund der Beauftragung),

- Fragestellung und Zielsetzung (z.B. Kurzcharakteristik der Problemstellung, Hintergründe zum Auftrag, Ziel der Untersuchung).
3. **Standortbeschreibung**
- Kostenwirkungsfaktoren - Standortfaktoren (z.B. Nutzungsumfeld, Topographie, Infrastruktur, Vegetationsbestand, Geologie, Oberflächengewässer, Grundwasser, kontaminierte Bereiche und Abfall) (s. Anhang A-9.1.2),
  - Kostenwirkungsfaktoren - Rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. Eigentumsverhältnisse, Schutzgebiete) (s. Anhang A-9.1.2).
4. **Methodik**
- Archivalienrecherche (z.B. Beschreibung der Recherchestrategie, Darstellung der bearbeiteten Archive und Bestände, Darstellung von Analogieschlüssen),
  - Luftbildauswertungen (mit tabellarischer Auflistung aller Luftbilder, Beschreibung der Auswahlkriterien, Darstellung der Georeferenzierungsgrundlagen und der Arbeiten zu Georeferenzierung und Luftbildauswertung) (s. Anhang A-9.2.3 bis A-9.2.6),
  - Geländebegehungen (Dauer, Bereiche, Durchführung, Ergebnisse etc.),
  - Zeitzeugenbefragungen (z.B. Namen, Gründe für die Auswahl des Zeitzeugen, Gesprächsprotokoll, Wertung).
5. **Standortchronik**
- Sie besteht aus den Teilen Nutzungschronik, Angriffschronik und Handlungschronik (s. Anhang A-2.1.2).
6. **Verursachungsszenarien**
- Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungsszenariums Luftangriffe (z.B. Einführung mit tabellarischer Übersicht der Luftangriffsdaten wie Datum, Ziel, Auswirkungen, Bombentypen und -menge, Zündereinstellungen; Detailbeschreibung der Luftangriffe nach Datum unter Berücksichtigung der ausgewerteten Luftbildzeitschnitte, Kartierung und Quantifizierung von Bombentrichtern und potenziellen Blindgängern, Vergleich der Kartiererergebnisse mit Angaben aus Archivalien und Literatur),
  - Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungsszenariums Bodenkämpfe (z.B. mit Angaben zu den Einheiten auf beiden Seiten, der Intensität und der Zeitlichkeit der Bodenkämpfe, den eingesetzten Waffen und deren Munition),
  - Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungsszenariums Munitionsvernichtung (z.B. Sprengungen, Demontage, Entsorgungen etc., Art und Umfang sowie Vorgehen bei den Tätigkeiten),

- Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungszenariums Militärischer Regelbetrieb (z.B. multitemporale Beschreibung von Übungstätigkeiten, eingesetzte Waffen und Munition, deren Mengen und der räumlichen Zuordnung von Übungsbereichen),
  - Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungszenariums Munitionsproduktion und -lagerung (z.B. Benennung von Anwendungsbereichen, Darstellung von Handlungsabläufen, den eingesetzten Stoffen und der verwendeten Munition),
  - Beschreibung von sekundären Kampfmittelbelastungen (z.B. in Folge von Erdbewegungen).
7. **Kampfmittelräumungen**
- Rekonstruktion bereits durchgeführter Kampfmittelräumungen (detaillierte Beschreibung aller Maßnahmen, der dabei gefundenen Kampfmittel und dem Räumstatus der Flächen),
  - Beschreibung von Tiefbaumaßnahmen, die zu einer Beseitigung von möglicherweise mit Kampfmitteln belasteten Böden geführt haben können.
8. **Beschreibung und Bewertung der Kampfmittelbelastungssituation**
- Beschreibung der Kampfmittelbelastungssituation (belastete Bereiche, Art der Kampfmittel, Art der Lagerung, Art und Zeitpunkt der Entstehung der Belastung etc.) und Ausweisung von Kampfmittelverdachtsflächen,
  - Bewertung der Kampfmittelbelastungssituation und des daraus resultierenden Gefährdungspotenzials unter Berücksichtigung aller dokumentierten Daten, insbesondere aber der potenziellen Wirkung vermutterter Kampfmittel auf die Schutzgüter gemäß der methodischen Vorgehensweise des Anhangs A-2.5,
  - Ausweisung von Flächen gleicher Flächenkategorien (gem. Anhang A-2.5) und bedarfsweise der Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad) der Bundeswehr (gem. Anhang A-1.2.2).
9. **Offene Fragen**
- Darstellung nicht oder nur bedingt geklärter Sachverhalte.
10. **Empfehlungen**
- Empfehlungen zu weiteren Maßnahmen für weitergehende Recherchen zur Beantwortung offener Fragen und für weitergehende technische Erkundungen gem. Phase B.

Bedarfsweise kann ein weiterer Schwerpunkt zum Thema Boden- und Grundwasserschutz („Altlastensituation“) dargestellt werden. Die Anforderungen richten sich nach den Vorgaben der Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz. Diese Kapitel können umfassen:

11. **Anforderungen Schwerpunkt Boden- und Grundwasserschutz („Altlasten“)**
- Allgemeine Standortbeschreibung (Begriffe, Definitionen, organisatorische Strukturen, Aufgaben, Nutzungs- und /oder Funktionsbereiche, Standardgebäude),
  - Standortbezogene Beschreibung (Organisation, Aufgaben, Nutzung, Standortbeschreibung mit Bau-, Verkehrs- und sonstiger Infrastruktur, Ver- und Entsorgung; Nutzungs- und /oder Funktionsbereiche mit Gebäudebestand, Handhabungs- und Verfahrensabläufe, eingesetzte Stoffe und Stoffmengen, besondere Vorkommnisse, Havarien etc.),
  - Verwendete Stoffe und Stoffmengen, Stoffeigenschaften, Prioritätskontaminanten,
  - Ausweisung von KVF mit Angaben zu Nutzung, Nutzungsdauer, Dimension, derzeitiger Zustand, Schadstoffe, Schadstoffmengen,
  - Beurteilung der Altlastensituation und des daraus resultierenden Gefährdungspotenzials,
  - Empfehlungen.

#### **Anlagenteil**

Der Bericht enthält umfassende Anlagen. Diese sind:

- Quellenverzeichnis,
- Abdrucke wesentlicher Archivalien und Luftbilder,
- Detaillierte Angaben zu Luftangriffen,
- Gebäude- und Infrastrukturverzeichnis,
- Karte der Archivalien- und Luftbildauswertung für jeden Zeitschnitt (vorzugsweise dargestellt auf einem aktuellen Luftbildplan),
- Karte auf Basis der Archivalien- und Luftbildauswertung für jeden Zeitschnitt mit Darstellung der Kampfmittelverdachtsflächen,
- Karte mit Darstellung der höchsten Fundklasse je Teilfläche,
- Karte mit Darstellung aller Kampfmittelverdachtsflächen und der daraus resultierenden Einteilung des Untersuchungsgebietes in die Flächenkategorien,
- Karte mit Darstellung der Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad) der Bundeswehr (bedarfsweise),
- Die Maßstäbe der Karten sind dem Einzelfall anzupassen. Sie liegen in der Regel zwischen 1:2.500 und 1:10.000.
- Qualitätsprotokoll der Georeferenzierung von Luftbildern,
- Ergänzende Dokumente zur Archivalienrecherche (Recherchestrategie etc.).

Die Anforderungen an die Datenformate für das notwendige geographische Informationssystem werden im Anhang A-9.1.3 „Datenkataloge“ definiert. Die Kartendarstellung wird im Anhang A-9.1.4 „kartografische Darstellung“ beschrieben.

Jeder Bericht ist in einem festen Ordner mit beschriftetem Rücken abzulegen und mit einem Deckblatt zu versehen. Der Ordnerrücken ist mit dem Liegenschaftsnamen und einer Berichtsbezeichnung sowie dem Namen des Auftraggebers und des Auftragnehmers und dem Berichtsdatum zu versehen. Jede Seite des Berichtes enthält eine Kopfzeile, in der der Name der Liegenschaft (oder eine andere unmissverständliche Bezeichnung), eine Kurzbezeichnung des Berichtes sowie die Seitenzahl stehen.

Die Anzahl der Berichtsaufbereitungen wird im Ingenieurvertrag festgelegt.

Zusätzlich sind alle Teile des Berichtes (Texte und Anlagen) sowie das vollständige geographische Informationssystem auf Datenträger (CD-Rom, DVD) zu übergeben. Die Dateiformate müssen üblichen, zum Zeitpunkt der Fertigstellung aktuellen Formaten (z.B. doc, xls, tiff, jpeg, aber nicht pdf) entsprechen. Die Ablage entspricht der Gliederung des Berichtes.

### 3 Qualitätssicherung/ Qualitätskontrolle

Zur Bewertung der recherchierten Daten sind die verwendeten Quellen und die Arbeitsweise eindeutig zu dokumentieren. Wesentliche Archivalien sind dem Gutachten beizufügen. Eine stichprobenartige Prüfung von Archivalien und Luftbildern führt zu einer Plausibilitätsprüfung der getroffenen Aussagen, der Ergebnisse und Bewertungen.

### 4 Zu berücksichtigende Anhänge und Technische Spezifikationen

- A-1.2.2 Verfahrensablauf Bundeswehr
- A-2.1 Historische Erkundung (mit allen seinen Teilen)
- A 2.5 Bewertung
- A 7.2.1 Phase A - Recherche und Beschaffung (LB)
- A 7.2.2 Phase A – Digitalisierung analoger Luftbilder (LK)
- A 7.2.3 Phase A – Luftbildauswertung und Luftbildorientierung (LB / LK)
- A 7.2.4 Phase A – Historisch-genetische Rekonstruktion (LB)
- A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren
- A 9.1.3 Datenkataloge
- A 9.1.4 Kartografische Darstellungen
- A 9.1.9 Geländebegehung
- A 9.2.2 Archivalien
- A 9.2.3 Digitalisierung analoger Luftbilder

- A 9.2.4 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung
- A 9.2.5 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken
- A 9.2.6 Auswertung von Luftbildern



## **A-9.3 Phase B**

### **A-9.3.1 Nicht belegt**



## A-9.3.2 Anforderungen an die Dokumentation Geophysik

### 1 Geltungsbereich

Dokumentation für die Auswertung und Interpretation geophysikalischer Messungen mit

- digitaler Messwerterfassung durch passive und aktive Messsonden (z.B. Magnetik, Elektromagnetik, Georadar),
- auf Testfeldern und anderen Flächen, deren Störkörpeinventar ermittelt werden soll,
- sowie punktuell bei Tiefensondierungen.

Die Anforderungen an die Dokumentation der Messungen selbst werden in den Technischen Spezifikationen zu folgenden Sondierverfahren beschrieben:

- TS A-9.3.8 Magnetik fahrzeuggestützt mit digitaler Aufnahme
- TS A-9.3.9 Magnetik zu Fuß mit digitaler Messwertaufnahme
- TS A-9.3.10 TDEM fahrzeuggestützt mit digitaler Aufnahme
- TS A-9.3.11 TDEM zu Fuß mit digitaler Aufnahme
- TS A-9.3.12 Tiefensondierung mit digitaler Aufnahme
- TS A-9.3.14 Georadar mit digitaler Aufnahme.

### 2 Anforderungen

Für die Dokumentation der Auswertung und Interpretation der geophysikalischen Messungen gelten folgende Mindestanforderungen:

#### 2.1 Textteil mit folgenden Inhalten

- a) Einleitung, Veranlassung, Auftrag
- b) Beschreibung räumliche Lage des Messgebietes
- c) Beschreibung des eingesetzten Messverfahrens/der Messverfahren und der eingesetzten Messtechnik
- d) Beschreibung des Positionierungssystems zur Georeferenzierung der aufgenommenen Messdaten
- e) Beschreibung des Verfahrens zur geodätischen Vermessung der Untersuchungsflächen, inkl. der Messtechnik
- f) Beschreibung und Dokumentation der Maßnahmen zur Qualitätssicherung bei der Datenaufnahme
- g) Beschreibung Nebenarbeiten

- h) Beschreibung der Durchführung der Arbeiten unter Berücksichtigung der gegebenen Örtlichkeiten
  - i) Beschreibung Besonderheiten mit Ort, Datum und Uhrzeit
  - j) Darstellung, Interpretation der Messergebnisse
    - Beschreibung der eingesetzten Auswertungs- und Interpretationssoftware,
    - Beschreibung der Kriterien zur Auswahl der Verdachtspunkte für Kampfmittel auf Basis der magnetischen/zeitbereichselektromagnetischen Anomalienkarten („Picking“),
    - Diskussion und Bewertung der Messergebnisse, Zusammenfassung,
- optional:
- Beschreibung des physikalischen Modells, das bei der Störkörpermodellierung zugrunde gelegt wird,
  - Beschreibung des Modellierungsalgorithmus für die Störkörperberechnung,
  - Beschreibung der Auswahlkriterien für Kampfmittelverdachtspunkte auf Basis aller vorhandenen Informationen wie Anomalienkarten, Störkörpermodellierungsergebnisse, bekannte Störkörper (Kanaldeckel, Leitungen etc.), Ergebnisse aus der Historisch genetischen Rekonstruktion (HgR) etc.,
  - Erstellung einer Objektliste mit einer Bewertung der Objekte bzgl. des Kampfmittelverdachts (siehe auch Punkt 2.2 Abschnitt c),
- k) Optional: Empfehlungen über das weitere Vorgehen

## 2.2 Anlagenteil

- a) Übersichtsplan des Untersuchungsgebietes mit den Messflächen bzw. Messpunkten in geeignetem Maßstab. Als Grundlage können z.B. Katasterkarten, topographische Karten oder georeferenzierte Luftbilder dienen. Dies ist mit dem AG abzustimmen.
- b) Bei flächenhaften Messungen:
  - Farbkodierte Darstellung („Anomalienplots“) der Messergebnisse zu jeder Untersuchungsfläche in geeignetem Maßstab. Die Art der Farbskala ist mit dem AG abzustimmen.

In die Darstellung sind bekannte bzw. sichtbare Störkörper einzuzeichnen (Leitungen, Kanaldeckel, etc.).

Optional:

- Lageplan mit den ausgewerteten/interpretierten Objekten,
- Objektlisten als Excel-Tabellen (Lagekoordinaten, Tiefe, Gewicht bzw. Volumen, etc.).

Bei punktuellen Messungen (Bohrlochsondierungen):

- Darstellung des Bohrrasters in einem Lageplan,
- Messwertkurven aus jeder Bohrung in geeigneter Skalierung und geeignetem Maßstab,
- Kennzeichnung von Anomalien bekannter Störungen in den Sondierungskurven (z.B. Aufschüttungsbereiche, Leitungen).

Optional:

- Verdachtspunkte für Störkörper (z.B. Bombenblindgänger),
- Lageplan der Verdachtspunkte projiziert auf die Erdoberfläche mit Tiefenangabe unter GOK in geeignetem Maßstab.

- c) Objektlisten als Excel-Tabellen pro Testfeld bzw. Untersuchungsfläche als Mindestanforderung: Modellierung der Störkörper bzgl. Anzahl, Tiefe, Größe und magnetischem Gewicht.

Ferner bei einer Vielzahl von untersuchten Flächen eine zusammenfassende Gesamtdarstellung aller Flächen (Tabelle) mit den Mindestangaben: pro Testfeld / Untersuchungsfläche Flächengröße inkl. Flächenbezeichnung, Sondierverfahren, untersuchte Flächengröße, Störkörperanzahl, durchschnittliche Tiefe, maximale / minimale Tiefe, gleichmäßige / ungleichmäßige Störkörperverteilung, durchschnittliche magnetische Masse.

- d) Messprotokolle für jede (Teil-)Fläche bzw. Messprotokolle zu den Bohrlochsondierungen
- e) Bautagesberichte
- f) Weitere Unterlagen können je nach Aufgabenstellung zusätzlich gefordert werden.

### 2.3 Unterlagen, die dem Bericht beizufügen sind

- a) Bericht sowie alle Abbildungen/Anlagen in digitaler Form auf CD-ROM (Bericht als PDF- oder WORD- Datei, Grafiken in gängigen Grafikformaten (z.B. JPEG, BMP- oder TIFF-Format) im geeigneten Maßstab. Georeferenzierte Rasterdaten (Luftbilder, Messkarten, etc.) sind im GeoTIFF-Format oder einem vergleichbaren Format abzugeben, georeferenzierte Vektordaten im SHP- oder DWG-Format oder einem vergleichbaren Format.
- b) Übergabe der original aufgezeichneten Messdaten (Felddatenaufzeichnung) sowie der aufbereiteten und georeferenzierten Messdaten auf digitalem Datenträger (CD-ROM); Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X,Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei oder in einem anderen mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Struktur und Inhalt der Dateien sind in einer Textdatei zu beschreiben.
- c) Übergabe der geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Messflächen bzw. Bohransatzpunkte auf CD-ROM als ASCII-Datei. Struktur und Inhalt der Datei(en) sind in einer Textdatei zu beschreiben.

### A-9.3.3 Anforderungen Personal Geophysik

#### 1 Geltungsbereich

Geophysikalische Erkundung von kampfmittelverdächtigen /belasteten Flächen zur Ermittlung des metallischen / ferromagnetischen Störkörperinventars durch eine flächenhafte digitale Messwerterfassung mit passiven und aktiven Messsonden(arrays) sowie deren Auswertung und Interpretation.

#### 2 Anforderungen

##### 2.1 Projektleiter

Aufgaben des Projektleiters sind:

- Planung der Messungen,
- Fachliche Begleitung der Messungen,
- Bewerten der Daten und Ergebnisse.

Voraussetzung ist ein detailliertes Fachwissen u.a. über

- die physikalischen Grundlagen der Messungen, die Messmethodik sowie Art und Weise der Messtechnik,
- Einsatzmöglichkeiten Sondiertechnik (Verfahrensstärken /-grenzen),
- Aufbau / Funktionsweise der Auswerteprogramme inkl. der Datenbearbeitungsmöglichkeiten,
- Signalverarbeitungsmethoden (Spektralanalyse, Filtertechniken etc.).

Dazu wird

- ein abgeschlossenes Hochschulstudium in einem naturwissenschaftlichen / technischen Zweig mit geophysikalischer Vertiefung oder
- eine gleichwertige Ausbildung mit geophysikalischem Schwerpunkt oder
- langjährige Berufserfahrung in diesem Bereich

vorausgesetzt.

## 2.2 Messtechniker /-ingenieur

Aufgaben des Messtechnikers sind:

- Überprüfung der ordnungsgemäßen Lage der Untersuchungsfläche,
- gegebenenfalls Einmessung bzw. Absteckung der Messflächen,
- die ordnungsgemäße Durchführung der Messungen,
- das Prüfen und die Beurteilung der Datenqualität im Gelände,
- die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Sondier-technik.

Voraussetzungen sind

- Kenntnisse über die physikalischen Grundlagen der Messungen, die Messmethodik sowie Art und Weise der Messtechnik,
- Kenntnisse Verfahrensstärken /-grenzen,
- Beherrschung der Software zur Aufnahme digitaler Messdaten in der Kampfmittelsuche,
- Mehrjährige Erfahrung in der selbstständigen Durchführung der beauftragten Messmethodik.

## 2.3 Nachweise

Folgende Nachweise zu seinen besonderen fachlichen Kenntnissen hat der Bieter im Vergabeverfahren beizubringen:

- Referenzliste über die in den letzten 3 Jahren durchgeführten Projekte,
- Beschreibung von entsprechenden Projekten, mit denen der Nachweis der gestellten Anforderungen nachvollziehbar belegt werden kann,
- Nachweis der Ausbildung und Fortbildung,
- Lebenslauf des Projektleiters,
- ggf. Veröffentlichungsliste des Projektleiters,
- ggf. Arbeitsproben des Projektleiters.



## A-9.3.4 Qualitätskontrolle Geophysik

### 1 Geltungsbereich

Die Qualitätskontrolle (QK) wird durch den AG bzw. durch einen vom AG beauftragten Vertreter durchgeführt. Sie dient

- der Überprüfung der geophysikalischen Datenaufnahme,
- deren Auswertung und Interpretation,
- im Fall geräumter Felder der Erfolgskontrolle der Räumung bzw. dem Nachweis der Räumung entsprechend dem Räumziel.

Diese TS gilt für die QK geophysikalischer Untersuchungen. Die Anforderungen an die QK geräumter Flächen ist in der TS A-9.4.2 Abnahme / Prüffeld beschrieben.

Die QK ist nicht zu verwechseln mit der Qualitätssicherung, die ausschließlich im Verantwortungsbereich des AN liegt.

### 2 Anforderungen

#### 2.1 Geophysikalische Sondierungen

- Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Messsonden täglich vor Arbeitsbeginn über einen in einem ungestörten Untergrundbereich eingebrachten Probekörper („Kalibriernagel“) unter gleichen Bedingungen. Das Ergebnis der Messungen ist mit den vorangegangenen Messungen abzugleichen und zu dokumentieren.
- Überprüfung der vorgegebenen Messparameter (Profilabstand, Messpunktabstand, Gerätetechnik etc.),
- Überprüfung der Daten im Hinblick auf:
  - Datenvollständigkeit,
  - Nullabgleich der Messsensoren (Gradiometermessungen, TDEM-Messungen),
  - Noise-Level (Rauschpegel der Messungen),
  - Georeferenzierung,
- Überprüfung der Messprotokolle auf Vollständigkeit und Richtigkeit,
- Überprüfung der Einhaltung des vom AN beschriebenen Qualitätssicherungsverfahrens,

gegebenenfalls

- Einbringen von Probekörpern in einer für den AN unbekanntem Lage und Tiefe auf den Untersuchungsflächen vor der Untersuchung in einem störfreien Bereich. Nach der geophysikalischen Erkundung muss sich der Probekörper in den Messergebnissen widerspiegeln. Die Toleranzen der Abweichungen sind durch den Planer festzulegen.

- Auswertung/Bewertung der Messergebnisse, die der AN auf einem vom AG errichteten Kalibrierfeld mit seiner für die Sondierungen eingesetzten Messtechnik erzielt hat.

## 2.2 Auswertung/Interpretation/Bericht

- Vollständigkeit der Unterlagen (Bericht, Anlagen, CD-ROM etc.),
- Berichtsinhalt mit Leistungsbeschreibung abgleichen,
- Vollständigkeit der Angaben zur Messaufnahme, Messgeometrie, Messdurchführung und Messtechnik,
- Einhaltung von grafischen Vorgaben prüfen (Farbskalen, Kartenmaßstäbe, Legenden, etc.),
- Vollständigkeit der geforderten Datenfiles sowie deren Inhalt prüfen,
- Auswertung und Interpretation auf Plausibilität überprüfen.

## A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die fachspezifischen Anforderungen an freiberuflich Tätige (fbT) in der Phase B.

Die fachliche Eignung für die Erbringung von Ingenieur- bzw. Planungsleistungen zur Kampfmittelräumung ist aufgrund der Fachkunde, Leistungsfähigkeit, Erfahrung und Zuverlässigkeit im Sinne § 13 VOF zu beurteilen.

### 2 Allgemeine Kenntnisse

#### 2.1 Fachtechnisch

Die Ingenieurleistungen im Bereich der Kampfmittelräumung (KMR) erfordern natur- und ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Erfahrungen.

- Fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der KMR:
  - funktionelle, technische und organisatorische Planung von KMR-Vorhaben,
  - Aufbau-, Funktions- und Wirkungsweise von Munition,
  - Umgang mit Fundmunition,
  - Umgang mit Explosivstoffen, Nebel-, Reiz- und Kampfstoffen,
  - Beurteilung und Bewertung der Anwendung zweckmäßiger Räumverfahren,
  - Einsatz von Baugeräten in der KMR,
  - Erfahrungen / Grundkenntnisse im Tiefbau.
- Kenntnisse im Arbeitsschutz,
- Kenntnisse der grundlegenden fachlichen und berufsgenossenschaftlichen Regelwerke.

#### 2.2 Rechtlich

Grundkenntnisse der einschlägigen Rechtsvorschriften, insbesondere

- SprengG und der untergesetzlichen Regelungen,
- Chemikaliengesetz,
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung,
- Bundes-Immissionsschutzrecht,
- Arbeitsschutzgesetz,
- Wasserhaushaltsgesetz,
- Naturschutzrecht,

- Gefahrstoffverordnung,
- GGVS(E) Gefahrgutverordnung Straße,
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- Kampfmittelverordnungen der Länder,
- Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Landesabfallgesetze,
- Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Unfallverhütungsvorschriften / Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
- Vertragsrecht (BGB, VOB, VOL, VOF, HOAI),
- Kenntnisse über Aufbau und Zuständigkeiten der öffentlichen Verwaltung.

### 3 Besondere fachliche Kenntnisse

Das Ausweisen von Testfeldern, die Planung geophysikalischer Untersuchungen, die Planung und Überwachung der Räumung von Testfeldern sowie das Erarbeiten der Gefährdungsabschätzung in der Phase B stellen besondere fachliche Anforderungen an den / die Bearbeiter. Zu folgenden Themenpunkten sind vertiefte Fachkenntnisse erforderlich:

#### 3.1 Ausweisung der Testfelder

- Erarbeiten eines Planungskonzeptes zur Anzahl, Größe, Lage der Testfelder,
- Beurteilung und Bewertung der Ergebnisse und die Einstufung in Kategorien entsprechend A-3.3.7,
- Untersuchen der Einsatzmöglichkeiten geophysikalischer Messverfahren; Planungskonzept,
- Vertiefte Kenntnisse in Datenaufnahme, Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung,
- Untersuchen der Einsatzmöglichkeiten von Räumverfahren; Planungskonzept,
- Projektplanung, insbesondere Zeit- und Kostenplanung,
- Dokumentation der Planung in einem Erläuterungsbericht in Anlehnung an Anhang A-9.4.9.

#### 3.2 Geophysikalische Untersuchungen

- Planung der zum Einsatz kommenden geophysikalischen Messverfahren (A-9.3.8- 9.3.15); Kostenermittlung,

- Vertiefte Kenntnisse in Datenaufnahme, Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung,
- Vorbereiten der Vergabe (Aufstellen der Verdingungsunterlagen); Mitwirken bei der Vergabe,
- Kontrolle der Durchführung von flächenhaften (digitalen) geophysikalischen Untersuchungen mit Magnetik, TDEM und Georadar einschl. MS-Sonde und Bohrlochsondierungen (Qualitätskontrolle gemäß A-9.3.4),
- Sicherstellung einer lückenlosen Dokumentation gem. Anhang A-9.3.2,
- Rechnungsprüfung (der gewerblichen Leistungen); Mitwirkung bei der Abnahme,
- Auswertung und Interpretation der Messdaten; diese Leistungen können auch (teilweise) durch den gewerblichen Auftragnehmer gemäß der Anhänge 9.3.8 bis 9.3.15 erbracht werden – die konkrete Aufgabenabgrenzung muss jeweils durch den Auftraggeber vorgegeben werden,
- Berichterstellung gemäß A-9.3.6.

### 3.3 Räumung

- Untersuchen, beurteilen und bewerten der Einsatzmöglichkeiten von Räumverfahren, Planung mit Ausweisung der Räumflächen; Kostenermittlung,
- Vorbereiten der Vergabe (Aufstellen der Verdingungsunterlagen); Mitwirken bei der Vergabe,
- Örtliche Überwachung der Durchführung; Qualitätskontrolle durch Prüfung geräumter Felder gemäß A-9.4.2 und der Zuordnung der Funde zu den Fundklassen,
- Sicherstellung einer lückenlosen Dokumentation gemäß A-9.4.10,
- Rechnungsprüfung (der gewerblichen Leistungen); Mitwirkung bei der Abnahme.

### 3.4 Gefährdungsabschätzung

- Interpretation der Ergebnisse aus Phase A sowie Phase B (Geophysik, Räumflächen),
- Vertiefte Kenntnisse in Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung,
- Einteilung der Testfelder in Gefährdungsklassen,
- Extrapolation der Ergebnisse auf das gesamte Untersuchungsgebiet,
- Ausweisung von Bereichen gleicher Gefährdungsklassen und –kategorien sowie Flächenkategorien inkl. Kartierung.

## 4 Nachweise

Die Nachweise zu den Anforderungen sind durch den Bieter im Vergabeverfahren beizubringen.

### 4.1 Personelle Anforderungen

Zur Eignung muss der fbT zu seiner beruflichen Bildung, fachspezifischen Ausbildung und praktischen Erfahrung folgende Nachweise führen:

- Abgeschlossenes Studium mit naturwissenschaftlich-technischer Ausrichtung an einer Universität oder Fachhochschule oder eine gleichwertige Qualifikation,
- Eine mindestens 3-jährige praktische Tätigkeit im Bereich Kampfmittelräumung,
- Gültige(r) Befähigungsschein(e) des / der mit der Planung beauftragten Mitarbeiter(s) gemäß § 20 SprengG soweit Räumleistungen geplant und / oder begleitet werden.

Soweit dem fbT auch Aufgaben des SiGe-Koordinatoren übertragen werden sollen, muss er ferner die Anforderungen gem. A-9.1.11 erfüllen.

Folgende besonderen fachlichen Kenntnisse sind nachzuweisen:

- Referenzliste über die in den letzten 3 Jahren durchgeführten Projekte, in denen der fbT maßgebliche Entscheidungen zu treffen hatte,
- Beschreibung von ausgewählten Projekten, mit denen der Nachweis der gestellten Anforderungen nachvollziehbar belegt werden kann,
- Ausbildung / beruflicher Werdegang der / des verantwortlichen Projektbearbeiter(s),
- ggf. Veröffentlichungsliste,
- ggf. Arbeitsproben.

### 4.2 Technische Ausstattung

Der fbT muss über die erforderliche Geräteausstattung zur Bearbeitung der jeweils beauftragten Leistungen der Phase B verfügen. Dies sind z.B.:

- Technische Ausstattung zur computergestützten Bearbeitung von Karten und Plänen,
- Technische Ausstattung zur Auswertung von digitalen, geophysikalisch erhobenen Messdaten,
- Geräte zur geodätischen Vermessung im Gelände (mechanisch und / oder per GPS),
- Detektor für ferromagnetische Körper (Magnetometer),
- Induktiver Detektor (MSG).

#### **4.3 Organisatorische Anforderungen**

Es ist ein die fachlichen Anforderungen der AH KMR erfüllendes Qualitätsmanagementsystem zu führen und nachzuweisen.





## A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation (TS) beschreibt die Anforderungen an den Bericht Gefährdungsabschätzung der Phase B, der die Arbeiten der Testfelderkundung (geophysikalische Untersuchungen und Räumungen) mit den Arbeiten der Phase A zusammenfassend dokumentiert und bewertet.

Die Anforderungen an die Berichte zu den geophysikalischen Untersuchungen und den Testfeldräumungen sind in folgenden TS beschrieben:

- A-9.3.02 Dokumentation Geophysik
- A-9.4.10 Dokumentation Phase C

### 2 Anforderungen

Der Bericht ist übersichtlich zu gliedern. Alle Arbeiten, Auswertungen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen sind nachvollziehbar und detailliert zu beschreiben und durch Kartendarstellungen zu ergänzen.

Der Bericht wird gegliedert in folgende Kapitel, die die Mindestanforderungen darstellen. Bedarfsweise sind die Inhalte zu ergänzen. Die Kapitelnummerierung ergibt sich aus dem Einzelfall.

#### Deckblatt

- Titel
- Name der Liegenschaft
- Liegenschaftsnummer
- Auftraggeber (ggf. Projektmanager)
- Auftragnehmer
- Auftrag vom: Datum
- Anzahl der Seiten
- Anzahl der Abbildungen
- Anzahl der Tabellen
- Anzahl der Anlagen
- Berichtsverfasser: Name(n)
- Datum der Fertigstellung
- Nummer des Exemplars.

## Berichtteil

### 1. Zusammenfassung

- Zusammenfassung des Berichtes in übersichtlicher und allgemeinverständlicher Form. Sie soll alle Abschnitte des Berichtes berücksichtigen.

### 2. Einleitung

- Auftrag, Anlass (z.B. Auftraggeber, Auftragnehmer, Auftragsdatum, beauftragter Leistungsrahmen, Grundlagen der Beauftragung [Angebote, Verträge]),
- Fragestellung und Zielsetzung (z.B. Kurzcharakteristik der Problemstellung, Hintergründe zum Auftrag [z.B. geplante Nutzungsänderung]), Ziel der Untersuchung.

### 3. Standortbeschreibung

- Standortfaktoren (z.B. Nutzungsumfeld, Topographie, Infrastruktur, Vegetationsbestand, Geologie, Oberflächengewässer, Grundwasser, kontaminierte Bereiche und Abfall), (s. Anhang A-9.1.2 „Kostenwirkungsfaktoren“),
- Rechtliche Rahmenbedingungen (z.B. Eigentumsverhältnisse, Schutzgebiete), (s. Anhang A-9.1.2 „Kostenwirkungsfaktoren“).

### 4. Standortchronik

Sie besteht aus den Teilen Nutzungschronik, Angriffschronik und Handlungschronik (s. Anhang A-2.1.2) sowie der Nutzung.

### 5. Durchgeführte Untersuchungen

- Bewertung Phase A – Kurzdarstellung der Arbeiten Phase A mit Beschreibung der Ergebnisse und deren Bewertung (z.B. KMVF, Flächenkategorien),
- Beschreibung der geophysikalischen Untersuchungen mit Nennung der wesentlichen Ergebnisse (z.B. Anzahl Testfelder, Kriterien für die Auswahl, untersuchte Flächen, Wertung der Repräsentanz, Ergebnis der Modellierung, Störkörper pro Testfeld),
- Testfeldräumungen mit Ergebnisbeschreibung (z.B. Anzahl Räumflächen inkl. Kriterien für die Auswahl, untersuchte Flächen, Wertung der Repräsentanz, Ergebnis Räumung pro Testfeld, Fundklassen).

## 6. Vorgehensweise

In dem Bericht „Gefährdungsabschätzung“ ist die Vorgehensweise gemäß A-3.3 „Gefährdungsabschätzung“ ausführlich zu beschreiben. Das beinhaltet:

- Abgleich der Ergebnisse der Phase A mit den Ergebnissen der geophysikalischen Untersuchungen und der Testfeldräumungen,
- Abgleich der Interpretation der geophysikalischen Testfelduntersuchungen mit den Befunden der Testfeldräumung,
- Bedarfsweise testfeldbezogene Funde (z.B. Bestimmung der höchsten Fundklasse unter statistischer Auswertung der Funde),
- Beschreibung der Kombination der Fundklassen mit den Tiefenstufen, der derzeitigen oder zukünftigen Nutzung und den jeweiligen Eigenschaften der Kampfmittel (insbesondere Möglichkeiten der Detonation und dem Explosivstoffinventar) und daraus resultierend die Einordnung in Gefährdungsklassen pro Testfeld,
- Beschreibung der Zuordnung der Testfelder zu den Flächenkategorien, inkl. Begründung,
- Beschreibung der Vorgehensweise bei der Extrapolation der testfeldbezogenen, kleinräumigen Zuordnung der Flächenkategorien auf das gesamte Untersuchungsgebiet,
- Ausweisung von Flächen gleicher Flächenkategorien,
- Ausweisung von KMVF / KMF, inkl. deren Kenndaten (Nummer, Größe, Verursachungsszenarien, KM-Inventar, Nutzungsdauer /-art, Gefährdungsklasse, Flächenkategorie),
- Bedarfsweise Ausweisung von Munitionsbelastungsgraden (MunBelGrad) der Bundeswehr (s. A-1.2 „Verfahrensablauf Bundeswehr“).

Einige der Anforderungen sind durch Tabellen zusammenfassend darzustellen:

- Zuordnung der Testfelder zu den Fund- und Gefährdungsklassen, Flächenkategorien,
- Liste der KMVF / KMF mit Nummerierung, Benennung und Flächenkategorien,
- Bedarfsweise Liste der Flächen mit Munitionsbelastungsgraden der Bundeswehr.

## 7. Offene Fragen

- Darstellung nicht oder nur bedingt geklärter Sachverhalte

## 8. Empfehlungen

- Empfehlungen zu weiteren Maßnahmen für weitergehende Arbeiten zur Beantwortung offener Fragen, z.B. zur technischen Erkundung der Phase B und für weitergehende Arbeiten gemäß Phase C.

## Anlagenteil

Der Bericht enthält als Mindestanforderung folgende Anlagen:

- Quellenverzeichnis,
- Gebäude- und Infrastrukturverzeichnis,
- Karte der Bewertung (Phase A), inkl. Darstellung der KMVF und Flächenkategorien,
- Karte der geophysikalisch untersuchten Testfelder (Lage der Testfelder, untersucht / nicht untersucht),
- Karte der Interpretation der geophysikalischen Ergebnisse, ggf. verfahrensbezogen,
- Karte des Ergebnisses der Testfeldräumung mit Darstellung der höchsten Fundklasse je Testfeld,
- Karte des Ergebnisses der Testfeldräumung mit Darstellung der höchsten Gefährdungsklasse je Testfeld,
- Karte des Ergebnisses der Testfeldräumung mit Darstellung der Flächenkategorie je Testfeld,
- Karte flächenhafte Einteilung des Untersuchungsgebietes in Flächenkategorien,
- Karte KMVF / KMV mit Benennung sowie Darstellung der Gefährdungsklasse und Testfelder,
- Bedarfsweise: Karte mit Darstellung der Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad) der Bundeswehr.

Die Maßstäbe der Karten sind dem Einzelfall anzupassen. Sie liegen in der Regel zwischen 1:2.500 und 1:10.000.

Die Anforderungen an die Datenformate für das zur Auswertung und Kartierung notwendige geographische Informationssystem werden im Anhang A-9.1.3 „Datenkataloge“ definiert. Die Kartendarstellung wird im Anhang A-9.1.4 „kartografische Darstellung“ beschrieben.

Jeder Bericht ist in einem festen Ordner mit beschriftetem Rücken abzulegen und mit einem Deckblatt zu versehen. Der Ordnerücken ist mit dem Liegenschaftsnamen und einer Berichtsbezeichnung sowie dem Namen des Auftraggebers und des Auftragnehmers und dem Berichtsdatum zu versehen. Jede Seite des Berichtes enthält eine Kopfzeile, in der der Name der Liegenschaft (oder eine andere unmissverständliche Bezeichnung), eine Kurzbezeichnung des Berichtes sowie die Seitenzahl stehen.

Die Anzahl der Berichtausfertigungen wird im Ingenieurvertrag festgelegt.

Zusätzlich sind alle Teile des Berichtes (Texte und Anlagen) sowie das vollständige geographische Informationssystem auf Datenträger (CD-Rom, DVD) zu übergeben. Die Dateiformate sollen üblichen, zum Zeitpunkt der Fertigstellung aktuellen Formaten (z.B. doc, xls, jpg, tif, aber nicht pdf) entsprechen. Die Ablage entspricht der Gliederung des Berichtes.

### 3 Qualitätskontrolle

Die Qualitätskontrolle erfolgt auf Grundlage der vertraglichen Vereinbarungen, insbesondere der technischen Spezifikationen.

### 4 Zu berücksichtigende Anhänge und Technische Spezifikationen

- A-1.2 Verfahrensablauf Bundeswehr
- A-2.5 Bewertung (Phase A)
- A-3.3 Gefährdungsabschätzung (Phase B)
- A-7.2.5 Phase B – Leistungsbeschreibung Testfelder
- A-7.2.6 Phase B – Leistungsbeschreibung Gefährdungsabschätzung
- A-8.1.ff Phase B - Leistungsbeschreibung Geophysik und Testfeldräumung
- A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren
- A-9.1.3 Datenkataloge
- A-9.1.4 Kartografische Darstellung
- A-9.3.2 Dokumentation Geophysik
- A-9.4.10 Dokumentation Phase C



**A-9.3.7 Nicht belegt**





## A-9.3.8 Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)

### 1 Geltungsbereich

Geophysikalische Erkundung von Testfeldern und anderen Flächen zur Ermittlung des ferromagnetischen Störkörperinventars, die aufgrund ihrer Flächengröße und Flächenbeschaffenheit einen wirtschaftlichen Einsatz von fahrzeuggestützten Messsystemen (Sondenarrays) ermöglichen.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von fahrzeuggestützten magnetischen Messungen sind Systeme einzusetzen, die den unten beschriebenen Anforderungen entsprechen. Bei den Messungen ist eine vollflächige Untersuchung ohne Lücken zwischen den gemessenen Streifen zu gewährleisten. Es ist ebenfalls sicherzustellen, dass keine äußeren Störeinflüsse durch das Zugsystem selbst oder kurzfristig auftretende Störungen die Messungen beeinträchtigen.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von magnetischen Sondierungen mit fahrzeuggestützten Messsystemen ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n)/Messstreifen anhand von Planungsunterlagen, ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n)/ Messstreifen aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Anlegen eines abzufahrenden Profillinienplans in Abhängigkeit der Messbreite des eingesetzten Sondenarrays,
- Aufbau eines geeigneten Positionierungssystems zur präzisen Lagereferenzierung der Messdaten vor Ort (z.B. DGPS-Messsystem als Basis/Rover-System oder ein vergleichbares System wie z.B. Rover/SAPOS),
- Durchführung der fahrzeuggestützten Sondierung,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Ebenfalls ist das geplante Profillinienraster einzuzeichnen. Die Unterlagen sind bei dem AG vor Beginn der Arbeiten einzureichen.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

Der AN muss über ein Positionierungssystem/-verfahren für die Messsensoren verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung unten aufgeführter Genauigkeitsangaben leisten kann. Hierbei ist insbesondere darauf zu achten, dass die Ortsreferenzierung aller einzelnen Sonden des Messarrays auch beim Abfahren von Kurven gegeben ist. Dies ist mit einem RTK-DGPS-System (Basis/Rover bzw. SA-POS-System) mit entsprechender Referenzierungssoftware zu erreichen. Andere Systeme, z. B. auf Basis von Ultraschall, Laser oder Funktriangulation sind zulässig, wenn die geforderte absolute Lagegenauigkeit (s.u.) eingehalten wird.

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Messsonde / sind die Sonden an geeigneter Stelle zu kompensieren (gilt nur für Gradiometer). Dazu ist eine Stelle auszuwählen, an der sich keine ferromagnetischen Körper im Untergrund bzw. in der Umgebung befinden.
- Spurweises, gleichmäßiges Abfahren der Messfläche(n) mit dem Messarray: das Messarray muss so gebaut sein, dass Stöße, bspw. durch unebenen Boden, auf die Messsonden abgefedert werden. Ebenso ist das Messarray in ausreichender Entfernung vom Zugfahrzeug zu halten, um magnetische Störeinflüsse durch das Zugfahrzeug auszuschließen.

- Spezifikationen Vertikal-Gradiometer-Messungen (Vertikal-Komponente (Z) des Totalfeldes) mit Fluxgate-Magnetometern:
  - Sensitivität der Gradiometer: kleiner 0,5 nT,
  - Dynamik der Gradiometer: (vom Planer einzutragen),
  - Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung:  $\leq 0,25$  m,
  - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung:  $\leq 0,10$  m,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche (im Radius)  $\leq 0,15$  m,
  - Abstand der Sonden über Grund (Regelfall): max. 0,20 m.
- Spezifikationen Totalfeldmessungen bzw. Vertikal-Gradiometer-Messungen des Totalfeldes mit Cs-Dampf-Magnetometern oder vergleichbaren Totalfeldmagnetometern,
  - Sensitivität der Totalfeldmagnetometer: kleiner 0,1 nT,
  - Vertikaler Abstand der Magnetometer bei Gradiometer-Messung (Regelfall) 0,50 m - 1,00 m,
  - Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung:  $\leq 0,25$  m,
  - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung:  $\leq 0,10$  m,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche (im Radius):  $\leq 0,15$  m,
- Abstand der (unteren) Sonde über Grund (Regelfall): max. 0,20 m,
- Aufbau einer festen, quasi-kontinuierlich aufzeichnenden Basisstation an einer geeigneten Stelle im unmittelbaren Umfeld des Messgebietes zur Korrektur der Totalfeldmessungen.

### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, -beschreibung, -ziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und f nachfolgend).

Der Kurzbericht ist zeitnah dem AG bzw. seinem Vertreter vor Ort zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche.
- Farbige Anomalienkarte für jede gemessene (Teil-)Fläche mit Legende und Maßstab.
- Lageskizze von sichtbaren bzw. bekannten Störkörpern (z.B. Leitungen) auf bzw. am Rand der Messfläche.
- Ausführliche Dokumentation der Messdatenaufbereitung vor der Datenübergabe wie z.B. nachträgliches Kompensieren, Editieren von Messspuren, Filterungen, Ortskoordinatenaufbereitung, Zusammenführung von einzelnen Messfeldern zu einem Gesamtfeld etc..
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen.
- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den AG oder seinen Vertreter; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X, Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei oder in einem mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Die Koordinaten zu den aufgenommenen Messwerten aller Sonden sind im vorgegebenen System (z.B. UTM-ETRS89, Gauss-Krüger) anzugeben.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.

## A-9.3.9 Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme)

### 1 Geltungsbereich

Geophysikalische Erkundung von Testfeldern und anderen Flächen zur Ermittlung des ferromagnetischen Störkörperinventars im Untergrund, bei denen aufgrund ihrer (geringen) Flächengröße bzw. ihrer Flächenbeschaffenheit der Einsatz von fußläufig getragenen / gezogenen Messsystemen wirtschaftlich sinnvoll ist.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von magnetischen Messungen zu Fuß sind Systeme einzusetzen, die den unten beschriebenen Anforderungen entsprechen. Bei den Messungen ist zu gewährleisten, dass keine äußeren Störeinflüsse die Messungen beeinträchtigen und die Untersuchung vollflächig ohne Lücken erfolgt.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von magnetischen Sondierungen mit fußläufig getragenen/gezogenen Messsystemen ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n) anhand von Planungsunterlagen ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n) aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Durchführung der fußläufigen Sondierung mit einem Ein- oder Mehrkanalsystem,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

- Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind bei dem AG vor Beginn der Arbeiten einzureichen.
- Die Ecken jedes Messfeldes sind auszupflocken (Holzpflöcke > 40 cm Länge) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren. Die Messflächen sollten rechteckig angelegt werden oder sich aus solchen Teilen zusammensetzen. Davon kann abgewichen werden, wenn zur Ortsreferenzierung der Messdaten ein RTK-DGPS-System oder ein anderes geeignetes Ortsreferenzierungssystem zum Einsatz kommt.
- Die Eckpflöcke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit  $\pm 5$  cm im vorgegebenen Koordinatensystem (z.B. UTM ETRS89, Gauss-Krüger-Koordinaten).
- Beschriftung der Pflöcke mit Feldname und Pflöck-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflöck-Nr. 1 immer im Nordosten liegt.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

- Der AN muss über ein Positionierungssystem/-verfahren für die Messsensoren verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung unten aufgeführter Genauigkeitsangaben leisten kann.

#### Möglichkeiten:

- GPS Rover auf Sondenhalter (RTK-DGPS-Aufnahme),
- Gleichmäßiges Laufen mit Sonde(narray). Bei Profilen länger als 25 m sind Marker zu benutzen, wobei der Abstand zwischen zwei benachbarten Markern nicht größer als 25 m sein darf.
- andere Systeme, die eine exakte Zuordnung der Messwerte zu den Koordinaten erlauben (z.B. Odometer oder Fadenzähler, sofern das Gelände dies zulässt).
- Die Messdatenaufnahme kann in lokalen x, y – Koordinaten erfolgen. Dabei müssen der Nullpunkt und die Aufnahmerichtung (Laufrichtung) dokumentiert werden (siehe Anlage: Messprotokoll „Magnetik“). Eine Umrechnung der lokalen in absolute Koordinaten muss über die geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Felder mit entsprechender Software erfolgen.

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Messsonde/ sind die Messsonden an geeigneter Stelle zu kompensieren. Dazu ist eine Stelle auszuwählen, an der sich keine ferromagnetischen Körper im Untergrund bzw. in der Umgebung befinden. Die Stelle ist mit einem Holzpflock zu markieren.
- Spurweises gleichmäßiges Ablaufen der Messfläche mit der Messsonde bzw. dem Messarray. Am Ende jeder Spur muss ein Fluchtpunkt (z.B. Fluchtstange, Pylone) gesetzt sein, um das geradlinige Laufen zu erleichtern. Bei größeren Spurlängen (> 50 m) sollten Zwischenfluchtpunkte gesetzt werden. Alternativ kann die Spur z.B. mit einer metallfreien Schnur markiert werden.
- Spezifikationen Vertikal-Gradiometer-Messungen (Vertikal-Komponente (Z) des Totalfeldes) mit Fluxgate-Magnetometern
  - Sensitivität der Gradiometer: kleiner 0,5 nT,
  - Dynamik der Gradiometer: (vom Planer einzutragen),
  - Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung:  $\leq 0,25$  m,
  - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung:  $\leq 0,10$  m,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche (im Radius):  $\leq 0,15$  m,
  - Abstand der Sonden über Grund (Regelfall): max. 0,20 m,
- Spezifikationen Totalfeldmessungen bzw. Vertikal-Gradiometer-Messungen des Totalfeldes mit Cs-Dampf-Magnetometern oder vergleichbaren Totalfeldmagnetometern,
  - Sensitivität der Totalfeldmagnetometer: kleiner 0,1 nT,
  - Vertikaler Abstand der Magnetometersonden bei einer Gradiometer-Messung: 0,50 m - 1,00 m,
  - Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung:  $\leq 0,25$  m,
  - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung:  $\leq 0,10$  m,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche (im Radius):  $\leq 0,15$  m,
  - Abstand der (unteren) Sonde über Grund (Regelfall): max. 0,20 m,
  - Aufbau einer festen quasi kontinuierlich aufzeichnenden Basisstation an einer geeigneten Stelle im unmittelbaren Umfeld des Messgebietes zur Korrektur der Totalfeldmessungen.

### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, -beschreibung, -ziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und f nachfolgend).

Der Kurzbericht ist zeitnah dem AG bzw. seinem Vertreter vor Ort zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche.
- Farbige Anomalienkarte für jede gemessene (Teil-)Fläche mit Legende und Maßstab.
- Lageskizze von sichtbaren bzw. bekannten Störkörpern (z.B. Leitungen) auf bzw. am Rand der Messfläche.
- Ausführliche Dokumentation der Messdatenaufbereitung vor der Datenübergabe wie z.B. nachträgliches Kompensieren, Editieren von Messspuren, Filterungen, Ortskoordinatenaufbereitung, Zusammenführung von einzelnen Messfeldern zu einem Gesamtfeld etc..
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen.
- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den AG bzw. seinen Vertreter; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X, Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei oder in einem mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Die Koordinaten zu den aufgenommenen Messwerten aller Sonden sind im vorgegebenen System (z.B. UTM-ETRS89, Gauss-Krüger) anzugeben.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion der Sonden ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.



## **A-9.3.10 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)**

### **1 Geltungsbereich**

Geophysikalische Erkundung von Testfeldern und anderen Flächen zur Ermittlung des metallischen Störkörperinventars, die aufgrund ihrer Flächengröße und Flächenbeschaffenheit einen wirtschaftlichen Einsatz von fahrzeuggestützten Messsystemen (Sondenarrays) ermöglichen.

### **2 Allgemeine Anforderungen**

Grundsätzlich sind für elektromagnetische Untersuchungen Mehrkanalmessgeräte mit zwei übereinander angeordneten Spulen und mehreren Zeitkanälen einzusetzen, um eine Tiefenabschätzung der Störkörper zu ermöglichen.

### **3 Vorgehensweise**

#### **3.1 Arbeitsschritte**

Die Durchführung von TDEM-Sondierungen mit fahrzeuggestützten Messsystemen ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n) / Messstreifen anhand von Planungsunterlagen ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n)/ Messstreifen aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Anlegen eines abzufahrenden Profillinienplans in Abhängigkeit der Messbreite des eingesetzten Sondenarrays,
- Aufbau eines DGPS-Messsystems zur Georeferenzierung der Messdaten vor Ort (Basis/Rover-System oder ein vergleichbares System wie z.B. Rover/SAPOS),
- Durchführung der fahrzeuggestützten Sondierung,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Ebenfalls ist das geplante Profillinienraster einzuzeichnen. Die Unterlagen sind dem AG vor Beginn der Arbeiten einzureichen.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

Der AN muss über ein Positionierungssystem/-verfahren für die Messsensoren verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung unten aufgeführter Genauigkeitsangaben leisten kann. Hierbei ist insbesondere darauf zu achten, dass die Ortsreferenzierung aller einzelnen Sonden des Messarrays auch beim Abfahren von Kurven gegeben ist. Dies ist z.B. mit einem RTK-DGPS-System (Basis/Rover bzw. SAPOS-System) mit entsprechender Referenzierungssoftware zu erreichen. Andere Systeme z. B. auf Basis von Ultraschall, Laser oder Funktriangulation sind zulässig, wenn die geforderte absolute Lagegenauigkeit (s.u.) eingehalten wird.

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Messsonde/ sind die Messsonden gegebenenfalls an geeigneter Stelle zu kompensieren. Dazu ist eine Stelle auszuwählen, an der sich keine metallischen Körper im Untergrund bzw. in der Umgebung befinden.
- Spezifikationen TDEM – Messungen:
  - Für die TDEM-Sondierung ist ein Mehrkanalmessgerät mit zwei übereinander angeordneten Spulen mit digitaler Messwertaufzeichnung einzusetzen. Die Messung mit übereinander angeordneten Spulen ist für eine Störkörpertiefenabschätzung notwendig.
  - Spurabstand bei flächenhafter Erfassung: mindestens 25% Überlappung,
  - Messpunktabstand in Profilrichtung:  $\leq 50\%$  der Spulenbreite in Profilrichtung, <sup>(1)</sup>
  - Spulengröße: (vom Planer festzulegen),
  - Zeitfenster für die Messwernerfassung (mind. 3): (vom Planer festzulegen),
  - Zeitfenster für die Messwernerfassung: (vom Planer festzulegen),

<sup>(1)</sup> Beispiel: bei einer Spulengröße von 0,5 x 1,0 befindet sich die kürzere Seite (= 0,5 m) in Laufrichtung. 50 % dieser Breite betragen 0,25 m. Dies ist der Messpunktabstand

- Aufzeichnung Differenzmessung „untere Spule – obere Spule“ zur Tiefenabschätzung in einem dazu geeigneten Zeitfenster,
- Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Untersuchungsfläche (im Radius):  $\leq 0,15$  m.

### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, -beschreibung, -ziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Untersuchungsflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und c nachfolgend).

Der Kurzbericht ist zeitnah dem AG oder seinem Vertreter AG vor Ort zu übergeben,

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche als Anlage zum Kurzbericht,
- Farbige Anomalienkarte für jede gemessene (Teil-)Fläche mit Legende und Maßstab,
- Lageskizze von sichtbaren bzw. bekannten Störkörpern (z.B. Leitungen) auf bzw. am Rand der Untersuchungsfläche,
- Ausführliche Dokumentation der Messdatenaufbereitung vor der Datenübergabe wie z.B. nachträgliches Kompensieren, Editieren von Messspuren, Filterungen, Ortskoordinatenaufbereitung, Zusammenführung von einzelnen Messfeldern zu einem Gesamtfeld etc.,
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen,
- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den Vertreter des AG vor Ort; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X, Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei oder in einem mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Die Koordinaten zu den aufgenommenen Messwerten aller Sonden sind im vorgegebenen System (z.B. UTM-ETRS89, Gauss-Krüger) anzugeben.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.

## **A-9.3.11 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme)**

### **1 Geltungsbereich**

Geophysikalische Erkundung von Testfeldern und anderen Flächen zur Ermittlung des metallischen Störkörperinventars, bei denen aufgrund ihrer (geringen) Flächengröße bzw. ihrer Flächenbeschaffenheit der Einsatz von fußläufig getragenen/gezogenen Messsystemen wirtschaftlich sinnvoll ist.

### **2 Allgemeine Anforderungen**

Grundsätzlich sind für elektromagnetische Untersuchungen Mehrkanalmessgeräte mit zwei übereinander angeordneten Spulen und mehreren Zeitkanälen einzusetzen, um eine Tiefenabschätzung der Störkörper zu ermöglichen.

### **3 Vorgehensweise**

#### **3.1 Arbeitsschritte**

Die Durchführung der TDEM-Sondierungen mit fußläufig getragenen/gezogenen Messsystemen ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n) anhand von Planungsunterlagen, ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n) aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Durchführung der fußläufigen Sondierung,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

- Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind bei dem AG vor Beginn der Arbeiten einzureichen.
- Die Ecken jedes Messfeldes sind auszupflocken (Holzpflöcke > 40 cm Länge) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren. Die Messflächen sollten rechteckig angelegt werden oder sich aus solchen Teilen zusammensetzen. Davon kann abgewichen werden, wenn z.B. zur Ortsreferenzierung der Messdaten ein RTK-DGPS-System zum Einsatz kommt.
- Die Eckpflöcke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit  $\pm 5$  cm im vorgegebenen Koordinatensystem (z.B. Gauss-Krüger-Koordinaten).
- Beschriftung der Pflöcke mit Feldname und Pflöck-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflöck-Nr. 1 im Nordosten liegt.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

- Der AN muss über ein Positionierungssystem/-verfahren für die Messsensoren verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung unten aufgeführter Genauigkeitsangaben leisten kann.

#### Möglichkeiten:

- GPS Rover auf Sondenhalter (RTK-DGPS-Aufnahme),
- Gleichmäßiges Laufen mit Sonde(narray). Bei Profilen länger als 25 m sind Marker zu benutzen, wobei der Abstand der Marker nicht größer als 25 m sein darf.
- Messwertaufzeichnung durch Triggerung mit einem Odometer in äquidistanten Abständen,
- andere Systeme, die eine exakte Zuordnung der Messwerte zu den Koordinaten erlauben.
- Die Messdatenaufnahme kann in lokalen x, y-Koordinaten erfolgen. Dabei muss der Nullpunkt und die Aufnahmerichtung (Laufrichtung) dokumentiert werden (siehe Anlage: Messprotokoll „TDEM“). Eine Umrechnung der lokalen in absolute Koordinaten muss über die geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Felder mit entsprechender Software erfolgen.

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Messsonde/ sind die Messsonden gegebenenfalls an geeigneter Stelle zu kompensieren. Dazu ist eine Stelle auszuwählen, an der sich keine metallischen Körper im Untergrund bzw. in der Umgebung befinden. Die Stelle ist mit einem Holzpflöck zu markieren.
- Spurweises gleichmäßiges Ablaufen der Messfläche mit der Messsonde bzw. dem Messarray. Am Ende jeder Spur muss ein Fluchtpunkt (z.B. Fluchtstange) gesetzt sein, um das geradlinige Laufen zu erleichtern. Bei größeren Spur-längen (> 50 m) sollten Zwischenfluchtpunkte gesetzt werden.
- Spezifikationen TDEM – Messungen
  - Für die TDEM-Sondierung ist ein Mehrkanalmessgerät mit zwei übereinander angeordneten Spulen mit digitaler Messwertaufzeichnung einzusetzen. Die Messung mit übereinander angeordneten Spulen ist für eine Störkörpertiefenabschätzung notwendig.
  - Spurabstand bei flächenhafter Erfassung: mindestens 25% Überlappung,
  - Messpunktabstand in Profilrichtung:  $\leq 50\%$  der Spulenbreite in Profilrichtung<sup>(1)</sup>,
  - Spulengröße: (vom Planer festzulegen),
  - Anzahl der Zeitfenster für die Messwerterfassung: (vom Planer festzulegen),
  - Zeitfenster für die Messwerterfassung (mind. 3): (vom Planer festzulegen),
  - Aufzeichnung Differenzmessung „untere Spule – obere Spule“ zur Tiefenabschätzung in einem dazu geeigneten Zeitfenster,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche (im Radius)  $\leq 0,15$  m.

(1) Beispiel: bei einer Spulengröße von 0,5 x 1,0 befindet sich die kürzere Seite (= 0,5 m) in Laufrichtung. 50 % dieser Breite betragen 0,25 m. Dies ist der Messpunktabstand.

### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, Projektbeschreibung, Projektziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und c nachfolgend).

Der Kurzbericht ist dem AG bzw. seinem Vertreter zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche als Anlage zum Kurzbericht,
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen als Anlage zum Kurzbericht,
- Übergabe der Koordinaten der geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Messflächen mit entsprechender Zuordnung zu den Messfeldern als ASCII-Datei,
- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den Vertreter des AG vor Ort; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X, Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei. Die Koordinaten zu den aufgenommenen Messwerten aller Sonden sind im vorgegebenen System (z.B. Gauss-Krüger) anzugeben.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.



## A-9.3.12 Tiefensondierungen

### 1 Geltungsbereich

Die magnetischen Tiefensondierungen (auch als Bohrlochsondierungen bezeichnet) beziehen sich ausschließlich auf Vertikal-Gradiometer-Messungen mit Fluxgate-Magnetometern.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von Tiefensondierungen sind Systeme einzusetzen, die den nachfolgenden Anforderungen entsprechen.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von Tiefensondierungen wird in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Fläche(n), Flächenstreifen oder Verdachtspunkte aus den Planungsunterlagen, die mit Tiefensondierungen untersucht werden sollen. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n)/ Messstreifen bzw. der Verdachtspunkte aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Festlegung eines der Aufgabenstellung entsprechenden Bohrlochrasters bzw. der Bohransatzpunkte,
- Durchführung der Tiefensondierungen gemäß Bohrlochanordnung,
- Dokumentation der Tiefensondierungen,
- Qualitätssicherung.

#### 3.2 Anforderungen

##### 3.2.1 Festlegung der Messflächen / des Bohrlochrasters

Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind bei dem AG vor Beginn der Arbeiten zur Kenntnisnahme einzureichen.

Bestandteil der einzureichenden Unterlagen ist auch das Bohrlochraster (s.a. folgende Kapitel).

Alle Bohransatzpunkte sind auf einer Karte einzuzeichnen, eindeutig zu benennen und mit Koordinaten zu belegen.

### 3.2.2 Anlage, Einmessung und Durchführung der Bohrungen

Vor Beginn der Bohrungen sind Leitungs- und Kabelpläne einzuholen (Schachterlaubnis) und die Flächen mit einem geeigneten Suchgerät zu sondieren. Falls erforderlich sind Suchschachtungen durchzuführen.

Nicht anzuwenden sind Bohrungen mit einem schlagenden, ram-menden oder rüttelnden Verfahren. Die Bohrungen sind drehend mit Schnecke/Schappe auszuführen. Bohrkronen als Schneidewerkzeug sind nicht zulässig.

Beim Auftreten von plötzlichen, ungewöhnlichen Widerständen ist die Bohrung sofort aufzugeben. Der neue Ansatzpunkt muss einen Abstand von mindestens 2 m haben. Spülverfahren können sinngemäß verwendet werden.

Die Bohrlöcher sind mit einem PVC-Rohr zu verrohren (Innendurchmesser mindestens 60 mm; Rohrunterseite mit Stopfen gegen Aufspülen vom Erdreich verschlossen; Rohr 0,30 m über GOK abgeschnitten).

Die erste Tiefenbohrung (siehe Bohrlochraster für Bombenblindgängerverdachtspunkte, Spundwandachsen, Pfahlgründungen, Rammkernsondierungen) wird in 1m-Abschnitten eingebracht. Nach jedem Abschnitt muss sondiert (frei gemessen) werden. Beim Ausbleiben von Störsignalen können die unmittelbar benachbarten Bohrlöcher ohne Unterbrechung in die angestrebte Tiefe niedergebracht und sondiert werden. Die zweite (unmittelbar benachbarte) Bohrlochreihe kann ohne Zwischenkontrolle in voller Länge niedergebracht werden, wenn sie im angestrebten Suchraster parallel zur ersten verläuft. Wenn die zweite Reihe vollständig sondiert wurde, kann die dritte Bohrlochreihe ohne Unterbrechung niedergebracht werden usw.

Für unterschiedliche Aufgabenstellungen werden Empfehlungen für die Anlage von Bohrlochrastern für die Durchführung von Tiefensondierungen gegeben. Von diesen Empfehlungen kann abgewichen werden, wenn dies fachlich begründet werden kann. Folgende Aufgabenstellungen werden unterschieden:

- Kontrolle von Bombenblindgängerverdachtspunkten,
- Freigabe von Spundwandachsen,
- Freigabe bei Pfahlgründungen.

Bohrungen für die Überprüfung von Bombenblindgängerverdachtspunkten

- Verdachtspunkte für Bombenblindgänger sind nach Lage und Höhe mit einer Genauigkeit von mindestens 0,10 m einzumessen, auszupflocken und zu dokumentieren.
- Das Bohrlochraster ist ausgehend vom eingemessenen Verdachtspunkt so zu dokumentieren, dass die absoluten Koordinaten für die einzelnen Bohrpunkte berechnet werden können. Wird ein unregelmäßiges Bohrraster angewendet, sind alle Bohrpunkte entsprechend den Vorgaben für die Vermessung des Verdachtspunktes einzumessen.

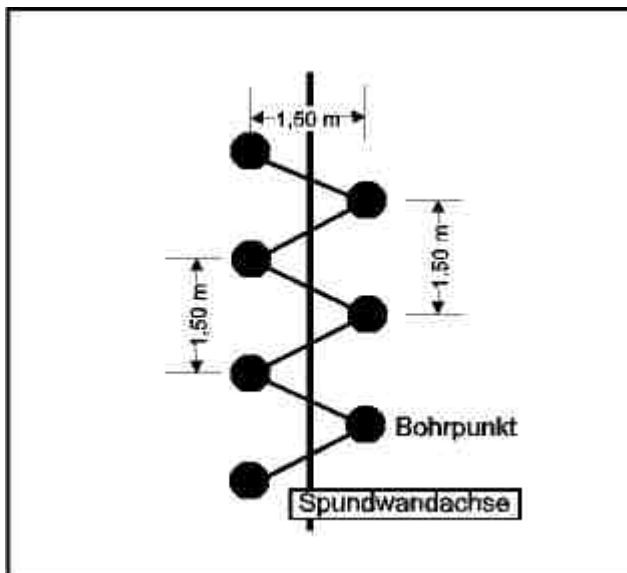
Bohrlochraster: Das Bohrlochraster ist so anzulegen, dass der Abstand zwischen zwei beliebigen, benachbarten Bohrlöchern einen Abstand von 1,5 m nicht überschreitet. Durch den Planer können gegebenenfalls geringere/größere Abstände gefordert werden.

Die Anlage des Rasters erfolgt in Reihen ausgehend von der ersten Bohrung. Bohrlöcher zweier benachbarter Reihen sind jeweils um den halben Bohrlochabstand zu versetzen. Der Suchbereich um den Bombenblindgängerverdachtspunkt ist in Abhängigkeit von den Standort- und Kampfmittelfaktoren zu wählen.

#### Bohrungen auf Spundwandachsen

- Das Bohrlochraster ist bezogen auf die Lage der Spundwandachse so zu wählen, dass die absoluten Koordinaten für alle einzelnen Bohrpunkte berechnet werden können (die Spundwandachse muss geodätisch eingemessen sein). Wird ein unregelmäßiges Bohrraster angewendet, sind alle Bohrpunkte entsprechend der Vorgaben für die Vermessung eines Bombenblindgängerverdachtspunktes einzumessen.

Bohrlochraster: Entlang der geodätisch eingemessenen Spundwandachse ist auf beiden Seiten je eine Reihe von Bohrlöchern niederzubringen, wobei jede der Reihen nicht mehr als 0,75 m von der Mitte der Spundwandachse entfernt sein darf. Der Abstand zwischen zwei beliebigen, benachbarten Bohrlöchern einer Bohrlochreihe darf dabei einen Abstand von 1,5 m nicht überschreiten. Die Bohrlöcher der beiden Reihen sind dabei jeweils um 50 % des Basisabstandes versetzt anzulegen.



### Lage der Bohrpunkte

#### Bohrungen bei Pfahlgründungen

- Bei Pfahlgründungen  $> 0,50$  m sollen drei Bohrpunkte im Winkel von  $120^\circ$  bei Einhaltung eines Abstandes von  $\leq 0,75$  m Radius ausgehend von der Mittelachse der Gründung angelegt werden; bei Pfahlgründungen  $\leq 0,50$  m eine Bohrung im Zentrum des Bohrpfahls. Das Bohrlochraster ist so zu dokumentieren, dass die absoluten Koordinaten für alle einzelnen Bohrpunkte berechnet werden können. Das Zentrum des Bohrpfahls ist entsprechend einzumessen (s.o.).

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Sonde / sind die Sonden an geeigneter Stelle (frei von magnetischen Anomalien) zu kompensieren. Dies ist zu dokumentieren.
- Für die Messungen ist die Sonde im Bohrloch über die gesamte Länge von unten nach oben zu ziehen. Dabei ist zu gewährleisten, dass der geforderte Abstand zwischen zwei Messpunkten sowie die Ortsreferenzierung der Messwerte zur Tiefe im Bohrloch mit der unten angegebenen Genauigkeit erfolgt.

Spezifikationen Vertikal-Gradiometer-Messungen mit Fluxgate-Magnetometern

- Sensitivität der Gradiometer: kleiner 0,5 nT,
- Dynamik der Gradiometer: (vom Planer festzulegen),
- Messpunkt Abstand Tiefenachse  $\leq 0,10$  m,
- Positionierungsgenauigkeit eines Messwertes zur Tiefe im Bohrloch (gemessen von der Oberkante der Verrohrung)  $\leq 0,10$  m.

### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, -beschreibung, -ziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der Anzahl der durchgeführten Bohrlochmessungen inkl. Tiefen, Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe nachfolgende Punkte).

Lageplan des Bohrrasters,

- Magnetische Messkurven für jedes gemessene Bohrloch mit Legende und Maßstab,
- Lageskizze von sichtbaren bzw. bekannten Störkörpern (z.B. Leitungen) im Bereich der Bohrlöcher,
- Ausführliche Dokumentation der Messdatenaufbereitung vor der Datenübergabe wie z.B. nachträgliches Kompensieren, Editieren von Messspuren, Filterungen, Ortskoordinatenaufbereitung etc.,
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen,

- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den Vertreter des AG vor Ort; Datenformat: pro Zeile: X, Y-Koordinate (Lagekoordinate der Bohrung), Teufenwert Z und magnetischer Messwert als ASCII-Datei oder in einem mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Die Koordinaten aller Bohrungen sind im vorgegebenen System (z.B. UTM-ETRS89, Gauss-Krüger) anzugeben.

Der Kurzbericht ist zeitnah an den AG oder seinen Vertreter zu übergeben.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.

## A-9.3.13 MS-Sonde (Metalldetektor)

### 1 Geltungsbereich

Geophysikalische Erkundung ohne digitale Aufnahme von Testfeldern und anderen Flächen oder Punkten für Erkundungstiefen bis ca. 30 cm unter Geländeoberkante mit Hilfe von Metalldetektoren (MS-Sonde) zur Ermittlung des metallischen Störkörperinventars.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von Sondierungen mit MS-Sonden sind Systeme einzusetzen, die den unten beschriebenen Anforderungen entsprechen.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von händischen Sondierungen mit Metalldetektoren ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n) anhand von Planungsunterlagen, ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n) aus den Planunterlagen oder im Gelände.
- Dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Unterteilung der Messfläche in 1 m breite Suchstreifen,
- Durchführung der fußläufigen Sondierung,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

- Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind dem AG vor Beginn der Arbeiten zu überreichen.
- Die Ecken jedes Messfeldes sind auszupflocken (Holzpflocke > 40 cm Länge) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren.
- Die Eckpflocke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit  $\pm 5$  cm im vorgegebenen Koordinatensystem (z.B. Gauss-Krüger-Koordinaten).
- Beschriftung der Pflocke mit Feldname und Pflock-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflock-Nr. 1 im Nordosten liegt.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

Kennzeichnung und Durchnummerierung von 1 m breiten Suchstreifen innerhalb der ausgepflockten Fläche(n). Die Suchstreifen sind im Gelände mit Laufleinen zu markieren. Die Lage der Suchstreifen bezogen auf die Messfläche ist entsprechend zu dokumentieren. Die Lage von Funden wird über die Nummer des Suchstreifens sowie deren Lage innerhalb des Suchstreifens ortsreferenziert.

### 3.2.3 Sondierung

Flächenhaftes Ablaufen der Messfläche(n) in ca. 1 m breiten Streifen. Die MS-Sonde ist so zu führen, dass jeweils die gesamte Streifenfläche erfasst wird. Dabei ist der Detektor in einer Höhe von 3 – 5 cm über den Erdboden zu schwenken bzw. zu führen. Die von der Suchspule überstrichenen Streifen müssen sich dabei um mindestens 20 % überlappen.

Die Empfindlichkeit der Metalldetektoren ist dem Leistungsziel anzupassen.



### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, -beschreibung, -ziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und c nachfolgend).

Der Kurzbericht ist zeitnah an den AG oder seinen Vertreter zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche als Anlage zum Kurzbericht,
- Nachweise über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen als Anlage zum Kurzbericht,
- Übergabe der Koordinaten der geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Messflächen mit entsprechender Zuordnung zu den Messfeldern als ASCII-Datei,
- Dokumentation der detektierten Störkörper nach Art, Größe, Gewicht, Tiefe und Lage auf der Prüffläche.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.



## A-9.3.14 Georadar

### 1 Geltungsbereich

Erkundung von Testfeldern und anderen Flächen zur Ermittlung des Störkörperinventars im Untergrund, die aufgrund ihrer Beschaffenheit eine magnetische bzw. elektromagnetische Erkundung nicht zulassen.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Die Durchführung von Georadar-Messungen erfordert eine ebene, durchgängig begehbare, hindernisfreie Messfläche ohne höhere Vegetation. Niedriger Bewuchs wie (gemähter) Rasen ist zulässig. Die Erkundungstiefe des Georadars wird maßgeblich durch den Bodentyp des Untergrundes bestimmt. Eine geringe Erkundungstiefe wird in feucht-tonigem, eine größere Erkundungstiefe in trocken-sandigem Boden erreicht. Ebenso können in der Regel unterhalb des Grundwasserspiegels keine Objekte erfasst werden. Die Erkundungstiefe von Georadarmessungen liegt üblicherweise zwischen 0,50 m und 3,00 m.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von Georadar-Messungen ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n)/Messstreifen anhand von Planungsunterlagen, ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n)/ Messstreifen aus den Planungsunterlagen oder im Gelände,
- Anlegen eines Profillinienplans,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Durchführung von Testmessungen zum Abgleich der erreichbaren Erkundungstiefe des Georadars im Untersuchungsgebiet mit der geforderten Erkundungstiefe gemäß Aufgabenstellung,
- Durchführung der Georadar-Messungen,
- Dokumentation der Georadar-Messungen,
- Qualitätssicherung.

## 3.2 Anforderungen

### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

- Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind dem AG vor Beginn der Arbeiten zur Kenntnisnahme einzureichen.
- Die Ecken jedes Messfeldes sind auszupflocken (Holzpflocke > 40 cm Länge) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren. Die Messflächen sollten rechteckig angelegt werden oder sich aus solchen Teilen zusammensetzen. Davon kann abgewichen werden, wenn zur Ortsreferenzierung der Messdaten ein RTK-DGPS-System oder ein anderes geeignetes Ortsreferenzierungssystem zum Einsatz kommt.
- Die Eckpflocke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit  $\pm 5$  cm im vorgegebenen Koordinatensystem (z.B. UTM ETRS89, Gauss-Krüger-Koordinaten).
- Beschriftung der Pflocke mit Feldnamen und Pflock-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflock-Nr. 1 im Nordosten liegt.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

Der AN muss über ein Positionierungssystem/-verfahren für die Geradar-Messungen verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung unten aufgeführter Genauigkeitsangaben leisten kann. Dies kann z.B. über ein DGPS- oder über ein Odometer-System erfolgen.

Die Messdatenaufnahme kann auch in lokalen x, y – Koordinaten erfolgen. Dabei müssen der Nullpunkt und die Aufnahme-richtung (Laufrichtung) dokumentiert werden. Eine Umrechnung der lokalen in absolute Koordinaten muss über die geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Felder mit entsprechender Software erfolgen.

### 3.2.3 Testmessungen

Vor dem Beginn der eigentlichen Messungen ist zu prüfen, ob bei den gegebenen Boden- / Ortsverhältnissen das Georadar-Verfahren geeignet ist, das geforderte Leistungsziel insbesondere im Hinblick auf die zu erzielende Erkundungstiefe zu erfüllen.

Bei kleinen Messflächen/-streifen kann eine Entscheidung über den Einsatz der Georadar-Messungen nach der Durchführung von Probeprofilen direkt vor Ort zusammen mit dem Planer getroffen werden. Die Anforderungen an die Messtechnik sind dem Punkt 3.2.4 (s.u.) zu entnehmen.

Für große Flächen sind an verschiedenen Stellen der Messfläche(n) Probeprofile mit unterschiedlichen Antennenfrequenzen (z.B. 200 / 400 MHz.) zu messen. Die Mindestlänge einzelner Probeprofile beträgt 20 m. Die Ergebnisse der Testmessung sind in einem Kurzbericht inkl. einer Wertung über den zu erwartenden Erfolg der Georadar-Messung in Bezug auf das Leistungsziel darzustellen. Ebenso ist eine Empfehlung über die einzusetzende(n) Antennenfrequenz(en) anzugeben.

### 3.2.4 Georadar-Messungen

- Vor dem Beginn der Messungen ist eine geeignete Verstärkungskurve für die Georadaraufzeichnungen auf dem Gelände vor Ort zu ermitteln. Die Verstärkungskurve ist zu dokumentieren.
- Spurweises Abfahren der Messfläche(n) mit dem Georadar.
- Spezifikationen des Georadars:
  - Geschirmte Antennen,
  - Antennenfrequenz: 100 – 500 MHz,
  - Profilabstand:  
100 bis 270 MHz:  $\leq 1,00$  m  
>270 bis 500 MHz:  $\leq 0,50$  m,
  - Messpunktabstand in Bewegungsrichtung:  $\leq 0,05$  m,
  - Absolute Positionierungsgenauigkeit (x, y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zu den Lagekoordinaten auf der Messfläche  $\leq 0,15$  m.

### 3.2.5 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektname, Projektbeschreibung, Projektziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und f nachfolgend).

Der Kurzbericht ist dem AG oder seinem Vertreter zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche,
- Gemessene Radargramme mit Legende und Maßstab (auf CD-ROM mit Viewer),
- Lageskizze von sichtbaren bzw. bekannten Störkörpern (z.B. Leitungen, Kanaldeckel) auf der Messfläche,
- Ausführliche Dokumentation der Messdatenaufbereitung vor der Datenübergabe wie z.B. Editieren von Messspuren, Filterungen, Ortskoordinatenaufbereitung,
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen,
- Übergabe der Messdaten auf digitalem Datenträger (Floppy, CD-ROM) an den Vertreter des AG vor Ort; Datenformat: Absprache mit dem AG.

### 3.2.6 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.

## A-9.3.15 Magnetik ohne digitale Aufnahme

### 1 Geltungsbereich

Geophysikalische Erkundung von Flächen zur Ermittlung des ferromagnetischen Störkörperinventars, bei denen eine digitale Aufzeichnung nicht gefordert ist.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von händisch geführten magnetischen Sondierungen ohne digitale Aufzeichnung sind Systeme (Gradiometer) einzusetzen, die den nachfolgenden Anforderungen entsprechen.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von händischen Sondierungen mit Gradiometern ist in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- Bestimmung der Messfläche(n) anhand von Planungsunterlagen ggf. Bestimmung der Koordinaten der Eckpunkte der Messfläche(n) aus den Planunterlagen oder im Gelände,
- Bedarfsweise dauerhafte Markierung der Messflächen im Gelände,
- Unterteilung der Messfläche in 1 m breite Suchstreifen,
- Durchführung der magnetischen Sondierungen,
- Dokumentation der Sondierungen,
- Qualitätssicherung.

#### 3.2 Anforderungen

##### 3.2.1 Festlegung der Messflächen

- Bestimmung der geplanten Messfläche(n) aus den Planungsunterlagen. Der Umriss der Messflächen(n) ist als Koordinatenzug (Polygonzug) zu dokumentieren und im Lageplan darzustellen. Die Unterlagen sind bei dem AG vor Beginn der Arbeiten einzureichen.
- Die Ecken jedes Messfeldes sind auszupflocken (Holzpflocke > 40 cm) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren.
- Die Eckpflocke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit  $\pm 5$  cm im vorgegebenen Koordinatensystem (z.B. Gauss-Krüger-Koordinaten).

- Beschriftung der Pflöcke mit Feldname und Pflöck-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflöck-Nr. 1 im Nordosten liegt.

### 3.2.2 Ortsreferenzierung

- Kennzeichnung und Durchnummerierung von 1 m breiten Suchstreifen innerhalb der ausgepflockten Fläche(n).
- Die Suchstreifen sind im Gelände mit Laufleinen zu markieren. Die Lage der Suchstreifen, bezogen auf die Messfläche, ist entsprechend zu dokumentieren.
- Die Lage von Funden wird über die Nummer des Suchstreifens sowie deren Lage innerhalb des Suchstreifens ortsreferenziert.

### 3.2.3 Sondierung

- Vor dem Beginn der Messungen ist die Messsonde/ sind die Messsonden an geeigneter Stelle zu kompensieren. Dazu ist eine Stelle auszuwählen, an der sich keine ferromagnetischen Körper im Untergrund bzw. in der Umgebung befinden. Die Stelle ist mit einem Holzpflock zu markieren.
- Flächenhaftes Ablaufen der Messfläche(n) in maximal 1 m breiten Streifen. Das Gradiometer ist so zu führen, dass jeweils die gesamte Streifenfläche erfasst wird. Dabei ist die Sonde in einer Höhe von  $\leq 0,10$  m über den Erdboden zu schwenken bzw. zu führen. Die von der Sonde überstrichenen Streifen müssen sich dabei um mindestens 20 % überlappen. Die Suchstufe ist dem Leistungsziel anzupassen.
- Spezifikationen Vertikal-Gradiometer-Messungen mit Fluxgate-Magnetometern:
  - Sensitivität der Gradiometer: kleiner 0,5 nT,
  - Dynamik der Gradiometer: (vom Planer anzugeben),
  - Abstand der Sonden über Grund (Regelfall): max. 0,10 m.
- Kennzeichnung lokalisierter Verdachtspunkte für Störkörper im Untergrund mit geeigneten Markern (gut sichtbare Kunststoff- oder Holzpflocke).



### 3.2.4 Dokumentation

- Erstellen eines tabellarischen Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

Projektbezeichnung, Projektbeschreibung, Projektziel, Durchführungszeitraum, eingesetzte Technik, Messtechniker, Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n), Witterungsbedingungen, Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil, Maßnahmen der Qualitätssicherung, Besonderheiten, Anlagen (siehe Punkte b und c nachfolgend).

Der Kurzbericht ist zeitnah dem AG oder seinem Vertreter vor Ort zu übergeben.

- Führen eines Messprotokolls für jede gemessene (Teil-)Fläche als Anlage zum Kurzbericht,
- Nachweis über die Durchführung der Qualitätssicherung der Messungen als Anlage zum Kurzbericht,
- Übergabe der Koordinaten der geodätisch eingemessenen Eckpunkte der Messflächen mit entsprechender Zuordnung zu den Messfeldern als ASCII-Datei,
- Dokumentation der detektierten Störkörper nach Lage und ggf. Tiefe auf der Prüffläche.

### 3.2.5 Qualitätssicherung

Die fehlerfreie Funktion des Messsystems ist in geeigneter Weise kontinuierlich zu überprüfen und in einem Kurzbericht zu dokumentieren.

Neben den betriebsinternen Maßnahmen zur Qualitätssicherung (QS) kann die QS während der Maßnahme über das Einrichten eines Sondenprüffeldes erfolgen, das während einer Messkampagne mit gleichen Messparametern wiederholt gemessen wird (vor dem Beginn, während und zum Schluss der Messkampagne).

Neben der QS im Rahmen der Messungen vor Ort ist dem AG durch Vorlage einschlägiger Kalibrierungs- oder Prüfprotokolle, die nicht älter als ein Jahr sein dürfen, die regelmäßige Prüfung bzw. Wartung der verwendeten Sonden nachzuweisen.



## A-9.4 Phase C

### A-9.4.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige

#### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die fachspezifischen Anforderungen an freiberuflich Tätige (fbT) in der Phase C.

Die fachliche Eignung für die Erbringung von Ingenieur- bzw. Planungsleistungen zur Kampfmittelräumung ist aufgrund der Fachkunde, Leistungsfähigkeit, Erfahrung und Zuverlässigkeit im Sinne § 13 VOF zu beurteilen.

#### 2 Allgemeine Kenntnisse

##### 2.1 Fachtechnisch

Die Ingenieurleistungen im Bereich der Kampfmittelräumung (KMR) erfordern natur- und ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse und Erfahrungen:

- fachliche Kenntnisse auf dem Gebiet der KMR:
  - funktionelle, technische und organisatorische Planung von KMR-Vorhaben,
  - Aufbau- Funktions- und Wirkungsweise von Munition,
  - Umgang mit Fundmunition,
  - Umgang mit Explosivstoffen, Nebel-, Reiz- und Kampfstoffen,
  - Beurteilung und Bewertung der Anwendung zweckmäßiger Räumverfahren,
  - Einsatz von Baugeräten in der KMR,
  - Erfahrungen / Kenntnisse im Tiefbau.
- Kenntnisse im Arbeitsschutz,
- Kenntnisse in Datenaufnahme, Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung,
- Kenntnisse der grundlegenden fachlichen Regelwerke.

## 2.2 Rechtlich

Kenntnis folgender einschlägiger Rechtsvorschriften:

- SprengG und der untergesetzlichen Regelungen,
- Kampfmittelverordnungen der Länder.

Grundkenntnisse der einschlägigen Rechtsvorschriften, insbesondere

- Chemikaliengesetz,
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung,
- Bundes-Immissionsschutzrecht,
- Arbeitsschutzgesetz,
- Wasserhaushaltsgesetz,
- Naturschutzrecht,
- Gefahrstoffverordnung,
- GGVS(E) Gefahrgutverordnung Straße,
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Landesabfallgesetze,
- Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- Unfallverhütungsvorschriften / Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
- Vertragsrecht (BGB, VOB, VOL, VOF, HOAI),
- Kenntnisse über Aufbau und Zuständigkeiten der öffentlichen Verwaltung.

## 3 Besondere fachliche Kenntnisse

Das Erstellen von Räumkonzepten, die Durchführung der Räumplanung und Ausführungsplanung sowie die örtliche Bauüberwachung in der Phase C stellen besondere fachliche Anforderungen an den / die Bearbeiter. Zu folgenden Planungs- bzw. Durchführungsphasen sind - zu den in folgenden Leistungsbildern (Unterkapiteln) dargestellten Tätigkeiten - vertiefte Fachkenntnisse der KMR erforderlich:

### 3.1 Erstellung von Räumkonzepten

- Grundlagenermittlung:
  - Ermitteln der Voraussetzungen zur Lösung der Aufgabe.
- Durchführung die Phase B ergänzender technischer Untersuchungen,
- Vorplanung:
  - Untersuchen, beurteilen und bewerten von Lösungsmöglichkeiten,
  - Erarbeiten eines Planungskonzeptes für die favorisierte Lösung,
  - Kostenermittlung (ES Bau).

### 3.2 Durchführung der Räumplanung und Ausführungsplanung

- Entwurfsplanung:
  - Erläuterungsbericht und zeichnerische Darstellung des Gesamtentwurfs; Ablaufplan; Liegenschaftsplan mit Räumsektoren und Kostenwirkungsfaktoren,
  - Verhandlungen mit den KBD zur Durchführbarkeit,
  - Kostenberechnung.
- Ausführungsplanung:
  - Vorbereitung der Vergabe (Aufstellen der Verdingungsunterlagen),
  - Mitwirken bei der Vergabe.
- Koordination der Belange des Arbeitsschutzes in der Planungsphase.

### 3.3 Örtliche Bauüberwachung

- Qualitätskontrolle durch Prüfung geräumter Bereiche gemäß A-9.4.2 und der Zuordnung der Funde zu den Fundklassen,
- Sicherstellung einer lückenlosen Dokumentation der Räumarbeiten gemäß A-9.4.10,
- Rechnungsprüfung, Mitwirkung bei der Abnahme,
- Tätigkeiten des Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators (SiGeKo).

## 4 Nachweise

Die Nachweise zu den Allgemeinen Anforderungen sind durch den Bieter im Vergabeverfahren beizubringen.

#### 4.1 Personelle Anforderungen

Zur Eignung muss der fbT zu seiner beruflichen Bildung, fachspezifischen Ausbildung und praktischen Erfahrung folgende Nachweise führen:

- Abgeschlossenes Studium mit naturwissenschaftlich-technischer Ausrichtung an einer Universität oder Fachhochschule oder eine gleichwertige Qualifikation,
- Eine mindestens 3-jährige praktische Tätigkeit im Bereich Kampfmittelräumung,
- Gültige(r) Befähigungsschein(e) des / der beauftragten Mitarbeiter(s) gemäß § 20 SprengG.

Soweit dem fbT auch Aufgaben des SiGeKo übertragen werden sollen, muss er ferner die Anforderungen gemäß A-9.1.11 erfüllen.

Folgende besonderen fachlichen Kenntnisse sind nachzuweisen:

- Referenzliste über die in den letzten 3 Jahren durchgeführten Projekte, in denen der fbT maßgebliche Entscheidungen zu treffen hatte,
- Beschreibung von ausgewählten Projekten, mit denen der Nachweis der gestellten Anforderungen nachvollziehbar belegt werden kann,
- Ausbildung / beruflicher Werdegang der / des verantwortlichen Projektbearbeiter(s),
- ggf. Veröffentlichungsliste,
- ggf. Arbeitsproben.

#### 4.2 Technische Ausstattung

Der fbT muss über die erforderliche Geräteausstattung zur Bearbeitung der jeweils beauftragten Leistungen der Phase C verfügen. Dies sind z.B.:

- Technische Ausstattung zur computergestützten Bearbeitung von Karten und Plänen,
- Geräte zur geodätischen Vermessung im Gelände (mechanisch und / oder per GPS),
- Detektor für ferromagnetische Körper (Magnetometer),
- Induktiver Detektor (MSG).

#### 4.3 Organisatorische Anforderungen

Es ist ein die fachlichen Anforderungen der AH KMR erfüllendes Qualitätsmanagementsystem zu führen und nachzuweisen.

## A-9.4.2 Abnahmebedingungen / Prüffeld

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation gilt für die Abnahme von Räumleistungen in der Phase C. Ziel ist die Schaffung qualitativer Mindeststandards bei der Durchführung von Abnahmen auf geräumten Flächen.

### 2 Allgemeine Anforderungen

Es gelten folgende allgemeine Anforderungen:

- Der Ausführende der Kontrollprüfungen darf an der Planung der zu überprüfenden Maßnahme nicht beteiligt sein.
- Anzahl und Lage der Prüffelder werden vom Auftraggeber oder durch einen von ihm Beauftragten festgelegt, vermessen, vermarktet und sondiert.
- Die geräumte Fläche/Baugrube/Haufwerk/Gewässersohle wird als frei von Gefahren durch Kampfmittel abgenommen, wenn keine Fundmunitionssplitter mit Sprengstoffanhafungen und Kantenlängen größer/gleich 4 cm x 2 cm x 2 cm oder Kaliber größer/gleich 12,7 mm oder sprengkräftige Komponenten von Kampfmitteln wie z.B. Detonatoren, Sprengkapseln, Zündladungen etc. festgestellt werden.

### 3 Vorgehensweise

#### 3.1 Kontrollprüfungen

Durch die Kontrollprüfung wird ermittelt, ob das vertraglich vereinbarte Leistungsziel erreicht wurde. Die Kontrollprüfung wird auf Kosten des AG durchgeführt. Die Prüfung führt der AG in Anwesenheit des AN durch. Sie findet auch in Abwesenheit des AN statt, wenn er den rechtzeitig bekannt gegebenen Termin nicht wahrnimmt.

#### Zusätzliche Kontrollprüfung

Zeigt die Kontrollprüfung Mängel in der Ausführung, ist der AN berechtigt, auf seine Kosten zusätzliche Kontrollprüfungen zum Zwecke der Minimierung der mangelhaften Flächenanteile durchführen zu lassen. Die Festlegung der Ansatzpunkte und die Durchführung der zusätzlichen Kontrollprüfung erfolgt in Absprache mit dem AG.

Die Vorgehensweise bei der neu festzulegenden Flächenrepräsentanz entspricht der im folgenden Kapitel geschilderten Methodik und erfolgt in Abstimmung mit dem AG.

Eine Kontrollprüfung kann wiederholt werden, wenn an der sachgerechten Durchführung begründete Zweifel des AG oder des AN bestehen. Die Kosten der Untersuchung trägt derjenige, zu dessen Ungunsten das Ergebnis ausfällt.

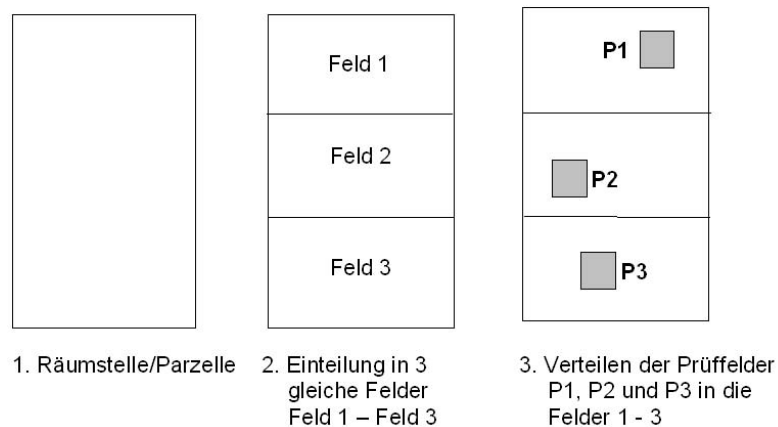
### 3.2 Flächenrepräsentanz

Jedes Prüffeld repräsentiert einen bestimmten Flächenanteil der Räumstelle oder Parzelle. Hierzu gibt es zwei Verfahren:

#### Statische Flächenrepräsentanz

Die Räumstelle oder die Parzelle wird bei Vorgabe von n Prüffeldern vorab in n gleiche Flächeneinheiten unterteilt. In diese Einheiten wird anschließend je ein Prüffeld gelegt.

Das folgende Beispiel (Abb. A-9.4.2 - 1) zeigt die Vorgehensweise bei Vorgabe von 3 Prüffeldern (P1 – P3):



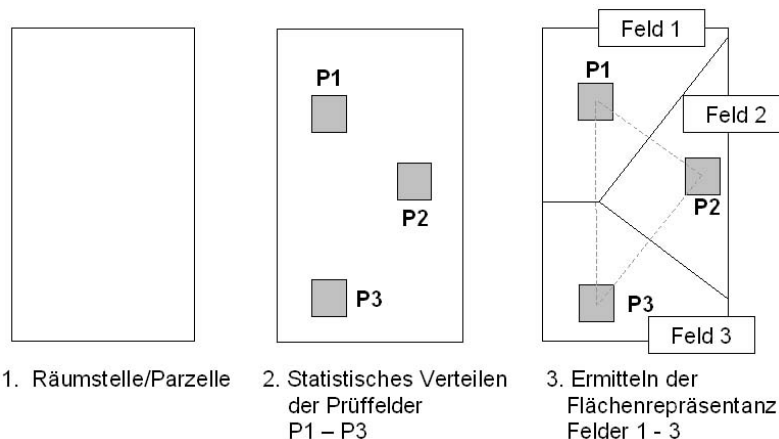
**Abb. A-9.4.2 - 1: Ablauf statischer Flächenrepräsentanz**

Bei der Vorgehensweise repräsentiert ein Prüffeld jeweils 1/3 der Gesamtfläche.



### Variable Flächenrepräsentanz

In die Räumstelle oder Parzelle werden  $n$  Stichproben statistisch nach dem Zufallsprinzip verteilt. Der Flächenbezug der Stichprobe wird durch die Verbindung der Schnittpunkte der Mittelsenkrechten der Prüffeldverbindungen ermittelt (Thiessen-Polygon). Die folgende Zeichnung (Abb. A-9.4.2 - 2) verdeutlicht die Vorgehensweise bei Vorgabe von 3 Prüffeldern.



**Abb. A-9.4.2 - 2: Ablauf variabler Flächenrepräsentanz**

Bei dieser Vorgehensweise werden in der Regel 3 unterschiedlich große repräsentative Flächen ermittelt. Der Auftraggeber muss zur Ausführung der Kontrollprüfungen das Verfahren und die Beziehung Prüffeld/repräsentierter Flächenanteil benennen.

### 3.3 Durchführung

Bei der Abnahme wird wie folgt vorgegangen:

1. Die Fläche der Prüffelder sollte 10% der geräumten Fläche nicht unterschreiten.
2. Die Prüffelder werden vollflächig geophysikalisch untersucht.
3. Alle durch geophysikalische Verfahren festgestellten Anomalien (hier: kampfmittelverdächtige Störkörper) werden geborgen und dokumentiert.
4. Die geborgenen Störkörper sind durch den Auftragnehmer zu übernehmen und gemäß Verdingungsunterlagen weiterzubearbeiten.
5. Dem Auftragnehmer werden die für die Kontrolluntersuchungen vorgesehenen Sondentypen und Suchstufen nicht mitgeteilt.
6. Bei der Kontrollprüfung vor Ort ist das Erfassungsblatt gemäß TSA-9.4.10 Dokumentation Phase C anzuwenden.



## A-9.4.3 Baubegleitende Kampfmittelräumung

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen zur baubegleitenden Kampfmittelräumung (sicherheitstechnische Begleitung) in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden. Die Kampfmittel sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Durch die verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Ziele der baubegleitenden Kampfmittelräumung sind die:

1. frühzeitige Erkennung und Beseitigung von Gefahren durch Kampfmittel,
2. Verhinderung von Kampfmittelverlagerungen,
3. Verhinderung der Überbauung kampfmittelbelasteter Bereiche.

### 4 Vorgehensweise

Bei diesem Räumverfahren wird der Boden mit aktiven und / oder passiven Sonden untersucht. Nach Freigabe durch die verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG kann der Boden unter zusätzlicher visueller Kontrolle schichtweise ausgebaut werden. Dieser Vorgang wird bis zum Erreichen der Aushubsohle wiederholt.

Zur Sicherstellung der Kampfmittelfreiheit sind die Aushubsohle und die Grubenböschungen bzw. -wände in Abhängigkeit von den vermuteten Kampfmitteln mittels aktiver und / oder passiver Sonden vollflächig und systematisch zu untersuchen und ggf. zu räumen.

Die BGR 114 Anhang 5 „Besondere Sicherheitsanforderungen“ ist zu beachten.

## **5 Qualitätskontrolle**

Die Aushubsohlen, die Böschungswände und der Aushub werden mit aktiven und / oder passiven Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Weitere Regelungen zur Abnahme befinden sich in der Technischen Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“. Prüffelder werden nicht eingerichtet.

## A-9.4.4 Visuelle Kampfmittelräumung

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für die Räumung von Kampfmitteln durch visuelles Absuchen der Geländeoberfläche in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden. Die Kampfmittel sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Durch die verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Die visuelle Kampfmittelräumung stellt die Sicherheit für eine eingeschränkte, konkret zu bestimmende Nutzung der Fläche her. Die visuell geräumte Fläche muss frei von sichtbaren Kampfmitteln sein.

### 4 Vorgehensweise

Bei der visuellen Kampfmittelräumung wird die Räumfläche vollflächig begangen und optisch auf Kampfmittel überprüft, die auf der Geländeoberfläche liegen oder aus dieser herausragen.

I.d.R. erfolgt die visuelle Kampfmittelräumung ohne den Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden. Bei nicht einsehbarer, dichter, bodenbedeckender Vegetation ist der hilfsweise Einsatz von Sonden erforderlich.

Die Vegetation ist auf umschlossene und eingewachsene Kampfmittel zu überprüfen.

Nach Identifizierung sind handhabungsfähige Kampfmittel zu bergen.

Hänge sind bergauf zu begehen.

## 5 Qualitätskontrolle

Die geräumten Flächen werden durch eine visuelle Begutachtung überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

## A-9.4.5 Räumung von Bombenblindgängern

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen bei der Räumung von Bombenblindgängern und -zerschellern in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Bombenblindgänger und -zerscheller ist zu vermeiden. Sie sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Bagger können zum Abtrag überlagernder Bodenmassen eingesetzt werden. Der Maschineneinsatz hat umsichtig und schonend zu erfolgen.
- Aufgefundene Bombenblindgänger sind durch fachtechnisches Aufsichtspersonal zu identifizieren.
- Die Beseitigung von Bombenblindgängern richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Vorgehensweise

Bombenblindgänger oder -zerscheller werden in Abhängigkeit von den Standortbedingungen durch Oberflächen- oder Tiefensondierung festgestellt. Hinweise zu den Ortungsverfahren finden sich im Anhang A-3.1.6 und in den Technischen Spezifikationen im Anhang A-9.3.

Nach Lokalisierung eines Verdachtskörpers wird dieser, ggf. unter Einsatz von Spezialtiefbautechnik (erschütterungsfreier Spundwandverbau, Einbringen von Schachtringen, Grundwasserabsenkung, etc.), manuell unter hilfsweisem Einsatz von Baumaschinen freigelegt.

Der KBD ist zuständig für

- Entschärfung,
- Bergung,
- Transport,
- Sprengungen

der Bombenblindgänger.

### 4 Qualitätskontrolle

Der Bereich des geräumten Bombenblindgängers wird durch Oberflächensondierung der Grubensohle und -wände in der Baugrube und / oder durch Tiefensondierungen in der Baugrube bzw. im Umfeld auf weitere Bombenblindgänger überprüft. Die Kontrolle wird in der Regel unmittelbar nach Beseitigung des Bombenblindgängers durchgeführt. Weitere Regelungen zur Abnahme befinden sich in der Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“. Prüffelder werden nicht eingerichtet.





## A-9.4.6 Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen zur vollflächigen, punktuell bodeneingreifenden Kampfmittelräumung in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden. Die Kampfmittel sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Der hilfswise Einsatz von Maschinen ist nur bei bekannter Tiefenlage der Kampfmittel zum Abtrag der überlagernden Bodenmassen zulässig. Der Maschineneinsatz hat umsichtig und schonend zu erfolgen.
- Durch die verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Folgende Räumziele können erreicht werden:

1. Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik und ohne Tiefenbegrenzung hergestellt.
2. Die eingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik mit Tiefenbegrenzung und / oder Vorgaben hinsichtlich der zu erreichenden Qualität (z.B. Begrenzung des Räumziels auf Störkörper oberhalb eines bestimmten Kalibers) hergestellt.

#### 4 Vorgehensweise

Die Räumfläche wird systematisch und vollflächig mit aktiven und / oder passiven Sonden von der Geländeoberfläche aus untersucht. Lokalisierte Störkörper und identifizierte Kampfmittel werden geräumt. Eine Bearbeitung bis in den gewachsenen Boden kann erforderlich sein.

Die geophysikalischen Untersuchungen sind zweistufig durchzuführen. Nach dem Einsatz aktiver Sonden zur Detektion von Störkörpern aus Nichteisenmetallen erfolgt die Untersuchung mit passiven Sonden zur Ermittlung von ferromagnetischen Störkörpern.

Lokalisierte Störkörper werden unter Beachtung der allgemeingültigen Verfahrensgrundsätze und der DIN 4124 freigelegt, identifiziert und geborgen. Bei Räumungen mit vertraglich vereinbarter Tiefenbegrenzung ist das Vorgehen bei der Detektion von Störkörpern unterhalb der vorgegebenen Räumtiefe mit dem Auftraggeber abzustimmen.

#### 5 Qualitätskontrolle

Die geräumten Flächen werden durch den Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

## **A-9.4.7 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung / Separation)**

### **1 Geltungsbereich**

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen bei der Räumung von Kampfmitteln durch Umsetzung des belasteten Bodens in der Phase C.

### **2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze**

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden.
- Der hilfswise Einsatz von Maschinen ist zulässig, wenn die Handhabungsfähigkeit der zu bergenden Kampfmittel bei vorbereitenden Untersuchungen zuverlässig festgestellt wurde. Der Maschineneinsatz hat umsichtig und schonend zu erfolgen.
- Durch die verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### **3 Räumziele**

Folgende Räumziele können erreicht werden:

1. Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik und ohne Tiefenbegrenzung hergestellt.
2. Die eingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik mit Tiefenbegrenzung und / oder Vorgaben hinsichtlich der zu erreichenden Qualität (z.B. Begrenzung des Räumziels auf Störkörper oberhalb eines bestimmten Kalibers) hergestellt.

#### 4 Vorgehensweise

Die zu räumende Fläche ist vor dem Aushub schichtenweise auf große Störkörper zu sondieren und von diesen punktuell zu räumen. Befinden sich bauliche Anlagen, unter denen Kampfmittel vermutet werden, auf der Räumstelle, sind diese unter Beachtung der Technischen Spezifikation A-9.4.3 „Baubegleitende Kampfmittlräumung“ zurückzubauen.

Der mit Kampfmitteln belastete Boden ist unter Einhaltung der DIN 4124 schichtenweise zu lösen. Die Schichtsohlen sind auf große Störkörper zu sondieren und von diesen zu räumen.

Der Aushub wird seitlich auf einer kampfmittelfreien Fläche bearbeitet. Dies kann in Abhängigkeit von der Handhabungsfähigkeit der Kampfmittel durch Umsetzen des Bodens mittels Spaten, durch Ausstreuen des Bodens mittels Bagger oder durch mechanische Separation oder Siebung, ggf. unter Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden, erfolgen. Die für die Bearbeitung der Aushubmassen genutzte Fläche ist nach deren Abräumung erneut zu sondieren und von noch verbliebenen Kampfmitteln zu räumen.

Abschließend werden die Aushubsohle sowie die Böschungswände mittels aktiver und / oder passiver Sonden sondiert und geräumt, bis die geforderte Qualität erreicht ist.

Bei entsprechender Kampfmittelart und Anzahl der Störkörper kann die Bergung unter Beachtung der allgemeingültigen Verfahrensgrundsätze durch eine vollständige Umsetzung des Bodens mittels mechanischer Separation unter Einsatz von Magnetabscheidern (Permanentmagnet) und bei Vorhandensein von Nichteisenmetallen zusätzlich unter Einsatz von Wirbelstromabscheidern erfolgen. Werden Separationsanlagen eingesetzt, ist der Räumefolg am Auslass der Anlage kontinuierlich visuell zu überprüfen. Geophysikalische Verfahren können hilfsweise eingesetzt werden.

#### 5 Qualitätskontrolle

Die Aushubsohlen, die Böschungswände und der Aushub werden mit aktiven und / oder passiven Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

**A-9.4.8 Nicht belegt**



## A-9.4.9 Erläuterungsbericht

### 1 Berichtsstruktur

Für den Erläuterungsbericht ist folgende Struktur einzuhalten. Je nach Anfertigung des „Räumkonzeptes“ (ES-Bau) oder einer „Räumplanung“ (EW-Bau) ist die folgende Struktur zu verwenden (s. nachfolgende Tabelle). Ziel ist es, dass der Erläuterungsbericht zum „Räumkonzept“ als Grundlage für die Dokumentation der „Räumplanung“ dient und im Wesentlichen ergänzt bzw. im Detaillierungsgrad angepasst werden muss.

Tab. A-9.4.9 - 1: Berichtsstruktur

Kapitel	Inhalt	ES-Bau	EW-Bau	Bemerkung
0	Zusammenfassung	X	X	
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	X	X	
2	Grundlagen	X	X	Die Kapitel der ES-Bau können für die EW-Bau grundsätzlich übernommen werden. Es wird empfohlen, sich in der EW-Bau nur auf die wesentlichen Kernaussagen der ES-Bau zu beschränken.
3	Allgemeine Standortangaben	X	X	
4	Gefahren- und Zustandsbeschreibung	X	X	
5	Nutzungsvorhaben des Eigentümers	X	X	
6	Untersuchung geeigneter Räummethoden	X	X	
6.1	Auswahl technisch geeigneter Methoden/Verfahren/Kombinationen	X	X	
6.2	Abgleich mit Kostenwirkungsfaktoren	X	X	Im Rahmen der „Räumplanung“ (EW-Bau) sind diese Anforderungen zu detaillieren.
6.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	X	X	
7	Darstellung der favorisierten Lösung	X	(X)	
7.1	Beschreibung der einzusetzenden Technik und technischer Ablauf	X	X	
7.2	Erforderliche Infrastruktur	X	X	
7.3	Logistik	X	X	
7.4	Zeitlicher Ablauf	X	X	Nur im Rahmen der EW-Bau zu erstellen
8	Kostenschätzung/-berechnung	X	X	
9	Darstellung planungs- und genehmigungsrechtlicher Sachverhalte		X	
10	Darstellung vergaberelevanter Aspekte		X	
11	Arbeitssicherheit und Nachbarschaftsschutz		X	
12	Maßnahmen zur Objektüberwachung		X	
13	Qualitäts- und Datenmanagement		X	
14	Literatur- und Quellenverzeichnis	X	X	

Anhang, z.B.

- Kartografische Darstellungen (Übersichts- und Detailpläne),
- Fachspezifische Karten (Naturschutz, Geologie/Hydrogeologie etc.),
- Technische Zeichnungen,
- Terminpläne,
- Kostenpläne,
- Verfahrensabläufe- und berechnungen,
- Projektstrukturen,
- Dokumentationen (Protokolle, Auszüge aus Quellen).

Die Anhänge sind je nach „Räumkonzept“ oder „Räumplanung“ im Hinblick auf die erforderliche Aussagefähigkeit aufzunehmen. Es ist darauf zu achten, dass insbesondere kartografische Darstellungen/Karten in den dem Planungsschritt und dem jeweiligen Projekt angemessenen Maßstäben vorliegen. Eine Vorgabe von Darstellungsgrößen ist jeweils vorab zu vereinbaren.

## 2 Mindestinhalte des Berichtes

Grundsätzlich gilt für die Planungsaufgabe und deren Dokumentation, dass alle durchgeführten Leistungen/Planungsaufgaben nachvollziehbar im Bericht dargestellt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Dokument allgemeinverständlich ist. Weiterhin müssen die vorgenannten Strukturen eingehalten werden, um den Auftraggeber in die Lage zu versetzen, die Vollständigkeit prüfen zu können. Es ist jedoch darauf zu achten, dass je nach Art und Umfang des Projektes einzelne Themen weniger intensiv bearbeitet werden müssen. Dieses ist bei der Dokumentation deutlich zu machen.

Bei der Erstellung des Berichtes gilt die Konzentration auf das Wesentliche.

### **Kap. 0 – Zusammenfassung**

Auf maximal 2 bis 3 Seiten sind die wesentlichen Ergebnisse übersichtlich darzustellen. Enthalten sein müssen das/die ausgewählte(n) Räumverfahren einschl. Auswahlbegründung, die Kostenschätzung, die Ecktermine und Fristen, die Vor- und Nachteile der Maßnahme.

### **Kap. 1 – Veranlassung und Aufgabenstellung**

Hier sind allgemeine Angaben zum Planungsauftrag, zum Auftraggeber und zum Objekt zu machen. Des Weiteren sind die Ziele bzw. die Zielvorgaben darzustellen.

### **Kap. 2 – Grundlagen**

Es sind die nutzungsrelevanten und planungsrechtlichen Hintergründe zum Objekt darzustellen. Insbesondere ist zu erläutern, ob behördliche Anordnungen etc. vorliegen. Des Weiteren ist darzustellen, welche bisherigen Maßnahmen auf dem Objekt hinsichtlich der Kampfmittel ergriffen wurden. Es sind nur Angaben zu Art und Umfang vorliegender Dokumente bzw. bereits durchlaufener Untersuchungsphasen darzustellen.



**Kap. 3 – Allgemeine Standortangaben**

Neben der geographischen Lage und der Topographie sind die wesentlichen Charakteristika des Objektes darzustellen. Hierzu gehört unter anderem die räumliche Ausdehnung des Planungsgebietes, insbesondere dann, wenn es sich um Teilflächen eines größeren Objektes handelt. Weiterhin sind die Umfeldnutzung und die Infrastruktur zu beschreiben. Es ist auch zu dokumentieren, ob innerhalb und/oder in der unmittelbaren Umgebung zum Planungsgebiet weitere Sonder(nutzungs)flächen vorhanden sind. Hierzu zählen beispielsweise: Naturschutzgebiete, Denkmalschutz, Totenruhestätten, Wasserschutzgebiete etc.). Sollte es sich z.B. um „in Betrieb“ befindliche Flächen handeln, sind die entsprechenden Einschränkungen zu dokumentieren (z.B. Schießbetrieb etc.).

**Kap. 4 – Gefahren- und Zustandsbeschreibung**

Folgende Hauptpunkte sind in jedem Fall zusammenfassend zu beschreiben

- Darstellung der geologischen/hydrogeologischen Standorteigenschaften,
- Ergebnisse der Phase A → Historische Erkundung,
- Ergebnisse bisheriger Kampfmittelräummaßnahmen,
- Ergebnisse der Phase B → Technische Erkundung und Gefahrenermittlung, Ergebnisse der Testfeldräumung,
- Erläuterung von besonderen Ereignissen in Verbindung mit Kampfmitteln.

Die vorgenannten Punkte sind im Hinblick auf das Planungsziel nochmals abschließend zu bewerten. Sollten sich daraus Informationsdefizite ergeben, sind diese zu beschreiben. Werden diese innerhalb der planerischen Leistungen erledigt, ist das Ergebnis darzustellen.

**Kap. 5 – Nutzungsvorhaben des Eigentümers**

Es sind die wesentlichen Nutzungsabsichten des Eigentümers darzustellen. Sind andere Planungen (z.B. Verkehrsplanung, Landschaftsplanungen, B-Plan etc.), die die Entwicklung des Räumkonzeptes beeinflussen bzw. für die das Räumkonzept entwickelt werden muss, vorhanden, so sind diese zu benennen und in Kurzform darzustellen.

**Kap. 6 – Untersuchung geeigneter Räummethoden**

- Auswahl technisch geeigneter Methoden/Verfahren/Kombinationen,
- Abgleich mit Kostenwirkungsfaktoren,
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Darstellung/Herleitung/Diskussion der Räummethoden unter den o.g. Gesichtspunkten. Es sind innerhalb einer Matrix die betrachteten Räummethoden/-verfahren mit ihren Vor- und Nachteilen für das konkrete Vorhaben darzustellen. Die Eingrenzung auf die zu favorisierende Lösungen ist zu begründen, gleiches gilt für den Ausschluss von Methoden/Verfahren.

Die Ergebnisse sind im Rahmen der „Räumplanung“ in konzentrierter Form wiederzugeben. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist fortzuschreiben.

**Kap. 7 – Darstellung der favorisierten Lösung**

- Kurzbeschreibung der einzusetzenden Technik und technischer Ablauf,
- Erforderliche Infrastruktur,
- Logistik,
- Zeitlicher Ablauf.

Unter Betrachtung der o.g. Punkte (Unterkapitel) ist die favorisierte Lösung darzustellen. Bei der „Räumplanung“ ist eine entsprechende Detaillierung auf Basis der Planungstiefe vorzunehmen.

**– Die Kapitel 8 - 13 sind nur im Rahmen der Räumplanung (EW-Bau) zu erarbeiten –**

**Kap. 8 – Kostenschätzung /-berechnung**

Im Zusammenhang mit der Untersuchung, Planung und Durchführung von Kampfmittelräummaßnahmen ist von Beginn an eine nachvollziehbare Projektkalkulation erforderlich. Zu beschreiben sind die Kosten für Herrichten und Erschließen sowie die Baunebenkosten gemäß der TS A-9.4.11.

**Kap. 9 – Darstellung planungs- und genehmigungsrechtlicher Sachverhalte**

Für die in Kapitel 7 dargestellte Lösung sind erforderliche Genehmigungen und weitere rechtliche Sachverhalte darzustellen. Hier sind z.B. die Einrichtung von Bereitstellungslagern, Wegerechte, baurechtliche Genehmigungen (Wasserhaltung), Entsorgung usw. zu benennen. Darüber hinaus sind sie dafür erforderlichen Ansprechpartner, Zeit- und Kostenansätze darzustellen.

**Kap. 10 – Darstellung vergaberelevanter Aspekte**

Es ist zu erläutern, welche Verdingungsordnungen und welche Vergabeverfahren zu wählen sind. Dabei ist auch zu klären, inwieweit eine EU-weite Ausschreibung erforderlich ist. Des Weiteren ist z.B. die Aufteilung in Lose zu berücksichtigen. Sollte sich in diesem Rahmen schon abzeichnen, dass spezielle Anforderungen an ausführende Unternehmen zu stellen sind, sind diese zu benennen. Darüber hinaus sind die entsprechenden Zeitabläufe für das gesamte Vergabeverfahren darzustellen und in den Gesamtplan einzubeziehen.

**Kap. 11 – Arbeitssicherheit und Nachbarschaftsschutz**

Beschreibung der erforderlichen Maßnahmen, ggf. unter Verweis auf die Erstellung von SiGe-Plänen gem. BauStellV und A+S-Plänen gem. BGR 128. In Abhängigkeit von der durchzuführenden Räummaßnahme und dem Umfeld sind zumindest grob erforderliche Sicherheitsmaßnahmen gegenüber Dritten darzustellen. Des Weiteren sind Flucht- und Rettungsketten einschließlich der zugehörigen Notfalleinrichtungen (z.B. Flugrettung, Krankenhaus etc.) darzustellen.

**Kap. 12 – Maßnahmen zur Objektüberwachung**

Es ist detailliert zu beschreiben, wie die Gesamtmaßnahme zu begleiten bzw. überwachen ist. Es sind die Aufgaben der Bauoberleitung und der örtlichen Bauüberwachung zu konkretisieren. Des Weiteren sind die erforderlichen Kontrollen, Abnahmen und Freigaben zu definieren. Dabei ist auch die Einschaltung Dritter (Fachgutachter etc.) zu planen und darzulegen. Es ist ein Organigramm anzufertigen, in dem sämtliche Informations- und Datenflüsse skizziert werden.

**Kap. 13 – Qualitäts- und Datenmanagement**

Dieses Kapitel ist in Verbindung mit dem Kapitel 12 zu erstellen. Entsprechende Hinweise sind der AH KMR zu entnehmen.

**Kap. 14 – Literatur- und Quellenverzeichnis**



## A-9.4.10 Dokumentation Phase C

### 1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation gilt für die Dokumentation von Räummaßnahmen der Phase C durch gewerbliche Auftragnehmer.

### 2 Dokumentation der Räummaßnahme

Vor und während der Räummaßnahme sind folgende Unterlagen herzustellen und auf der Räumstelle vorzuhalten:

1. **Räumstelleneinrichtungsplan:** Der Räumstelleneinrichtungsplan ist vor Räumbeginn durch den gewerblichen Auftragnehmer zu erstellen.
2. **Bautagesbericht:** Der Bautagesbericht ist durch den Auftragnehmer tagesaktuell zu halten (entsprechend Vordruck 1).
3. **Räumkarte:** Kartografische Darstellung der Bearbeitungsergebnisse auf der Grundlage des Vermessungsplans i. M. 1:1000 oder in einem in der Leistungsbeschreibung geforderten Maßstab. Es sind die Vorgaben der Technischen Spezifikation A-9.1.4 „Kartografische Darstellungen“ einzuhalten und die dort festgelegten Kartensignaturen zu verwenden. Bei Tiefensondierungen sind die Bohrpunkte in die Karte einzutragen. Die Räumkarte ist, sofern in der Leistungsbeschreibung nichts anderes definiert ist, täglich fortzuschreiben.
4. **Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde.** Die Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde dienen der Aufnahme / Dokumentation von Kampfmittelfunden auf der Räumstelle und sind grundsätzlich parzellenbezogen anzuwenden. Hinweise zur Verwendung der Erfassungsblätter werden in den Erläuterungen zum Erfassungsblatt (Vordruck 2) gegeben. Spätestens 24 Stunden nach Abschluss der Räumarbeiten auf einer Parzelle sind die Unterlagen in abgabefähiger Form auf der Räumstelle vorzuhalten.
5. **Kampfmittelübergabebescheinigung:** Auflistung der täglichen Kampfmittelfunde unter Verwendung des Vordrucks.

### 3 Einheitsgliederung der Abschlussberichte

Der Abschlussbericht soll mindestens folgende Informationen enthalten:

1. Auftraggeber, Auftragnehmer,
2. Aufgabenstellung:
  - Lage und Größe der Räumfläche sowie relevante Liegenschaftsdaten,

- Ziel der Kampfmittelräumung.
3. Termine und Fristen:
    - Terminlicher Soll- / Ist-Vergleich,
    - Begründung von Räumunterbrechungen.
  4. Einmessung und Vermarkung der Parzellen:
    - Einmessung und Vermarkung der durch den Auftraggeber vorgegebenen Parzellen,
    - Vermessungsmethoden und Genauigkeiten.
  5. Kampfmittelräumung:
    - Darstellung der Sondier- und Räummethoden und deren Ergebnisse (Kartografische Darstellung in Anlage 4) z.B.:

Durchführung der magnetischen Oberflächensondierung mit Darstellung der Vorgehensweise bei der Räumung, aufgegliedert nach den vorgegebenen Räumabschnitten oder Parzellen. Informationen zu Art und Menge der Funde, Räumhindernissen, Grad der Zielerreichung.
  6. Besondere Vorkommnisse:
    - Darstellung besonderer Vorkommnisse mit Ort, Datum und Uhrzeit.
  7. Anlagen zum Bericht:
    - Anlage 1: Antrag auf kampfmitteltechnische Abnahme oder Teilabnahme der Räumstelle bzw. des Räumabschnitts,
    - Anlage 2: Abnahmeprotokoll (EFB-Abn 331 (VHB)) (gem. Vordruck 4)
    - Anlage 3: Übersichtplan TK 25 oder 50,
    - Anlage 4: Kartografische Darstellung der Bearbeitungsergebnisse im geforderten Maßstab und Parzellenübersichtsplan (gemäß TS 9.1.4),
    - Anlage 5: Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde mit Planskizze (gem. Vordruck 2),
    - Anlage 6: Kampfmittelübergabebescheinigung: Auflistung der täglichen Kampfmittelfunde unter Verwendung des Vordrucks 3,
    - Anlage 7: Falls Daten erhoben wurden: Diagramme von Tiefensondierungen, EDV-Aufzeichnungen von flächigen Magnetometermessungen bzw. Mehrkanalaufzeichnungen,
    - Anlage 8: Vom Auftraggeber oder dessen Vertreter gegengezeichnete Aufmaße,
    - Anlage 9: Falls erforderlich: Nachweise zur Wiederverwertung / Deponierung von Abfällen,
    - Anlage 10: Bautagesberichte (gem. Vordruck 1).

#### 4 Vordrucke und Formulare

- Vordruck1: Bautagesbericht
- Vordruck2: Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde mit Aufmaßblatt
- Vordruck3: Kampfmittelübergabebescheinigung
- Vordruck4: Abnahmeprotokoll, EFB-Abn 331 (VHB)

Die Vordrucke 1 (Bautagesbericht) und 4 (Abnahmeprotokoll) stehen Ihnen als EXCEL-Dateien, der Vordruck 2 (Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde) steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.

Dem Vordruck 3 liegt ein Fundkatalog zugrunde, der sich zur Zeit im Praxistest und in der Abstimmung befindet. Nach erfolgreichem Abschluss wird die Kampfmittelübergabebescheinigung veröffentlicht.





### A-9.4.11 Kostenermittlung

Im Zusammenhang mit der Untersuchung, Planung und Durchführung von Kampfmittelräummaßnahmen ist von Beginn an eine nachvollziehbare Projektkalkulation erforderlich. Anders als bei gewöhnlichen Bauvorhaben gibt es für Maßnahmen zur Kampfmittelräumung bisher keine festgelegten Kostenstrukturen. Die DIN 276 „Kosten im Hochbau“ ordnet das „Beseitigen von Kampfmitteln“ zwar einer Kostengruppe zu (siehe DIN 276, Kostengruppe 213), jedoch wird damit nicht der Bedeutung und dem möglichen Umfang von Kampfmittelräummaßnahmen Rechnung getragen.

In Anlehnung an die DIN 276 wird die Kostenstruktur für Kampfmittelräummaßnahmen, deren Planung und vorangehende Untersuchungen aufgestellt. Dabei werden bestehende Kostengruppen der DIN 276 verwendet, erweitert und ggf. mit neuen Kostengruppen/-positionen ergänzt.

Aus dieser Vorgehensweise heraus konzentriert sich die Kostenermittlung bei Kampfmittelräummaßnahmen auf die Titel 200 und 700 der DIN 276.

Die Kampfmittelräumung ist im Wesentlichen Bestandteil der Grundstücksherrichtung und -erschließung. Entsprechend ist der Titel 200 für die Aufstellung einer schlüssigen Kostenstruktur maßgebend. Dabei reicht es sowohl von der Bedeutung als auch vom Detaillierungsgrad nicht aus, die Kampfmittelräumung im Titel 213 unterzubringen. Dieser Bereich sollte der „Altlastenbeseitigung“ vorbehalten bleiben (siehe auch Arbeitshilfen Boden- und Grundwasserschutz).

Deshalb wird vorgeschlagen, einen neuen Titel einzuführen:

215	Kampfmittelräumung	Kosten von Maßnahmen zum Auffinden und zur Räumung von Kampfmitteln
-----	--------------------	---

Unter diesem Titel werden auch alle Maßnahmen zusammengefasst, die im weitesten Sinne auch dem Titel 300 ff. „Bauwerk-Baukonstruktion“ der DIN 276 zugeordnet werden könnten, aber in diesem Fall ureigen mit der Räummaßnahme in Verbindung stehen.

Des Weiteren werden alle Untersuchungen, die ggf. auch unter Titel 126 „Wertermittlungen, Untersuchungen“ aufgelistet werden könnten, unter Titel 721 „Untersuchungen“ zusammengefasst. Diese Schritte sind insofern sinnvoll, als die dort beschriebenen Leistungen ursächlich mit der Errichtung eines Bauwerkes oder mit dem Kauf eines Grundstückes zu tun haben. Gleiches Vorgehen wurde auch in [2] und [4] praktiziert.

**Die Kostenstruktur der Kampfmittelräumung steht Ihnen als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**

## Verwendete Literatur:

- [1] Deutsches Institut für Normung e.V. (1993): DIN 276 - Kosten im Hochbau.
- [2] BMVg/BMVBW (2002): Arbeitshilfen Boden und Grundwasserschutz, Oberfinanzdirektion Hannover.
- [3] Depenbrock/Vogler (2002): Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI, Ausgabe 1996, 2. Auflage 2002), Verlag Bundesanzeiger.
- [4] ITVA Fachausschuss C5 Flächenrecycling (2003): Arbeitshilfe -C5-2 Kostenstrukturen im Flächenrecycling.

### A-9.4.12 Freigabebescheinigung

#### **Ergänzungen auf der Grundlage Muster 14 RBBau „Niederschrift der Übergabeverhandlung“**

Mit der „Freigabebescheinigung“ wird das Verfahren der Kampfmittelräumdienste der Länder aufgegriffen, mit der dem Auftraggeber einer Kampfmittelräummaßnahme der Abschluss und die Abnahme der Maßnahme bescheinigt und er gegebenenfalls auf mögliche Einschränkungen – besonders im Falle der „Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen“ gem. Anhang A-4.1 – bei Änderungen der Nutzung hingewiesen wird.

Für Liegenschaften des Bundes setzt diese Bescheinigung voraus, dass die Abnahme der Leistung des Auftragnehmers für die Kampfmittelräumung formell nach VOB Teil B § 12 unter Verwendung des Abnahmeprotokolls aus Anhang A-9.4.10 (Abnahme nach EFB - Abn 331) vollzogen wurde und die Leistung mängelfrei ist.

Für Bundesliegenschaften sieht die RBBau die formelle Übergabe eines Objektes durch die baudurchführende Ebene - das könnte auch ein Projektmanagement sein - an den Eigentümer bzw. an die hausverwaltende Dienststelle vor. Für die Übergabeverhandlung stellt die RBBau mit Muster 14 (14/03) ein Muster für die Niederschrift der Übergabeverhandlung zur Verfügung.

**Bei der Übergabe von Flächen einer Bundesliegenschaft nach Durchführung einer Kampfmittelräumung steht Ihnen ein Formular der Niederschrift der Übergabeverhandlung (in Anlehnung an Muster 14 RBBau) als WORD-Datei im Download-Bereich zur Verfügung.**



## A-9.4.13 Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen zur vollflächigen, punktuell sedimenteingreifenden Kampfmittelräumung in Gewässern in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden. Die Kampfmittel sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Der hilfsweise Einsatz von Maschinen ist bei bekannter Tiefenlage der Kampfmittel zum Abtrag der überlagernden Bodenmassen zulässig. Der Maschineneinsatz hat umsichtig und schonend zu erfolgen.
- In Abhängigkeit der Gewässerverhältnisse und der Räumtechnologie sind besondere Schutzmaßnahmen, z.B. ein Stromschild, erforderlich. Diese sind umsichtig einzusetzen und deren Auswirkungen auf Personal und Gerät laufend zu bewerten und zu kontrollieren.
- Durch die Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er kann damit auch als Verantwortliche Person gemäß § 19 SprengG eingesetzt werden. Er nimmt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel vor.
- Der Einsatz von Unterwassermagneten ist nur für die Bergung von auf dem Gewässergrund liegenden ferromagnetischen Körpern geeignet.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung der Kampfmittel richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Folgende Räumziele können erreicht werden:

1. Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik und ohne Tiefenbegrenzung hergestellt.
2. Die eingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik mit Tiefenbegrenzung und / oder Vorgaben hinsichtlich der zu erreichenden Qualität (z.B. Begrenzung des Räumziels auf Störkörper oberhalb eines bestimmten Kalibers) oder durch Einsatz des Unterwassermagneten hergestellt.

### 4 Vorgehensweise

Der Gewässergrund wird durch einen Taucher oder eine Tauchergruppe mit der Sonde mäanderförmig systematisch und vollflächig abgeschwommen. Bei geneigtem Gewässergrund ist dieser aufwärts abzuschwimmen, um einen optimalen Blickwinkel zu gewährleisten. Die Navigation unter Wasser erfolgt durch geeignete Hilfsmittel, wie z.B. Grundleinen aus nicht ferromagnetischem Material. Die handgeführten Sonden sind auf die jeweiligen Verhältnisse abzustimmen. Kann das Personal die Störkörper nicht ohne Hilfsmittel freilegen, können als solche beispielsweise Spüllanzen, Luftheber oder Bagger eingesetzt werden. In besonderen Fällen kann auch ein Verbau eingesetzt werden. Strömungen können Schutzmaßnahmen, wie z.B. ein Stromschild, erforderlich machen. Diese Schutzmaßnahmen sind so zu planen und einzusetzen, dass die Sondierung und Räumung unterstützt und Einschränkungen handhabbar bleiben.

Die Taucher, die den Störkörper letztendlich freilegen, identifizieren und bedarfsweise bergen, müssen über einen Befähigungsschein nach § 20 SprengG verfügen.

Bei der Räumung mittels Unterwassermagneten wird der Gewässergrund mäanderförmig vollflächig abgesucht. Der Unterwassermagnet ist von einer geeigneten schwimmenden Einheit an einem Kran auf den Gewässergrund abzulassen. Die Position des Magneten ist kontinuierlich aufzuzeichnen und dauerhaft zu dokumentieren. Hiermit ist nachzuweisen, dass der Gewässergrund vollflächig und lückenlos bearbeitet wurde. Eine Lastdruckkontrolle ist kontinuierlich durchzuführen. Anhaftende Kampfmittel sind mit besonderer Vorsicht abzunehmen und auf Handhabungsfähigkeit zu kontrollieren.

Nach Heben des Magneten sind die anhaftenden Körper durch einen Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG zu begutachten und bei Identifikation von Kampfmitteln über die weitere Vorgehensweise zu entscheiden. Kampfmittel und Schrott sind separat in einer beiliegenden Schute abzulegen.

## 5 Qualitätskontrolle

Die geräumten Flächen werden durch den Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

Flächen, die mit einem Unterwassermagneten bearbeitet wurden, können nachträglich nicht durch geophysikalische Untersuchungen überprüft werden. Hier bietet sich eine Kontrolle durch Taucher an.





## A-9.4.14 Abtrag des Sedimentes mit Separation von Kampfmitteln (Volumenräumung / Separation)

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen für den Abtrag des Sediments mit Separation von Kampfmitteln in Gewässern (Volumenräumung / Separation) in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden.
- Der Abgrabungs- und Förderprozess sowie die Separationsarbeiten sind mit geeigneten technischen Maßnahmen auszustatten, die eine ständige Beobachtung der Arbeiten gewährleisten.
- Die Sicherheit des Personals und ggf. der Umgebung ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. Splitterschutz, Entfernen des Personals während der Ablagerung des kampf-mittelhaltigen Sedimentes) zu gewährleisten.
- Durch die Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher zur Beseitigung einzelner Störkörper vor den eigentlichen Abbaggerungen eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er kann damit auch als Verantwortliche Person gemäß § 19 SprengG eingesetzt werden. Er nimmt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel vor.
- Alle Arbeitsprozesse sowie die dafür einzusetzenden Geräte sind so zu konzipieren, dass das geforderte Leistungsziel unter Berücksichtigung des Arbeitsschutzes und des Schutzes der Umgebung erreicht wird.
- Werden während des Separationsprozesses nicht handhabungsfähige Kampfmittel gefunden, sind die Arbeiten einzustellen. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die abgegrabenen Sedimente sind gemäß den länderspezifischen Anforderungen geeignet zu lagern bzw. zu entsorgen.
- Die Beseitigung der Kampfmittel richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Folgende Räumziele können erreicht werden:

1. Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik und ohne Tiefenbegrenzung hergestellt.
2. Die eingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik mit Tiefenbegrenzung und / oder Vorgaben hinsichtlich der zu erreichenden Qualität (z.B. Begrenzung des Räumziels auf Störkörper oberhalb eines bestimmten Kalibers) hergestellt.

### 4 Vorgehensweise

Die Kampfmittelräumung durch Abtrag des Sedimentes umfasst drei Arbeitsschritte:

- Abbau des Sedimentes,
- Trennung der Kampfmittel aus dem abgebauten Sediment,
- Transport des Sedimentes von der Abbaustelle zum Ablagerungsort und dortige Ablagerung.

Die Fläche, in der das Sediment abgebaut werden soll, ist einzumessen und zu kennzeichnen.

In Abhängigkeit der Ergebnisse der technischen Erkundung der Phase B und ggf. ergänzenden Untersuchungen vor der eigentlichen Kampfmittelräumung kann die Notwendigkeit bestehen

- vor der eigentlichen Abgrabung einzelne, als besonders problematisch eingestufte Objekte, z.B. durch Taucher, zu beseitigen. Für derartige Arbeiten gilt dann die Technische Spezifikation A-9.4.13 „RV Wasser: vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung“.
- die Sedimente, je nach vorgesehener Abgrabungstiefe und festgestelltem Kampfmittelinventar, in einer oder mehreren Schichten abzubauen. Bedarfsweise können schichtweise zwischengeschaltete geophysikalische Untersuchungen erforderlich werden.

Für den Abbau des Sedimentes, dessen Transport und für die Separation der Kampfmittel aus dem Sediment stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Sie können teilweise miteinander kombiniert werden.

Das Sediment wird mit folgenden Verfahren abgebaut:

- Stelzen- oder Löffelbagger oder
- Eimerkettenbagger oder
- Saug- und / oder Hopperbagger.

Die Kampfmittel werden

- am Gewässergrund oder
- auf einer Schute od. ähnl. unmittelbar am Abgrabungs-ort oder
- nach Transport am Ablagerungsort

aus dem Sediment separiert.

Die Technologie zur eigentlichen Trennung von Kampfmittel und Sediment ist dem Einzelfall anzupassen.

## 5 Qualitätskontrolle

Die geräumten Flächen werden durch den Einsatz aktiver und / oder passiver Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.



## A-9.4.15 Einzelpunkträumung in Gewässern

### 1 Geltungsbereich

Die Technische Spezifikation gilt für gewerbliche Leistungen zur Bergung von Einzelpunkten in Gewässern in der Phase C.

### 2 Allgemeine Verfahrensgrundsätze

Es gelten folgende allgemeine Verfahrensgrundsätze:

- Eine mechanische Beanspruchung der vermuteten Kampfmittel ist zu vermeiden. Die Kampfmittel sind grundsätzlich manuell freizulegen.
- Der hilfsweise Einsatz von Maschinen ist bei bekannter Tiefenlage der Kampfmittel zum Abtrag der überlagernden Bodenmassen zulässig. Der Maschineneinsatz hat umsichtig und schonend zu erfolgen.
- In Abhängigkeit der Gewässerverhältnisse und der Räumtechnologie sind besondere Schutzmaßnahmen, z.B. ein Stromschild, erforderlich. Diese sind umsichtig einzusetzen und deren Auswirkungen auf Personal und Gerät laufend zu bewerten und zu kontrollieren.
- Zur Freilegung und Räumung können Taucher, verschiedene Geräte (z.B. Bagger, Schachtringe, Unterwassermagnet) oder Verfahrenskombinationen eingesetzt werden.
- Durch die Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er kann damit auch als Verantwortliche Person gemäß SprengG eingesetzt werden. Er nimmt die
  - Identifizierung,
  - ggf. die Feststellung der Handhabungsfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel vor.
- Bei nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln sind die Arbeiten an der Fundstelle einzustellen. Die Fundstelle ist zu sichern. Der Fund ist dem KBD zu melden, der die weiteren Maßnahmen veranlasst.
- Die Beseitigung der Kampfmittel richtet sich nach den länderspezifischen Regelungen.

### 3 Räumziele

Folgende Räumziele können erreicht werden:

1. Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik hergestellt.

#### 4 Vorgehensweise

Der Störkörper ist geodätisch exakt auf dem Gewässergrund zu lokalisieren und eindeutig zu markieren. Ungenauigkeiten der Markierung, z.B. durch Strömungen, sind nicht zulässig.

Das Objekt wird durch einen Taucher oder durch die vorgenannten Geräte oder Verfahrenskombinationen unter Einsatz notwendiger Hilfstechniken freigelegt.

Eine Verantwortliche Person nach § 19 SprengG mit Befähigungsschein nach § 20 SprengG identifiziert und inspiziert das Objekt. Bedarfsweise sind hierfür Taucher mit gleicher Qualifikation einzusetzen.

Die Verantwortliche Person nach § 19 SprengG entscheidet je nach Befund über die weitere Vorgehensweise.

Nachdem die Handhabungsfähigkeit festgestellt oder hergestellt wurde, kann das Kampfmittel mit geeigneten Verfahren an die Wasseroberfläche gefördert werden.

Um die vollständige Beseitigung der Störkörper zu belegen ist nach der Bergung des festgestellten Objektes der Bereich des Störkörpers unmittelbar anschließend mit geeigneten geophysikalischen Verfahrenen zu untersuchen.

#### 5 Qualitätskontrolle

Die geräumten Flächen werden durch den Einsatz aktiver und /oder passiver Sonden überprüft. Die Kontrolle findet während der Maßnahme oder bei der Abnahme einer Teilleistung bzw. der Leistung statt. Näheres regelt die Technische Spezifikation A-9.4.2 „Abnahmebedingungen / Prüffeld“.

## A-10 Weitere Informationen

### A-10.1 Glossar / Stichwortverzeichnis

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Absorptionszellen-Magnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Aerotriangulation	Anhang 2.3.2 (3.2.1)
Affine Transformation	Anhang 2.3.2 (3.2.4)
After Action Reports	Anhang 2.1.4.3
AHBoGwS - Arbeitshilfen Boden- und Grundwasser-schutz	Anhang 9.1.2 (3.1.9)
Aktive Messgeräte	Anhang 9.4.8 Beim aktive Messen wandeln die Sensoren mechanische Energie, thermische Energie, Lichtenergie oder chemische Energie in elektrische Energie um. Man kann sie daher als Spannungserzeuger sehen. Der Vorgang beruht auf einem Umwandlungseffekt, wie z. B. dem Thermoeffekt, dem Fotoeffekt, dem Piezoeffekt usw..
Aktive Sonden	Anhang 9.4.6 (4)
Aktives Infrarot	Anhang 3.1.5 (3)
Aktives Verfahren	Anhang 3.1.1 (1)
Allgemeines Kriegsfolngengesetz (AKG)	Anhang 1.1.1 Das Allgemeine Kriegsfolngengesetz ist ein deutsches Bundesgesetz, das 1957 in Kraft trat und regelt, welche Ansprüche gegen das Deutsche Reich ausnahmsweise vom Rechtsnachfolger (Bundesrepublik Deutschland) zu erfüllen sein sollten.
Analoge Photogrammetrie	Anhang 2.3.2 (3)
Analytische Photogrammetrie	Anhang 2.3.2 (3)
Analytisches Signal	Anhang 3.1.2 (4.3)
Angriffschronik	Anhang 2.1.2, 2.1.4.1
Anomalienfeld	Anhang 3.1.2 (1, 4, 5)
Anomalienplots	Anhang 9.2.1
ArbSchG - Arbeitsschutzgesetz	Anhang 5 (5.3)
ArbStättV - Arbeitsstättenrichtlinien	Anhang 5 (5.3)
ArbZG - Arbeitszeitgesetz	Anhang 5 (5.3)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Archivalien	s. Text Kap. 4.1 (2, 3), Anhang 2.2.1 (1) Ein Archivalie (der Plural ist bekannter: Archivalien) ist eine in einem Archiv aufbewahrte Unterlage. Neben den bekanntesten Archivaliengattungen in Schriftform (Urkunden, Akten, Amtsbücher usw.) gibt es auch audiovisuelle Quellen (Fotos, Karten, Pläne usw.) und seit neuestem digitale Unterlagen. Archivalien sind Unikate, das heißt sie sind als Originale nur einmal vorhanden (im Gegensatz zu gedruckten Quellen wie Büchern).
Archivaliendatenbank des Bundes	Anhang 2.2.1 (2), 2.1.3
Archivalien-Detailblatt	Anhang 2.2.1 (2)
Array	Anhang 3.1.2 (4.2)
Artillerie	Anhang 2.1.4.3 Artillerie bezeichnet den Sammelbegriff für großkalibrige Geschütze, in diesem Sinne werden Geschütztypen zusammengefasst, etwa Schiffsartillerie, Küstenartillerie oder die Truppengattung des Heeres.
Aufmagnetisiert	Anhang 3.1.2 (4.1)
Ausbreitungsgeschwindigkeiten (Georadar)	Anhang 3.1.1 (5.3)
Ausführungsplanung	Anhang 4.2 (2.2), 7.2.7
Äußere Orientierung (bei Luftbildern)	Anhang 7.2.2
Baunebenkosten	Anhang 9.4.9 (11) Worddokument
BaustellV - Baustellenverordnung	Anhang 5 (2.2), (3.3)
Bautagesbericht	Anhang 9.4.10 (2)
BBodSchG - Bundes-Bodenschutzgesetz	Anhang 9.1.2 (3.1.9)
Befähigungsscheininhaber	s. Definitionen, Text Kap. 2 (4), Kap. 3.3 (5)
Belastungsdichte der Kampfmittel	Anhang 9.1.2 (3.2.4)
Belastungsklassen	Anhang 3.2 (4)
Belastungsstufe F1-F5, M1-M5, S1-S4	Anhang 8.2.3
Bereitstellungslager Kampfmittel	Anhang 9.1.10 (3.1.5)
Berufsgenossenschaftliche Regeln (BGR)	s. Text Kap. 3.3 (10)
Beste verfügbare Technik	s. Definitionen, Text Kap. 2 (32)



Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
BetrSichV - Betriebssicherheitsverordnungen	Anhang 5 (Anlage 13)
Bewertungsfaktoren	s. Text Kap. 5.1 (4)
BFR Vermessung	Anhang 9.3.10 Baufachliche Richtlinien Vermessung
BGR 128	Anhang 9.1.9 (2.2) Berufsgenossenschaftliche Regeln - Kontaminierte Bereiche
BGR-Vorschriften	Anhang 5 (5.4) Festlegungen der gewerblichen Berufsgenossenschaften
Bilderzeugende Sensoren	Anhang 3.1.5 (3)
Blindgänger	Text Kap. 2 (9), Anhang 3.1.2 (3.4), 3.1.3 (1), 1.2.1
Bodenpasspunkte	Anhang 2.3.2 (3)
Bohrlochfeld, -raster	Anhang 3.1.2 (3.4)
Bohrlochsondierung	Anhang 3.1.2 (3.4)
Bomb Disposal Groups	Anhang 2.1.4.4
Bombenblindgängerverdachtspunkte	Anhang 2.1.4.1
Bombenzerscheller	Anhang 4.1 (3.3) wie Bombenblindgänger
Bomblets	Anhang 1.2 (3.1)
Brandstoffe	s. Definitionen, Text Kap. 2 (10)
Chemikaliengesetz, (ChemG)	s. Text Kap. 3.3 (7)
Chemische Kampfstoffe	s. Definitionen, Text Kap. 2 (11), Anhang 1.2.1
Cs-Dampfmagnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Datenbearbeitung magnetischer Messungen	Anhang 3.1.2 (4.2)
Datenbestand der OFD Hannover	Anhang 2.2.1 (3)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Delaborieren	Anhang 2.1.4.4, 1.2.1
Derivaten	Anhang 9.1.9 (2)
Detektion	Anhang 3.1.1 (2.2.1), 3.1.5
Detektor (induktiv) - MSG	Anhang 9.1.8
devastiert	Anhang 9.1.9 (3.2.2)
Dielektrizität	Anhang 3.1.1 (5.3), 3.1.4 (1)
Diffractionshyperbel	Anhang 3.1.1 (5.3), 3.1.4 (5)
Direkte Lineare Transformation (DLT)	Anhang 2.3.2 (3.2.3)
Dreiachs-Magnetometern	Anhang 8.1.3
Driftkorrektur	Anhang 3.1.2 (4.2)
Einzelpunkträumung	Anhang 4.1 (4.3)
Eisenkerndektoren	Anhang 3.1.2 (2, 4.4)
Elektromagnetisches Feld	Anhang 3.1.1 (1), 3.1.3 (2.1)
Elektromagnetisches Messverfahren	Anhang 3.1.1 (2.2.1, 5.2), 3.1.3
Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde	Anhang 9.4.10 (2)
Erscheinungsformen der Störgrößen (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (4)
ES-Bau (Räumkonzept)	Anhang 4.2 (2.1), 7.2.7, 9.4.9
EVM - Einheitliche Verdingungsmuster für Bauleistungen	Anhang 8.1.1
EW-Bau (Räumplanung)	Anhang 4.2 (2.1), 7.2.7, 9.4.9
Exerziermunition	Anhang 1.2.1

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Explosionsgefährliche Stoffe	s. Text Kap. 3.3 (2, 4)
Explosivstoffe	Anhang 1.2.1
Fachkundiger Munition	s. Definitionen, Text Kap. 2 (17), Anhang 1.2.1
Fachtechnische Aufsichtsperson	Anhang 9.1.10 (2.1.2)
Feldlinien (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (4.1)
Feldmessungen (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (4)
Feldmessungen (Georadar)	Anhang 3.1.4 (4)
Felsmessungen (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (3)
Ferromagnetika	Anhang 3.1.2 (1)
FE-Sonden	Anhang 8.2.3
Fingermagnet	Anhang 8.2.3
Flächensondierung	Anhang 3.1.2 (3.2)
Flugparameter	Anhang 7.2.2 Position des Flugzeugs X, Y, Z, Lagewinkel des Flugzeugs $\omega$ , $\phi$ , $\kappa$ zum Zeitpunkt der Aufnahme.
Fluxgatemagnetometer	Anhang 3.1.2 (2, 5)
Förstersonden	Anhang 3.1.2 (2)
Freigabebescheinigung	Anhang 9.4.12
Freilegen	s. Definitionen, Text Kap. 2 (25)
Freischnitt	Anhang 3.2 (5)
Fremdmunition	Anhang 1.2.1
Fundklassen	Anhang 3.2 (5), 2.4.5, 9.4.10 Vordruck 2

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Fundmunition	s. Definitionen, Text Kap. 2 (18), Anhang 1.2.1
Fundtiefe	Anhang 9.1.2 (3.2.2)
Fundumgebung	Anhang 3.1.1 (2.2)
Funktriangulation	Anhang 9.3.8
GAEB - Gemeinsamer Ausschuss Elektrotechnik im Bauwesen	Anhang 8.2.1 (2)
Gefahr	s. Definitionen, Text Kap. 2 (20)
Gefährdung	Anhang 1.2.1
Gefährdungsabschätzung	s. Definitionen, Text Kap. 2 (21), Anhang 4.2 (10, 11), 5, 7.2.5 (1.4)
Gefährdungsgrade	Anhang 7.2.6
Gefährdungsklassen	Anhang 7.2.6
Gefahrenbereich	Anhang 1.2.1
Gefahrklasse	Anhang 1.2.1
Gefährkode	Anhang 1.2.1
Gefährliche Stoffe	Anhang 1.2.1
Gefechtsmunition	Anhang 1.2.1
GefStoffV - Gefahrstoffverordnung	Anhang 5 (2.3), (3.4)
Geländebegehung	Anhang 2.1.3, 9.1.9
Geogene Ablagerungen	Anhang 7.2.6 (3.1)
Geologische Struktur	Anhang 3.1.1 (2.2.3)
Geophysikalische Untersuchungen	s. Text Kap. 4.2 (5, 6), Anhang 3.1, 7.2.5 (4.2)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Georadar	Anhang 3.1.1 (2.2.3, 5.3), 3.1.4, 3.1.5 (3)
Georeferenziert	Anhang 9.1.7 (2) Unter dem Vorgang der Georeferenzierung versteht man die Zuweisung raumbezogener Referenzinformationen zu einem Geodatensatz. Einordnen von Geoinformation, Karten, Bildern, Rasterdaten in ein Geokoordinatensystem durch Zuweisen von Realweltkoordinaten.
Gerätebezeichnungen (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (8)
Gerätebezeichnungen (Magnetik)	Anhang 3.1.2 (6)
Gewerbliche Leistungen	s. Text Kap. 7.2 (3-6), 7.4
GGBef G - Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter	Anhang 5 (5.2.4)
GGVS - Gefahrgutverordnung "Straße"	Anhang 5 (5.3)
Glasminen	Anhang 3.1.5 (1) Glasminen sind Landminen aus Glas, die durch das Dritte Reich verlegt wurden. Die schon zur damaligen Zeit gegen das Völkerrecht verstoßenden Waffen hatten die Eigenschaft, nicht mehr aufspürbar zu sein.
Gradiometer	Anhang 3.1.2 (2, 4, 5)
Grenzen der Anwendung (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (6)
Grenzen der Anwendung (Magnetik)	Anhang 3.1.2 (4.4)
Ground Control Points (GCP`s)	Anhang 7.2.2 bei den Ground Control Points (GCP`s) sind die Koordinaten bekannt und im zu bearbeitenden Luftbild zu erkennen.
Handhabungsfähig	s. Definitionen, Text Kap. 2 (38)
Handhabungssicherheit	Anhang 1.2.1
Handlungsanweisung Rüstungsaltenstandorte	Anhang 2.3
Handlungschronik	Anhang 2.1.2
Hauptfeld	Anhang 3.1.2 (1)
Havariedetonation	Anhang 5 (Anlage 4.1)
Histogramm	Anhang 2.3.1 (5.2)
Historische Erkundung	s. Text Kap. 4.1

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Historisch-genetische Rekonstruktion (HgR-KM)	s. Text Kap. 4.1, Anhang 2.2.1 (1)
Hochohmiger Untergrund	Anhang 3.1.4 (2) Untergrund mit hohem elektrischen Widerstand.
Homolog	Anhang 7.2.2
Hülsenreißer	Treibladungshülse, an der beim Schießen Längs- oder Querrisse entstanden oder der Boden abriss.
Identifizieren von Munition	Anhang 1.2.1
Impedanz (Scheinwiderstand)	Anhang 3.1.3 (2.2)
Impulsreflexionsverfahren	Anhang 3.1.4 (1)
Induktiver Detektor	Anhang 9.4.1 (4.2)
Induktivität, Induktions-, -spannung,	Anhang 3.1.3 (2.2, 3)
Induzierte Magnetisierung	Anhang 3.1.2 (1)
Inerte Munition	Anhang 1.2.1
Informationsbeschaffung	Anhang 2.2.1 (1)
Initiale Archivaliendatenbankabfrage	Anhang 2.2.2 (3.2)
Innere Orientierung (bei Luftbildern)	Anhang 7.2.2
Intelligence and Historical Reports	Anhang 2.1.4.3
Interalliierten Militär-Kontrollkommission (IMKK)	Anhang 2.1.4.4
Interpretation der Messdaten (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (5)
Interpretation magnetischer Anomalien	Anhang 3.1.2 (4.3)
Kalibrierfeld	Anhang 3.2 (5)
Kalibrierkurven	Anhang 9.3.10 Die Kalibrierkurven ermöglichen die Zuordnung des Messsignals zum Fehler. Zur Aufnahme der Kalibrierkurven werden empirische, analytische und numerische Verfahren herangezogen.

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Kalibrierung	Anhang 3.1.1 (5.3)
Kampfmittel	Anhang 1.2.1, 3.11 (2.1), 9.1.2 (3.2.1)
Kampfmittelabwehr	Anhang 1.2.1
Kampfmittelbedingte Faktoren	s. Text Kap. 4.1 (10)
Kampfmittelbeseitigung	s. Definitionen, Text Kap. 2 (25), Anhang 1.2.1
Kampfmittelbeseitigungsdienste	s. Text Kap. 3, 3.1 (2), 3.3 (5, 9), 7.4 (22) Bei Kampfmittelbeseitigungsdiensten der Länder handelt es sich zumeist um Fachbehörden, die die zuständigen Gefahrenabwehrbehörden unterstützen.
Kampfmittelfreiheit	s. Definitionen, Text Kap. 2 (26), Anhang 4.1 (2)
Kampfmittelräumung	Anhang 1.2.1
Kampfmittelräumung (baubegleitend)	Anhang 4.1 (3.2)
Kampfmittelräumung (visuell)	Anhang 4.1 (3.1)
Kampfmittelräumung Gewässer	Anhang 9.4.13, 9.4.15
Kampfmittelräumverfahren Land	Anhang 4.1 (3)
Kampfmittelübergabebescheinigung	Anhang 9.4.10 (2)
Kampfmittelverdächtige Fläche	s. Text Kap. 5.1 (2), Anhang 2.4.4
Kampfmittelverordnung	s. Text Kap. 3.1 (3)
Kampfstoffmunition	Anhang 1.2.1
Kennzeichnung von KM im Gelände	Anhang 5 (Anlage 9)
Kernpräzessionsmagnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Kernquadrupol-Resonanz (NQR)	Anhang 3.1.5 (2)
Kontrollpunktmessungen	Anhang 3.1.1 (5.1)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Kostenstruktur	Anhang 9.4.9 (11)
Kostenwirkungsfaktoren	s. Text Kap. 4.1 (8), Anhang 9.1.2, 2.1.2
Kriegswaffenkontrollgesetz, (KrWaffG)	s. Text Kap. 3.3 (6)
Lagerung von Munition	Anhang 1.2.1
Leistungsbild Räumkonzept (ES-Bau)	Anhang 7.2.7 (1) Worddokument
Leistungsbild Raumplanung (EW-Bau)	Anhang 7.2.7 (2) Worddokument
LISA <sup>®</sup> (Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen)	s. Text Kap. 8 (4), Anhang 6.3
Luftbilddauswertung	Anhang 2.1.3
Luftbilderarchive	Anhang 2.1.3
Luftbildstereoauswertung	Anhang 2.3.2
Magnetisches Messverfahren	Anhang 3.1.1 (2.2.1, 5.1) 3.1.2
Magnetometer	Anhang 3.1.2 (2, 4.4)
Manövermunition	Anhang 1.2.1
Manuelle Räumung	s. Text Kap. 4.3 (9)
Maschinelle Räumung	s. Text Kap. 4.3 (9)
Materialabhängige Sensoren	Anhang 3.1.5 (2)
Mechanische Messgeräte	Anhang 9.1.8
Messergebnisse (Georadar)	Anhang 3.1.4 (5)
Messergebnisse (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (4)
Messgeräte (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (3)



Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Messgeräte (Georadar)	Anhang 3.1.4 (3)
Messparameter (Georadar)	Anhang 3.1.1 (5.3)
Messpunktaufnahme	Anhang 3.2 (4)
Messverfahren (Elektromagnetik)	Anhang 3.1.3 (2.1)
Messwertezuordnung (Magnetik)	Anhang 3.1.2 (4.2)
Metalldetektoren	Anhang 3.1.3
Metallische Einlagerungen	Anhang 3.1.1 (2.2.1)
Methodentest (Geophysik)	Anhang 3.1.1 (3)
Mikrofiches	Anhang 2.2.1 (2) Mikroform ist der Oberbegriff für auf Filmmaterial verkleinerte analoge Abbildungen von gedruckten Vorlagen. Die wichtigsten Mikroformen sind Mikroplanfilm (Microfiche) und Mikrofilm auf Spulen oder in Kassetten (Rollfilm).
Militärischer Regelbetrieb	Anhang 2.1.4.5
Mine	Anhang 2.1.4.3
Minensuchgerät	Anhang 3.1.3 (1)
mm-Radar	Anhang 3.1.5 (3)
Monoskopie	Anhang 2.3.3 (2)
MS-Geräte	Anhang 8.2.3
Multi-Sensor-Verfahren	Anhang 3.1.6
multitemporale Auswertung	Anhang 2.1.2
Munition/ Munitionsteile	s. Definitionen, Text Kap. 2 (27), Anhang 1.2.1
Munitionsart	Anhang 1.2.1
Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad)	Anhang 2.3.4 (8), 1.2 (3.1)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad)	Anhang 9.2.9 (11)
Munitionersenkung	Anhang 2.1.4.4
Munitionsfund	Anhang 1.2.1
Munitionssorte	Anhang 1.2.1
Munitionsvernichtung	Anhang 1.2 (3.2)
Musterbetriebsanweisungen "Gefahrstoffe"	Anhang 5 (Anlage 10)
Musterbetriebsanweisungen "Maschinen"	Anhang 5 (Anlage 14)
Musterleistungsbeschreibung	Anhang 8.2.1
National Archives and Record Administration (NARA), Washington	Anhang 2.1.4.3
Nebelstoffe	s. Definitionen, Text Kap. 2 (28)
Noise-Bedingungen	Anhang 3.1.1 (5.1)
NSG - Naturschutzgebiet	Anhang 5 (3.1)
Nullabgleich	Anhang 3.1.2 (4.2)
Nutzungsbedingungen der Archivaliendatenbank	Anhang 2.2.2 (2)
Nutzungschronik	Anhang 2.1.2
Nutzungsrechte	Anhang 9.1.2 (3.3.2)
Nutzungsumfeld	Anhang 9.1.2 (3.1.1)
Ortholuftbilder (-fotos)	Anhang 2.3.2 (3), 2.3.3 (2) bearbeitete Luftbildfotos
Orthofoto	Anhang 7.2.2 Ein Orthofoto (griech. orthós richtig, gerade, aufrecht) ist eine naturgetreue, verzerrungsfreie und maßstabsgetreue fotografische Abbildung der Erdoberfläche.
Örtliche Bauüberwachung	Anhang 4.2 (2.3), 7.2.8

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Ortschronisten	Anhang 2.1.3
Parzellenbelastung	Anhang 8.2.2 (4.3.1)
Passive Messgeräte	Anhang 9.4.8 (4) Beim passiven Messen bestehen die Sensoren nur aus passiven Elementen (Spule, Widerstand, Kondensator). Hier wird eine Änderung der elektrischen Eigenschaften, wie z. B. Widerstand, Kapazität usw. bewirkt. Passive Sensoren benötigen zur Signalerzeugung eine Hilfsstromquelle.
Passive Sonden	Anhang 9.4.6 (4)
Passives Infrarot	Anhang 3.1.5 (3)
Passives Verfahren	Anhang 3.1.1 (1)
Passives Video	Anhang 3.1.5 (3)
Passpunkte	Anhang 7.2.2 sogenannte Ground Control Points (GCP`s), deren Koordinaten bekannt sind und die im zu bearbeitenden Luftbild zu erkennen sind.
Permeabilität (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (1)
Phasenschema Kampfmittelräumung	s. Text Kap. 4
Phosphorbrandbombe	Anhang 2.4.5 Bei Phosphorbrandbomben beginnt der Phosphor zu reagieren, wenn Luftsauerstoff hinzutritt (Rauchentwicklung, gesundheitsschädigende Dämpfe). Brennt eine Phosphorbrandbombe hell, zündet eine Zerlegeladung; die Bombenhülle verteilt die Brandmasse bis zu 50 m.
Photogrammetrie	Anhang 9.2.1, 9.2.4, 9.2.5 Photogrammetrie ist eine Gruppe von Messmethoden und Auswerteverfahren der Fernerkundung, um aus Fotografien und genauen Messbildern eines Objektes seine räumliche Lage bzw. dreidimensionale Form zu bestimmen.
Pioniermunition	Anhang 2.1.4.3 Nahkampfmittel, z.B. Granatwerfer
Planungsleistungen	s. Text Kap. 7.2 (8-11)
POL-Werke	Anhang 9.2.1
Positionierungssystem	Anhang 3.1.2 (4.2)
Primärfeld	Anhang 3.1.3 (2.2)
Primärquellen	Anhang 2.1.4.7
Prioritätskontaminanten	Anhang 9.2.9 (11)
Profilmontage	Anhang 3.1.2 (1)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Projektive Transformation	Anhang 2.3.2 (3.2.4)
Projektleitung	Anhang 1.1.2
Projektsteuerung	Anhang 1.1.2, 7.2.9 (2)
Protonenresonanz-Magnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Provenienzprinzip	s. Text Kap. 4.1 (3), Anhang 2.1.3 Das Provenienzprinzip bildet die Grundlage für die Gliederung und Analyse von Archiv- und/oder Bibliotheksgut nach den Entstehungszusammenhängen, insbesondere ist es die Ordnung nach der Herkunft.
Prüffelder	s. Text Kap. 4.3 (10), Anhang 7.2.5
Pufferflüge	Anhang 2.3.3 (3.1)
Pulsinduktionsverfahren	Anhang 3.1.3 (2.1, 2.2, 3, 4.7)
Qualitätskontrolle	s. Definitionen, Text Kap. 2 (30), 4.3 (10)
Qualitätssicherung	s. Definitionen, Text Kap. 2 (29), Anhang 3.1.1 (5), 3.1.2 - 3.1.5
Quantenmagnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Quasikontinuierliche Aufnahme	Anhang 3.1.2 (4.2), 3.1.4 (1)
Radargramme	Anhang 3.1.4 (5)
Radarwellen	Anhang 3.1.6
Raschidringe	Anhang 9.1.9 (3.2.2)
Räumabschnitte	Anhang 9.1.10 (3.1.2)
Räumarbeiter	Anhang 9.1.10 (2.1.2)
Räumbegleitende Maßnahmen	Anhang 8.2.2 (5.4.4)
Räumerschwernisse	Anhang 8.2.2 (4.3)
Räumfläche	Anhang 3.2 (7), 7.2.6

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Räumflächenauswahl	Anhang 7.2.5 (1, 4.3), 7.2.6 (3.3)
Räumgebiet	Anhang 9.1.10 (3)
Räumhelfer	Anhang 9.1.10 (2.1.2)
Räumhindernisse	Anhang 8.2.2 (4.6)
Räumkarte	Anhang 9.4.10 (2)
Räumkonzept	s. Text Kap. 4.3 (4-6), 6
Räumpaare	Anhang 9.1.10 (2.2.2)
Räumparzellen	Anhang 9.1.10 (3.1.3)
Räumsektor	Anhang 7.2.7 (2) Worddokument
Räumstelle	Anhang 9.1.10 (3.1.1)
Räumstellenaushang SIGe Plan	Anhang 5 (Anlage 8)
Räumstellenleiter	Anhang 9.1.10 (2.1.1)
Räumstellenordnung	Anhang 5 (Anlage 16)
Räumtrupp	Anhang 3.1.2 (3.2), 9.1.10 (2.2.1)
Räumwege	Anhang 9.1.10 (3.1.4)
RBBau	s. Text Kap. 7.3 Richtlinien für die Durchführung der Bauaufgaben des Bundes und des Landes.
Recherchen	Anhang 2.2.1 (1)
Recherchestrategie	Anhang 2.1.3
Refraktionsseismik	Anhang 3.1.1 (2.2.1, 2.2.3)
Reihenbefliegungen	Anhang 2.3.2 (2)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Remanente Magnetisierung	Anhang 3.1.2 (1, 4.1)
Reproduktionen von Archivalen	Anhang 2.2.2 (3.3)
Rettungskette	Anhang 7.2.7 (2) Worddokument
Richtungsabhängigkeit (Heading Effect)	Anhang 3.1.1 (5.1)
Röntgenstrahl-Aktivierung	Anhang 3.1.5 (2)
RTK-DGPS-System	Anhang 3.1.2 (4.2)
Rüstungsaltsstandorte	Anhang 2.1.4.6
Saturationskern-Magnetometer	Anhang 3.1.2 (2)
Saugbagger	Anhang 4.1 (4.2.1)
SAV-Bilder	Anhang 2.2.1 (2)
Scanparameter	Anhang 2.3.1 (5.1)
Schanzen	Anhang 1.2.2 (2.1)
Scheinwiderstand (Impedanz)	Anhang 3.1.3 (2.2)
Schießsicherheitsoffizier	Anhang 1.2.2 (1) Offizier mit Fachkunde Munition (ZDv 34/210, "Allgemeine Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Munition") und abgeschlossener Ausbildung Schießsicherheit.
Schnelle-Neutronen-Aktivierung	Anhang 3.1.5 (2)
Schräg- und Senkrechtaufnahmen	Anhang 2.1.3
Schutzgebiete	Anhang 9.1.2 (3.3.3)
Schwarz-Weiß-Anlagen	Anhang 8.2.2 (5.2.3)
Screendump	Anhang 3.1.2 (5)
Sedimenteingreifend	Anhang 9.4.13

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Sekundäre Kampfmittelbelastung	Anhang 2.1.2
Sekundärfeld	Anhang 3.1.3 (2.2)
Sekundärquellen	Anhang 2.1.2, 2.1.3
Selbstkostenerstattungsvertrag	s. Text Kap. 7.4 (12)
Sensorik	Anhang 3.1.1 (2.1)
Separation	Anhang 9.4.14
Separieranlage	s. Text Kap. 4.3 (9) Saparieranlagen bestehen in der Regel aus Siebanlagen in Verbindung mit Metallabscheidern, z.B. Magnetabscheider oder Wirbelstromabscheider, sowie Schutzeinrichtungen. Einsatz nur dann wirtschaftlich, wenn große Mengen an Kampfmitteln aus Sprengtrichterbereichen mit hoher Splitterdichte aus dem Boden herausgetrennt werden müssen.
Siebanlage	s. Text Kap. 4.3 (9) Siebanlagen trennen hochbelastetes Erdreich von Kampfmitteln und -stoffen. Hierbei werden von Infanterie bis Artilleriemunition sämtliche Kampfmittel vom Erdreich getrennt. Nach der Bearbeitung wird das Erdmaterial als 100% unbedenklich eingestuft und kann bedenkenlos weiterverarbeitet werden.
SIGEKO - Sicherheits- und Gesundheitsschutz Koordinator	Anhang 5 (2.1)
Sinus- und Dämpfungsverfahren	Anhang 3.1.3 (2.1, 2.2)
Sonar	Anhang 3.1.4 (1) Das Sonar ist eine Schallmesstechnik zur Ortung und Vermessung von Gegenständen unter Wasser. Das Wort ist ein englisches Akronym von sound navigation and ranging, was sich mit Orientierung und Entfernungsmessung durch Wasserschall übersetzen lässt.
Sondenarray	Anhang 4.1 (4.1.1) Durch elektrochemische und elektrokinetische Vorgänge im Untergrund entstehen Fließ-, Strömungs- und Redox-Potenziale. Diese können an der Oberfläche als lokale Gleichstromfelder mit zwei oder mehreren („Sondenarray“) unpolarisierbaren Sonden, welche durch ein Kabel verbunden sind, gemessen werden.
Sonderschießplätze	Anhang 2.1.4.5
Sondierungsbohrungen	Anhang 3.1.1 (2.2.3)
Spektrallinien	Anhang 3.1.2 (2)
Splitter (Munition)	Anhang 1.2.1

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Splitterbombe	Anhang 3.1.3 (7) Als Splitterbombe bezeichnet man einen Sprengkörper, dessen Wirkung nicht allein durch die Druckwelle des jeweiligen Sprengstoffes erzielt wird. Vielmehr richtet eine Vielzahl von Metallteilen, die bei der Explosion in alle Richtungen verteilt werden, den eigentlichen Schaden an. Anders als bei Bomblets in Streubomben haben diese Teile jedoch keine eigene Sprengkraft.
Sprengen	Anhang 1.2.1
Sprengstoffgesetz (SprenG)	s. Text Kap. 3.3 (2-5)
Sprengtrichter	Anhang 2.4.4
Sprengung	s. Definitionen, Text Kap. 2 (34)
Staatspraxis	s. Text Kap. 3.2 (2)
Stabbrandbomben	Anhang 2.1.4.1
Standortchronik	Anhang 2.1.2
Standortfaktoren	s. Text Kap. 4.1 (11)
Standortübungsplätze	Anhang 2.1.4.5
Statische Flächenrepräsentanz	Anhang 9.4.2 (3.2)
Statisches Suchprinzip	Anhang 3.1.3 (2.2)
Stellungssysteme	Anhang 2.1.4.3
Stelzenbagger	Anhang 4.1 (4.2.1)
Stereoskopisch	Anhang 2.2.1 (2)
Stereoskopische Paare	Anhang 2.1.3
Störkörper, -signale, -quellen	Anhang 3.1, 9.1.2 (3.1.6)
Störkörperdichte	Anhang 4.1 (3.4.2)
Störkörpermodellierung	Anhang 3.1.2 (4.3)
Streukörper	Anhang 3.1.1 (5.3)
Stromschild	Anhang 9.4.13 (2)
Strukturfaktor N	Anhang 3.1.2 (4.3)
Stundenlohnvertrag	s. Text Kap. 7.4 (11)
Submunition	Anhang 1.2.1



Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Suszeptibilität (magnetisch)	Anhang 3.1.2 (1)
Tabunbomben	Anhang 2.1.4.7 Tabun ist ein Nervenkampfstoff, der ab 1942 industriell gefertigt und im Zweiten Weltkrieg von der deutschen Wehrmacht in Bomben und Granaten verfüllt, jedoch nicht eingesetzt wurde. Ein einziger Tropfen Tabun ist für Menschen tödlich.
Taucharbeiten	Anhang 9.1.10 (2.2.3)
Technische Erkundung	Anhang 1.1.1
Testfeldauswahl	Anhang 7.2.6 (3.3), 7.2.5 (4.3)
Testfelder	s. Text Kap. 4.2 (4), Anhang 3.2, 7.2.5 (1, 4)
Testfeldräumung	s. Text Kap. 4.2 (7, 8), 7.2.5 (4.3)
Testflächen	Anhang 3.1.1 (3)
Testmessungen (geophysikalisch)	Anhang 3.1.1 (3)
The National Archive London (TNA)	Anhang 2.1.4.3
Thermische-Neutron-Aktivierung (TNA)	Anhang 3.1.5 (2)
Tie Points	Anhang 7.2.2 Die Verbindung zwischen den Bildern eines Blockes wird über sogenannte Verknüpfungspunkte hergestellt. Dies sind Punkte die in benachbarten überlappenden Bildern gleichermaßen vorkommen.
Tiefensondierung	Anhang 2.4.7 Die Bohrloch- oder Tiefensondierung stellt in der klassischen Kampfmittelräumung schon seit langem die sicherste Möglichkeit der Detektion tiefliegender Blindgänger in magnetisch gestörten Umgebungen dar. Da durch den Einsatz der Sonde im Bohrloch der Abstand zwischen dem Detektor und dem gesuchten Objekt stark reduziert wird, treten Störungen durch Gebäude, Brücken, Gleisanlagen, armierten Beton oder ähnlichem in den Hintergrund und eine Auswertung der gewonnenen Daten ist sicher möglich.
Tiling	Anhang 2.3.1 (4.4)
Totalfeldanomalie	Anhang 3.1.2 (4.3)
Totalfeldmagnetometer	Anhang 9.3.8 Messungen der absoluten Werte des örtlichen Erdmagnetfeldes
Totalintensität	Anhang 3.1.2 (2)
Totenruhe	Anhang 9.1.2 (3.3.5)
Toxizität	Anhang 2.1.4.7

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Trainingsmunition	Anhang 1.2.1
Transformatorkern	Anhang 3.1.3 (6)
Transientes Signal	Anhang 3.1.3 (2.2)
Transport	s. Definitionen, Text Kap. 2 (25, 38), Anhang 1.2.1
Transportfähigkeit	s. Definitionen, Text Kap. 2 (38)
Transportsicherheit von Munition	Anhang 1.2.1
Trinitrotoluol (TNT)	Anhang 3.1.5 (2) TNT ist noch heute der wichtigste militärische Sprengstoff und hat eine Detonationsgeschwindigkeit von 6900 m/s. Die Sprengkraft von TNT ist zum Maßstab zur Stärke von Bomben und anderen Sprengkörpern geworden (siehe TNT-Äquivalent).
Truppenübungsplätze	Anhang 2.1.4.5
Übergabe	s. Definitionen, Text Kap. 2 (39)
Übungsmunition	Anhang 1.2.1
UFIS - Liste	Anhang 7.3.2 (4.2) Liste des Umweltfachbereichsinformationssystem der Bundeswehr
Umgang mit Munition	Anhang 1.2.1
Unbrauchbare Munition	Anhang 1.2.1
Unfallverhütungsvorschriften (UVV)	s. Text Kap. 3.3 (10)
Ungefährlichmachung von Munition	Anhang 1.2.1 Wiederherstellen der Handhabungs- und Transportsicherheit.
Unterweisungshilfe/ Unterweisungsnachweis KMR	Anhang 5 (Anlage 4)
USAAF	Anhang 2.1.2 United States Army Air Forces
UW - Liste	Anhang 9.1.3 (4)
Variable Flächenrepräsentanz	Anhang 9.4.2 (3.2)
Varianz	Anhang 3.2 (4) Die Varianz ist in der Statistik ein Streuungsmaß, d.h. ein Maß für die Abweichung einer Zufallsvariable X von ihrem Erwartungswert
Variationsfeld	Anhang 3.1.2 (1)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
Verantwortliche Person	s. Definitionen, Text Kap. 2 (40)
Verdingungsunterlagen	s. Text Kap. 7.4 (9)
Verfahrensoptimierung Geophysik	Anhang 3.1.1 (3)
Vergabehandbuch (VHB)	Anhang 1.1.2
Vergabeverfahren	s. Text Kap. 7, 7.4 (1-6)
Verhalten bei Unfällen/ Alarmplan Brand	Anhang 5 (Anlage 12)
Vernichten von Munition	Anhang 1.2.1
Vernichtung der KM	s. Text Kap. 4.3 (8), 7.2 (7)
Versager	Anhang 1.2.1
Versicherung	Anhang 8.2.1 (7)
Versuchsbetrieb	Anhang 2.1.4.5
Vertikal-Gradiometer-Messung	Anhang 9.3.8 Die Messsysteme der Gradiometer messen mit 2 Sonden in Abständen unter 1 m, um z.B. feine vertikale Änderung des Erdmagnetfeldes zu erfassen.
Vertikalintensität	Anhang 3.1.2 (2)
Verträglichkeitsgruppe	Anhang 1.2.1
Verursachungszenarien	Anhang 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4.1
Vervielfältigung von Archivalien	Anhang 2.2.3
Verwenden von Munition	Anhang 1.2.1
Verwerten von Munition	Anhang 1.2.1
VgV - Vergabeverordnung	s. Text Kap. 7.1
VHB - Vergabehandbücher	s. Text Kap. 7.4 (3)

Stichwort / Abkürzung	AH KMR - Fundort / Erklärung
VOB/A - Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen	s. Text Kap. 7.2 (4)
VOL - Verdingungsordnung für Leistungen	s. Text Kap. 7.2 (6)
Vollpasspunkte	Anhang 2.3.2 (3.2.3)
Volumenräumung	Anhang 9.4.7, 9.4.14, 4.1 (3.5)
Vorbehaltsgebiete	Anhang 9.1.2 (3.3.3)
Vorplanung	s. Text Kap. 6.2 (2-4)
Vorranggebiete	Anhang 9.1.2 (3.3.3)
VV - Verwaltungsvorschriften	s. Text Kap. 7.4 (1)
Wartezeit (Munition)	Anhang 1.2.1
Weitergabe von Archivalien	Anhang 2.2.3
Wirbelstrom	Anhang 3.1.3 (2.1, 2.2)
Wurfstücke	Anhang 1.2.1
Zeeman-Effekt	Anhang 3.1.2 (2)
Zeitzeugen	Anhang 2.1.3
Zentralperspektive	Anhang 2.3.2 (2.2)
Zerlegen von Munition	Anhang 1.2.1
Zitierhinweise für Archivalien	Anhang 2.2.3
ZTV - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen	s. Text Kap. 7.2 (9)
Zustandsbeurteilung von Munition	Anhang 1.2.1
ZVB - Zusätzliche Vertragsbedingungen	s. Text Kap. 7.2 (9)
Zweifrequenzverfahren	Anhang 3.1.3 (2.1, 2.2, 3)

## A-10.2 Literaturverzeichnis

### Archive, allgemein

BECK, F.; HENNING, E. (1994): Die archivalischen Quellen (Eine Einführung in ihre Benutzung); Weimar.

BUNDESARCHIV [Hrsg.] (2007): Das Bundesarchiv (Dienstleister für Forschung, Öffentlichkeit und Verwaltung); Koblenz.

GRANIER, G.; HENKE, J.; OLDENHAGE, K.: Das Bundesarchiv und seine Bestände (Teil1/4); Boppard am Rhein.

K.G SAUR VERLAG München [Hrsg.] (1992): International Directory of Archives; München, London, New York, Paris.

THIEME, J. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsaltslastenverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland (Band 5: Findmittelverzeichnis Bundesarchive); Berlin.

THIEME, J. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsaltslastenverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland (Band 6: Findmittelverzeichnis Staats- und Landesarchive); Berlin.

VERBAND DEUTSCHER ARCHIVARE (1995): Archive in der Bundesrepublik Deutschland, Österreich und der Schweiz; Münster.

### Geschichte, allgemein

BIRKEN, A.; GERLACH, H.-H. (2002): Atlas und Lexikon zum Ersten Weltkrieg (Band I: Karten); Königsbrunn.

BIRKEN, A.; GERLACH, H.-H. (2005): Atlas und Lexikon zum Ersten Weltkrieg (Band II: Grafiken und Sachlexikon); Königsbrunn.

DEUTSCHER MILITÄRVERLAG [Hrsg.] (1961): Geschichte des Zweiten Weltkrieges 1939 - 1945 (Militärhistorischer Abriss); Berlin.

### Luftkrieg

BOOG, H., Krebs, G., VOGEL, D. (2001): Das Deutsche Reich in der Defensive – Strategischer Luftkrieg in Europa. – in: Militärgeschichtliches Forschungsamt (Hrsg): Das Deutsche Reich und der Zweite Weltkrieg – Band 7, Stuttgart, München.

CARTER, K. C.; MUELLER, R. (1973): The Army Air Forces in World War II (Combat Chronology 1941 - 1945); Washington.

MIDDLEBROOK, M.; EVERITT, C. (1985): The Bomber Command War Diaries ( An Operational Reference Book, 1939 - 1945); London.

UNITED STATES STRATEGIC BOMBING SURVEY: "Overall Report" - Washington, 1946.

### Militär

TESSIN, G. (1988): Verbände und Truppen der deutschen Wehrmacht und Waffen-SS im Zweiten Weltkrieg 1939 - 1945 (Bd. 1: Einleitungsband: Waffengattungen - Gesamtüberblick; Bd. 2 – Bd. 13: Die Landstreitkräfte (in Nummernfolge) einschl. Luftwaffenbodentruppen u. Marinelandeinheiten; Bd. 14: Namensverbände, Fliegende Verbände, Flakeinsatz im Reich; Bd. 15: KStN, taktische Zeichen, Traditionspflege; Bd. 16: (Teil 1 bis Teil 4) Standortverzeichnis, gegliedert nach Wehrkreisen u. außerdeutschen besetzten Ländern; Bd. 17: Registerband d. Namensverbände, Volkssturm, Hitlerjugend, Verbündete).

### Munition und Militärchemie

Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2006): Merkblatt über Fundmunition.

FLEISCHER, W. (2003): Deutsche Abwurfmunition bis 1945 (Sprengbomben, Brandbomben, Sonderabwurfmunition, Abwurfbehälter, Zünder); Stuttgart.

FRANKE, S. (1976): Lehrbuch der Militärchemie (Band 1: Entwicklung der chemischen Kriegsführung, Chemie der Kampfstoffe; Band 2: Sabotage- und Phytogifte, Entgiftung und Entgiftungsmittel, Analytik chemischer Kampfstoffe und Giftstoffe); Berlin.

MILITÄRVERLAG DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK (VEB) [Hrsg.] (1985): Militärische Sprengtechnik (Lehrbuch); Berlin.

THAMM, W. (2003): Fliegerbomben (Die Spreng- und Brandbombenentwicklung in der Luftwaffe); Bonn.

URBÁNSKI, DR. T. (1961): Chemie und Technologie der Explosivstoffe (Band I); Leipzig.

URBÁNSKI, DR. T. (1964): Chemie und Technologie der Explosivstoffe (Band III); Leipzig.

VOSS, P. (2000): Die britische Abwurfmunition bis 1945; Hamburg.

### Kampfmittelräumung in Deutschland

THAMM, W. (1995): Feuerwerker im Einsatz (Die Kampfmittelbeseitigung in der Bundesrepublik Deutschland 1945 - 1993); Osnabrück.

THAMM, W. (1997): Feuerwerker im Einsatz, 2. Auflage; Osnabrück.

THAMM, W. (2002): 55 Jahre Kampfmittelbeseitigung in der Bundesrepublik Deutschland 1945 - 2000 (Kampfmittel und -stoffe, Rüstungsaltslasten); Bissendorf.

### Luftbildauswertung und Geophysik

KNÖDEL, K.; KRUMMEL, H. u. LANGE, G. (1997): Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten, Band 3, Geophysik, Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe; Springer.

KÜHN, F. u. HÖRIG, B. (1995): Geofernerkundung (Grundlagen und Anwendungen); Berlin; Heidelberg.

MILITZER, H. u. WEBER, F. (1984): Angewandte Geophysik (Band 1: Gravimetrie und Magnetik); Wien; New York; Berlin.

MILITZER, H. u. WEBER, F. (1985): Angewandte Geophysik (Band 2: Geoelektrik - Geothermie - Radiometrie - Aerogeophysik); Wien; New York; Berlin.

### **Vergabe**

Verdingungsordnung für Freiberufliche Leistungen (VOF)

Verdingungsordnung für Leistungen (VOL)

Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB)

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)

MAIBAUM, T. (2003): VOF - leicht gemacht (Leitfaden für die Praxis); München; Berlin.

ZUCH, M. (2002): Vertrags- und Honorarrecht für Architekten und Ingenieure leicht gemacht (Leitfaden); München; Berlin.





## A-10.3 Adressenliste

### Arbeitskreis „Arbeitshilfen Kampfmittelräumung“

Adresse	Kontakt
Oberfinanzdirektion Hannover Landesbauabteilung Referat LA 21 Waterloostr. 4 30169 Hannover	Ulrich Brakemeier, LA 212 (Dipl.-Geophys.) Tel.: 05 11 / 101 - 33 08 Fax: 05 11 / 101 - 16 - 33 08 Ulrich.Brakemeier@ofd-lba.niedersachsen.de
	Susanne Langer, LA 212a (Dipl.-Ing.) Tel.: 05 11 / 101 - 23 46 Fax: 05 11 / 101 - 16 - 23 46 Susanne.Langer@ofd-lba.niedersachsen.de
BMVBS Krausenstraße 17 - 20 10117 Berlin	Referat B11 Heike Groß-Rieling (Dipl.-Ing.) Tel.: 030 / 20 08 - 71 16 Fax: 030 / 20 08 - 80 77 116 heike.gross-rieling@bmvbs.bund.de
	Referat B13 Winfried Arndt (Dipl.-Ing.) Tel.: 030 / 20 08 - 71 34 Fax: 030 / 20 08 - 80 77 146 winfried.arndt@bmvbs.bund.de
BMVg Fontainengraben 150 53123 Bonn oder Postfach 1328 53003 Bonn	Referat WV III 6 BOR´in Michaela Sieber (Dipl.-Ing.) Tel.: 02 28 / 12 - 37 59 Fax: 02 28 / 12 - 33 01 MichaelaSieber@bmvvg.bund.de

Adresse	Kontakt
Streitkräfteunterstützungskommando ABC Abwehr / Schutzaufgaben 3.3 Luftwaffenkaserne Wahn Postfach 906110 51127 Köln	OTL Eberhard Braun (Dipl.-Ing.) Tel.: 0 22 03 / 908 - 12 70 Fax: 0 22 03 / 908 - 12 43 EberhardBraun@bundeswehr.org
Brandenburgischer Landesbetrieb für Liegenschaf- ten und Bauen (BLB) Dienstort Cottbus / Fachbereich Bundesbau Juri-Gagarin-Straße 17 03046 Cottbus	Steffen Friedrich (Dipl.-Ing.) Tel.: 03 55 / 359 - 501 Fax: 03 55 / 359 - 262 steffen.friedrich@blb.brandenburg.de
Zentrale Polizeidirektion Hannover Dezernat 23 / Kampfmittelbeseitigung Marienstraße 34 - 36 30171 Hannover	Thomas Bleicher Tel.: 05 11 / 109 - 63 01 Fax: 05 11 / 109 - 63 95 thomas.bleicher@polizei.niedersachsen.de
	Willi Lückert Tel.: 05 11 / 109 - 63 36 Fax: 05 11 / 109 - 63 95 willi.lueckert@polizei.niedersachsen.de
Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz (LPBK) Munitionsbergungsdienst Graf-Yorck-Straße 6 19061 Schwerin	Robert Mollitor (Dipl.-Ing. FH) Tel.: 03 85 / 20 70 - 28 30 Fax: 03 85 / 20 70 - 28 35 robert.mollitor@lpbk.de

Adresse	Kontakt
<p>Zentraldienst der Polizei des Landes Brandenburg Kampfmittelbeseitigungsdienst Hauptallee 116 / 8 15806 Zossen / OT Wünsdorf</p>	<p>Wilfried Krämer (Regierungsdirektor) Tel.: 03 37 02 / 728 - 20 Fax: 03 37 02 / 728 - 01 wilfried.kraemer@polizei.brandenburg.de</p> <p>Roland Hain (Dipl.-Ing. FH) Tel.: 03 37 02 / 728 - 30 Fax: 03 37 02 / 728 - 01 roland.hain@polizei.brandenburg.de</p>
<p>Dipl.-Ing. Frank Engling Mommsenstraße 13b 30173 Hannover</p>	<p>Frank Engling (Dipl.-Ing.) Tel.: 05 11 / 80 16 38 huf.engling@t-online.de</p>
<p>Ingenieurbüro Döring GmbH Prenzlauer Promenade 190 13189 Berlin</p>	<p>Alexander Döring (Dipl.-Ing.) Tel.: 030 / 47 50 98 - 20 Fax: 030 / 47 50 98 - 24 Mobil: 01 73 / 61 88 255 doering.gmbh@t-online.de</p>
<p>Dipl.-Ing. Andreas Stöter Rauchstraße 6 10787 Berlin</p>	<p>Andreas Stöter (Dipl.-Ing.) Tel.: 07 00 / 27 86 38 37 Fax: 07 00 / 27 86 38 37 Mobil: 01 70 / 54 18 800 stoeter@alice-dsl.de</p>

Adresse	Kontakt
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH Joachimstraße 1 30159 Hannover	Mathias Muckel (Dipl.-Geol.) Tel.: 05 11 / 12 35 59 - 50 Fax: 05 11 / 12 35 59 - 55 muckel@mullundpartner.de
	Andreas Bernhardt (Dipl.-Geol.) Tel.: 05 11 / 12 35 59 - 37 Fax: 05 11 / 12 35 59 - 55 Mobil: 01 71 / 74 21 488 bernhardt@mullundpartner.de
Gerhard Schmitt BDFWT Zum Nöchel 2 56479 Stein-Neukirch	Gerhard Schmitt (Oberstleutnant a. D.) Tel.: 0 26 67 / 309 Fax: 0 26 67 / 15 74 Mobil: 01 72 / 61 40 893 g.schmitt@onlinehome.de



**Herausgeber**

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung  
Krausenstraße 17-20  
10117 Berlin

**Herausgeber**

Bundesministerium der Verteidigung  
Fontainengraben 150  
53123 Bonn

**Bezugsquelle/Ansprechpartner**

Oberfinanzdirektion Hannover  
Landesbauabteilung  
Waterloostr. 4  
30169 Hannover  
[www.ah-kmr.de](http://www.ah-kmr.de)  
[www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de](http://www.arbeitshilfen-kampfmittelraeumung.de)  
[LA@ofd-lba.niedersachsen.de](mailto:LA@ofd-lba.niedersachsen.de)

**Stand**

Oktober 2007

**Druck**

Hausdruckerei  
Oberfinanzdirektion Hannover