Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat

Bundesministerium der Verteidigung

Baufachliche Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR)

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

Baufachliche Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR)

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

Hinweise zur Gliederung der BFR KMR

Die Baufachlichen Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR) gliedern sich in Textteil, Anhänge, Anlagen (nur zum Download auf dem Internetauftritt **www.bfr-kmr.de**) und ergänzende Materialien (nur auf dem Internetauftritt verfügbar):

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:

(1) 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).

(2) Arbeitshilfen für die Erstellung von Verdingungsunterlagen:

- → Leistungsbilder Ingenieurleistungen (Anhang A-7),
- → Leistungsbeschreibung gewerbliche Leistungen (Anhang A-8).

(3) 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).

(4) Weitere, ergänzende Informationen (Anhang A-10) mit Glossar, Literaturverzeichnis und Adressenliste.

Die **Anlagen** stehen im Internetauftritt zum Download bereit. Sie bieten als Arbeitshilfen weitergehende Informationen, auf die in diversen Anhängen verwiesen wird. Zum Teil sind diese Dateien im Word- oder Excel-Format verfügbar und im Rahmen der projektbezogenen Anwendung bearbeitbar bzw. ausfüllbar.

Mit den **Materialien** werden ausgewählte, beispielhafte Grundsatzstudien oder liegenschaftsbezogene Beispielprojekte dokumentiert. Mithilfe der Materialien können aktuelle Entwicklungen dar- und allgemein interessierende Informationen bereitgestellt werden.

Die Baufachlichen Richtlinien sind unter

- → **www.bfr-kmr.de** und
- → **www.baufachliche-richtlinien-kampfmittelraeumung.de**

als PDF-Datei und teilweise als bearbeitbare Vorlage bereitgestellt.

Vorwort zur 1. Auflage

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 in besonderem Maße betroffen. Aber auch für Nicht-Bundesliegenschaften bestehen auf Grundlage des Allgemeinen Kriegsfolgengesetzes (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, Bau und Liegenschaften, 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 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.

Vorwort zur 2. Auflage

Die Kampfmittelproblematik ist weiterhin aktuell. Insbesondere Medienberichte über die häufig spektakulären Beseitigungen von nicht detonierten Fliegerbomben zeigen der Allgemeinheit dies auf. Aber auch die weniger prominenten Räumungen kleinkalibrigerer Kampfmittel verdeutlichen die Brisanz des Problems.

Die Bundesrepublik Deutschland ist als großer Grundstückseigentümer von dieser Thematik im besonderen Maße betroffen. Auf Grundlage des Gesetzes über die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImAG) wurde der BImA das Eigentum an den inländischen Dienstliegenschaften übertragen. Mittels einer Dachvereinbarung zwischen BMVg und BMF sowie der BImA vom April 2009 zur Umsetzung des BImAG im Geschäftsbereich des BMVg wurden die Zuständigkeiten für die Kampfmittelräumung zwischen BMVg und BImA konkretisiert. Die inhaltliche Anpassung der AH KMR hierzu kann leider erst in der nächsten Auflage erfolgen.

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung bauen als Baufachliche Richtlinien (BFR) auf den reichhaltigen Kenntnissen und Erfahrungen aus der Praxis auf.

Die hier vorliegende 2. Auflage berücksichtigt die Fortschreibung des Stands der Technik, Praxiserfahrungen aus der Anwendung der AH KMR sowie Änderungen gesetzlicher u. ä. Art.

Voraussichtlich Ende 2015 werden in einer weiteren Fortschreibung im Wesentlichen die Rolle der BImA als der Eigentümerin von Bundesliegenschaften beschrieben, die Schnittstellen zwischen BMVg und BImA im Bereich der Nutzungsaufgaben konkretisiert sowie die Anforderungen der Digitalen Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR) mit der hierfür notwendigen Ergänzung um Zuständigkeiten und der Einführung eines Regelverfahrens definiert.

Vorwort zum Stand September 2018 der BFR

Mit der Ausgabe September 2018 haben die bisherigen „Arbeitshilfen Kampfmittelräumung“ den Status einer Baufachlichen Richtlinie erhalten. Dies erfolgte zur Vereinheitlichung der Bezeichnung der diversen verbindlichen Regelwerke von BMI und BMVg.

Eine wesentliche inhaltliche Ergänzung der BFR KMR bildet die Einführung der Digitalen Bestandsdokumentation Kampfmittelräumung (DigBestDok KMR) auf den Liegenschaften im Zuständigkeitsbereich des BMI und BMVg. Hiermit werden folgende Ziele verfolgt:

- → Die langfristige/nachhaltige Dokumentation des Kampfmittelstatus von Liegenschaften/ Wirtschaftseinheiten sicherstellen.
- → Schnelle Übersichtsinformationen zum Sachstand ermöglichen, Dokumente zum Nachweis des Kampfmittelstatus sichern und hiermit weitere (KMR-)Planungen erleichtern.
- → Den Informationsaustausch zwischen den Beteiligten verbessern.

Verbunden damit werden in den BFR KMR erstmals auch verwaltungstechnische Abläufe dargestellt:

- → Das neue Unterkapitel 3.4 „Zuständigkeiten“ enthält die Rollen der Beteiligten.
- → Das neue Unterkapitel 4.2 „Regelverfahren“ enthält die zugehörigen Verfahrensabläufe sowie den Informationsfluss zwischen den Beteiligten.

Damit ist auch die im Vorwort zur 2. Auflage angekündigte Anpassung der bisherigen AH KMR im Hinblick auf die Rolle der BImA als der Eigentümerin von Bundesliegenschaften erfolgt.

Im Rahmen der Fortschreibung zum Stand der Technik sind in den Anhängen A-2.3.1, A-2.3.2 und A-9.2.4 Ergänzungen hinsichtlich der Anforderungen an die Luftbildgeoreferenzierung erfolgt.

Weitere Anpassungen erfolgten aufgrund der geänderten Gesetzes- und Vorschriftenlage, insbesondere im Bereich des Vergaberechts. Auch die Darstellung wesentlicher Aspekte des Arbeitsschutzes wurde aktualisiert.

Inhalt

1 Geltungsbereich und Ziele 1

2 Definitionen 3

3 Rechtsgrundlagen 9

3.1 Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern 9

3.2 Kostenverteilung zwischen Bund und Ländern 12

3.3 Sonstige gesetzliche Regelungen des Bundes für den Umgang mit Kampfmitteln 13

3.4 Zuständigkeiten 17

4 Verfahrensregelungen 27

4.1 Phasenschema Kampfmittelräumung 27

4.1.1 Phase A – Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung 28

4.1.2 Phase B – Technische Erkundung der Kampfmittelbelastung und Gefährdungsabschätzung 32

4.1.3 Phase C – Räumkonzept, Ausschreibung und Durchführung einer Kampfmittelräumung 34

4.2 Regelverfahren 37

4.2.1 Verfahrensablauf 37

4.2.2 Informationsfluss 40

4.3 Berücksichtigung von Kampfmittelbelastungen bei Infrastrukturmaßnahmen 42

4.4 Berücksichtigung von Bodenkontaminationen in der Kampfmittelräumung 44

5 Bewertung und Gefährdungsabschätzung 45

5.1 Grundsätze der Bewertung 45

5.2 Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen 46

6 Räumkonzept 47

6.1 Einleitung 47

6.2 Planungsschritte zum Räumkonzept 48

6.3 Dokumentation des Räumkonzeptes 51

7 Vergabe von Leistungen 53

7.1 Grundsätzliches zur Vergabe 53

7.2 Arten der Leistungen 55

7.3 Ingenieurleistungen 58

7.4 Gewerbliche Leistungen 62

8 Dokumentation 67

Abkürzungsverzeichnis 69

Anhänge

A-1 Verfahrensabläufe 71

A-1.1 Verfahrensablauf Bund 71

A-1.1.1 Zuständigkeiten 71

A-1.1.2 Projektmanagement 72

A-1.2 Bundeswehr 77

A-1.2.1 Definition Bundeswehr 77

A-1.1.3 Projektblatt Altlastenmanagement der BImA 75

A-1.2.2 Verfahrensablauf Bundeswehr 90

A-1.3 Verfahrensablauf Länder 94

A-1.3.1 Baden-Württemberg 95

A-1.3.2 Bayern 97

A-1.3.3 Berlin 100

A-1.3.4 Brandenburg 103

A-1.3.5 Bremen 106

A-1.3.6 Hamburg 108

A-1.3.7 Hessen 109

A-1.3.8 Mecklenburg-Vorpommern 111

A-1.3.9 Niedersachsen 114

A-1.3.10 Nordrhein-Westfalen 116

A-1.3.11 Rheinland-Pfalz 119

A-1.3.12 Saarland 121

A-1.3.13 Sachsen 123

A-1.3.14 Sachsen-Anhalt 125

A-1.3.15 Schleswig-Holstein 127

A-1.3.16 Thüringen 129

A-2 Phase A 131

A-2.1 Historische Erkundung 131

A-2.1.1 Einleitung 131
A-2.1.2 Die Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung 132
A-2.1.3 Informationsquellen 138
A-2.1.4 Verursachungsszenarien 151

A-2.2 Die Archivaliendatenbank des Bundes bei der Leitstelle des Bundes für Kampfmittelräumung 183

A-2.2.1 Beschreibung 183
A-2.2.2 Nutzungsbestimmungen für die Archivaliendatenbank durch Dritte 189
A-2.2.3 Vorgaben zu Quellenzitaten, Hinweise zu Copyright-Bestimmungen 191

A-2.3 Luftbildauswertung Phase A 197

A-2.3.1 Digitalisierung analoger Luftbilder 198
A-2.3.2 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung 203
A-2.3.3 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken 216
A-2.3.4 Auswertung von Luftbildern 217
A-2.3.5 Digitales Geländemodell aus Laserscandaten 223

A-2.4 Handlungsanweisung Rüstungsaltstandorte/-altablagerungen und Kampfmittelräumung 229

A-2.5 Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A 230

A-3 Phase B 237

A-3.1 Geophysik 237

A-3.1.1 Einleitung 237
A-3.1.2 Verfahren Magnetik 248
A-3.1.3 Verfahren Elektromagnetik (+TDM) 274
A-3.1.4 Georadar 290
A-3.1.5 Detektion metallfreier Störkörper 297
A-3.1.6 Zusammenfassung 301

A-3.2 Testfeld 303

A-3.3 Methodische Vorgehensweisen bei der Gefährdungsabschätzung 312

A-3.4 Statistik 326

A-4 Phase C 329

A-4.1 Räumverfahren 329

A-4.2 Räumkonzept, Räumplanung, Ausführungsplanung, örtliche Bauüberwachung 345

A-5 Arbeitsschutz 348

A-6 Dokumentation 355

A-6.1 Maßnahmenbezogene Dokumentation 355

A-6.2 Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR) 357

A-6.2.1 Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz 357
A-6.2.2 Datenfluss zwischen den Beteiligten 359
A-6.2.3 Externe Erfassung mit INSA im EFA-Modus 360
A-6.2.4 Import von extern erzeugten Daten ins INSA 362
A-6.2.5 Technische Informationen zum Datenmanagement 362

A-7 Leistungsbilder Ingenieurleistungen 363

A-7.1 Mustervertrag 363

A-7.2 Leistungsbeschreibungen (LB) und Leistungskataloge (LK) 363

A-7.2.1 Leistungsbeschreibung Phase A – Recherche von Archivalien und Luftbildern: Grundlagenermittlung und Archivrecherche 363

A-7.2.2 Leistungsbeschreibung Phase A – Digitalisierung analoger Luftbilder 367

A-7.2.3 Leistungsbeschreibung Phase A – Luftbildorientierung und Luftbildauswertung 369

A-7.2.4 Leistungsbeschreibung Phase A – Historisch-genetische Rekonstruktion 372

A-7.2.5 Leistungsbeschreibung Phase B – Testfelder 375

A-7.2.6 Leistungsbeschreibung Phase B – Gefährdungsabschätzung 382

A-7.2.7 Leistungsbeschreibung Phase C – Räumplanung 384

A-7.2.8 Leistungsbild Phase C – örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen 386

A-7.2.9 Leistungsbeschreibung Phase C – Projektsteuerung 387

A-8 Leistungsbeschreibungen gewerblich 389

A-8.1 Phase B 389

A-8.1.1 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Geophysik 389

A-8.1.2 Musterleistungsbeschreibung Geophysik 392

A-8.1.3 Musterleistungskatalog Geophysik 392

A-8.1.4 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Testfeldräumung (VOB) 393

A-8.1.5 Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB) 396

A-8.1.7 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS) 404

A-8.2 Phase C 406

A-8.2.1 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Räumung (VOB) 406

A-8.2.2 Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung / Baubeschreibung / Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (VOB) 409

A-8.2.4 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS) 418

A-9 Technische Spezifikationen 419

A-9.1 Phasenübergreifend 419

A-9.1.1 Arbeitsschutz 419
A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren 421
A-9.1.3 Datenkatalog 432
A-9.1.4 Kartografische Darstellungen 434
A-9.1.5 Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer 436
A-9.1.6 Bereitstellungslager 440
A-9.1.7 Vermessung 441
A-9.1.9 Geländebegehung 443
A-9.1.10 Räumstellenorganisation 446
A-9.1.11 Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator 449
A-9.1.12 Muster SiGe-Plan 450

A-9.2 Phase A 451

A-9.2.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige 451
A-9.2.2 Recherche von Archivalien und Luftbildern 455
A-9.2.3 Digitalisierung analoger Luftbilder 459
A-9.2.4 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung 462
A-9.2.5 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken 468
A-9.2.6 Auswertung von Luftbildern 470
A-9.2.7 Erstellung und Auswertung eines Digitalen Geländemodells aus Laserscandaten 473
A-9.2.9 Anforderungen Bericht Phase A 475

A-9.3 Phase B 480

A-9.3.2 Anforderungen an die Dokumentation Geophysik 480
A-9.3.3 Anforderungen Personal Geophysik 483
A-9.3.4 Qualitätskontrolle Geophysik 485
A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige 486
A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung 490
A-9.3.8 Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme) 494
A-9.3.9 Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme) 497
A-9.3.10 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme) 500
A-9.3.11 Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme) 503
A-9.3.12 Bohrlochsondierungen 506
A-9.3.13 MS-Sonde (Metalldetektor) 510
A-9.3.14 Georadar 512
A-9.3.15 Magnetik ohne digitale Aufnahme 515

A-9.4 Phase C 517

A-9.4.1 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige 517
A-9.4.2 Abnahmebedingungen/Prüffeld 520
A-9.4.3 Baubegleitende Kampfmittelräumung 523
A-9.4.4 Visuelle Kampfmittelräumung 524
A-9.4.5 Räumung von Bombenblindgängern 525
A-9.4.6 Vollflächige, punktuell bodeneingreifende Kampfmittelräumung 526
A-9.4.7 Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung/Separation) 528
A-9.4.9 Erläuterungsbericht 530
A-9.4.10 Dokumentation Phase C 534
A-9.4.11 Kostenermittlung 536
A-9.4.12 Freigabebescheinigung 537
A-9.4.13 Vollflächige, sedimenteingreifende Kampfmittelräumung 538
A-9.4.14 Abtrag des Sedimentes mit Separation von Kampfmitteln (Volumenräumung/Separation) 541
A-9.4.15 Einzelpunkträumung in Gewässern 543

A-10 Weitere Informationen 545

A-10.1 Glossar/Stichwortverzeichnis 545

A-10.2 Literaturverzeichnis 555

A-10.3 Bildnachweise 559

A-10.4 Adressenliste 560

1 Geltungsbereich und Ziele

Geltungsbereich

(1) Die Baufachlichen Richtlinien Kampfmittelräumung (BFR KMR) gelten für die Planung und Ausführung der Erkundung, Bewertung und Räumung von Kampfmitteln auf Bundesliegenschaften im Zuständigkeitsbereich des BMF mit der BImA, des BMVg, des BMI sowie des BMVI, Abt. WS. Baumaßnahmen auf Flächen der BImA, die über Dritte außerhalb der Zuständigkeit der Bauverwaltungen der Länder im Auftrag der BImA erledigt werden, sind ebenfalls nach den Standards der BFR KMR zu bearbeiten und zu dokumentieren. Die grundsätzliche Zuständigkeit der Länder für die Kampfmittelbeseitigung bleibt unberührt. Nicht behandelt werden die Erkundung, Bewertung und Räumung chemischer Kampfstoffe.

Da der Begriff „Arbeitshilfen Kampfmittelräumung (AH KMR)“ seit Langem in der Fachwelt etabliert ist, wird dieser in den BFR KMR gleichbedeutend verwendet.

(2) Die BFR KMR richten sich an alle bei Kampfmittelräummaßnahmen auf Bundesliegenschaften des oben angeführten Zuständigkeitsbereichs Beteiligten. Bei Maßnahmen, die nach dem Allgemeinen Kriegsfolgegesetz (AKG) vom Bund mitzufinanzieren sind, erleichtert ein Vorgehen nach den BFR KMR den Nachweis der Wirtschaftlichkeit.

(3) Für Kampfmittelräumungen außerhalb der Zuständigkeit des Bundes sind diese BFR grundsätzlich geeignet.

(4) Durch Kampfmittel zu besorgende Boden- und Grundwasserverunreinigungen fallen in den Geltungsbereich der Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR BoGwS).

Grundlagen

(5) Die BFR KMR basieren auf den geltenden Rechtsgrundlagen und beachten länderspezifische Regelungen sowie die einschlägigen Erlasse des BMF, BMI und BMVg sowie die Regelungen der BImA. Die Inhalte der BFR beruhen auf den umfangreichen Erfahrungen der Leitstelle des Bundes für Kampfmittelräumung, der Bauverwaltungen der Länder, der Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder sowie freiberuflich und gewerblich Tätiger.

Ziele

(6) Die BFR KMR beschreiben den heutigen Stand der Technik und gewährleisten eine einheitliche, kostengünstige und nachhaltige Kampfmittelräumung.

Inhalte

(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 BFR KMR 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.

Gleichwertigkeitsklausel

(8) Produkte aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft und Ursprungswaren aus den Mitgliedstaaten des europäischen Wirtschaftsraumes oder der Türkei, die diesen BFR nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertig behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau (Sicherheit, Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit) gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

2 Definitionen

Die aufgeführten Definitionen entstammen der allgemeinen Kampfmittelräumpraxis und greifen u. a. Definitionen aus dem Kampfmittelrecht der Länder auf. Für den Bereich der Bundeswehr gelten zum Teil abweichende Definitionen. Sie sind ausführlich im Anhang 1.2.1 dargestellt.

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

Befähigungsscheininhaber
Inhaber eines Befähigungsscheins nach § 20 Sprengstoffgesetz (SprengG).

Bereitstellungslager
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Bergen
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Beste verfügbare Technik (engl.: best available technique – BAT)
→ Regeln der Technik

Bewertung
Jeder Planungs- und Untersuchungsschritt muss mit einer Bewertung abschließen, die den Sachverhalt und die sich daraus ergebenden Konsequenzen würdigt.

Blindgänger
→ Kampfmittel, die scharf, zündfertig, entsichert 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.

Brandstoffe
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.

Chemische Kampfstoffe
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).

Detonation
Eine Detonation ist eine besonders starke → Explosion.

Entschärfen
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Erkundung
Ermittlung einer möglichen Belastung durch → Kampfmittel.

Explosion
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.

Explosivstoff
Explosivstoffe sind die in der Anlage III des SprengG (BGBl. I S. 577 und S. 1530) aufgeführten Stoffe und Gegenstände, die nach der Richtlinie 93/15/EWG des Rates vom 5. April 1993 zur Harmonisierung der Bestimmungen über das in Verkehr bringen 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
→ Befähigungsscheininhaber mit Fachkundenachweis durch einen staatlichen oder staatlich anerkannten Grundlehrgang für den Umgang mit → Fundmunition zur Kampfmittelbeseitigung.

Fundmunition
→ Munition oder sprengkräftige Kriegswaffen, die nicht ununterbrochen verwahrt, überwacht oder verwaltet wurden.

Freilegen
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Gefahr
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
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
→ transportfähig

Identifizieren
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Kampfmittel
Kampfmittel im Sinne dieser Arbeitshilfen sind gewahrsamslos gewordene, zur Kriegsführung bestimmte Gegenstände und Stoffe militärischer Herkunft und Teile solcher Gegenstände, die
- → Explosivstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten oder aus Explosivstoffen oder deren Rückständen bestehen,
- → Chemische Kampf-, → Nebel-, → Brand- oder Reizstoffe oder Rückstände dieser Stoffe enthalten,
- → Kriegswaffen oder wesentliche Teile von Kriegswaffen sind.

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

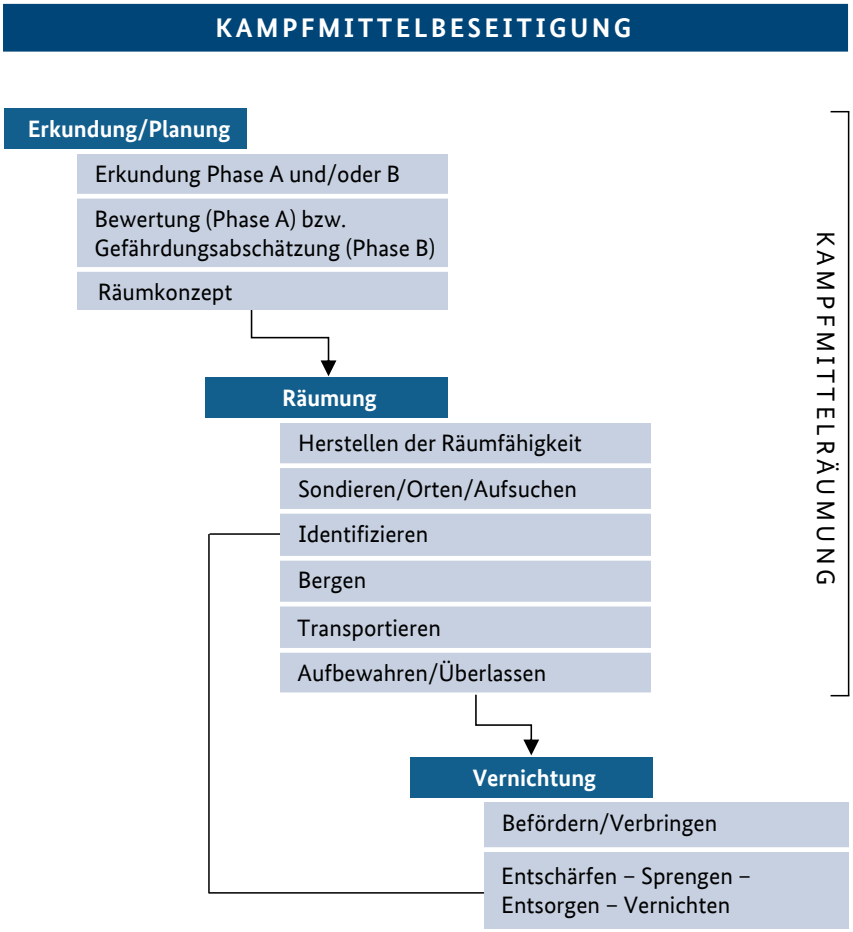


Abb. 1 Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung

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 Befördern/Verbringen ausgeschlossen, wird das Kampfmittel an Ort und Stelle vernichtet. Mit diesen Arbeiten können nach Abstimmung mit dem Kampfmittelbeseitigungsdienst auch gewerbliche Kampfmittelräumfirmen beauftragt werden.

Kampfmittelfreiheit

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:

- → Abschlussprotokoll,
- → Angaben zu den Suchmethoden,
- → Auflistung der geborgenen Kampfmittel,
- → 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,
- → eine topografische Karte (Maßstab 1:10.000 oder größer) bzw. ein Auszug aus dem Stadtplan mit Kennzeichnung der Lage des Bauvorhabens,
- → die Aussage, ob Ergebnisse einer Luftbildauswertung genutzt wurden,
- → die notwendigen sprengstoffrechtlichen Zulassungen der handelnden und eingesetzten Personen (§§ 7 und 20 SprengG).

Munition/Munitionsteile

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

Chemische Substanzen, die als Ergebnis physikalischer oder chemischer Prozesse Aerosole bilden, die zur Sichtminderung führen.

Qualitätssicherung

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

Mit der Qualitätskontrolle wird überprüft:

- → ob das vertraglich vereinbarte Räumziel erreicht worden ist,
- → Art, Umfang und Einhaltung der festgelegten und notwendigen Qualitätssicherungsmaßnahmen.

Die Qualitätskontrolle obliegt dem Auftraggeber.

Räumstelle

Fläche, die mit → Kampfmitteln belastet ist und geräumt wird. Hierzu gehören auch Einzelfundstellen.

Regeln der Technik

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

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 anerkannten 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 Ingenieurtätigkeiten 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 technique - 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.

Sondieren

Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Sprengung

Zielgerichtete, kontrollierte Durchführung einer → Explosion.

Stand der Technik
→ Regeln der Technik

Stand von Wissenschaft und Technik
→ Regeln der Technik

Transport
Teil der Kampfmittelräumung. Außerhalb der Räumstelle werden die Begriffe „Befördern“ (gem. ADR) oder „Verbringen“ verwendet.

Transportfähig
Kampfmittel sind grundsätzlich als nicht handhabungsfähig zu betrachten. Sie gelten somit als nicht transportfähig, bis ein → Fachkundiger Munition sie für transportfähig erklärt.

Überlassung
Teil der → Kampfmittelbeseitigung.

Verantwortliche Person
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.

Vernichtung
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. Stattdessen 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. Auflage, 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 Wasserstraßen- 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 1.3 gesondert dargestellt.

3.2 Kostenverteilung zwischen Bund und Ländern

Regelungen im GG und im AKG

(1) In Art. 104a 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.

Staatspraxis

(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.

In welchem Umfang die Länder vom Bund Erstattung der Aufwendungen verlangen können, die bei der Kampfmittelbeseitigung durch die Räumdienste der Länder oder durch von ihnen beauftragte Privatunternehmen entstanden sind, richtet sich nach einer auf die 50er Jahre zurückgehenden Staatspraxis, die bei der Neufassung des Art. 120 GG in den Jahren 1965 und 1969 als fortgeltende Kostenverteilungsregelung zugrunde gelegt worden ist. Es handelt sich hierbei um eine öffentlich-rechtliche Sonderregelung der Verteilung bestimmter Kriegsfolgelasten auf Bund und Länder.

→ Soweit die Länder bei der Beseitigung von Kampfmitteln auf bundeseigenen Grundstücken tätig werden, trägt der Bund die Kosten unabhängig davon, ob es sich um ehemals reichseigene oder andere Kampfmittel handelt.

→ Der Bund trägt ebenfalls die Beseitigungskosten für ehemals reichseigene Kampfmittel auf nicht bundeseigenen Liegenschaften. Die Beseitigung ehemals reichseigener Kampfmittel auf nicht bundeseigenen Liegenschaften erfolgt auf der Grundlage der aus § 19 AKG in Verbindung mit § 1004 BGB entwickelten Staatspraxis. Einzelheiten enthält die Verwaltungsvorschrift VV-AKG aus dem Jahr 2000.

→ 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, soweit nicht die Richtlinie über die einmalige finanzielle Unterstützung der Länder durch den Bund für die Beseitigung ehemals alliierter Kampfmittel (Weltkriegsmunition) auf nicht bundeseigenen Liegenschaften vom 16. November 2016 etwas anderes regelt.

(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.

Sprengstoffgesetz

(2) Das Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz – SprengG in der Fassung vom 07.08.2013) 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.

(4) Nach den §§ 7 und 17 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. 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.

Kriegswaffenkontrollgesetz

(6) Zu beachten sind des Weiteren die Bestimmungen des Gesetzes über die Kontrolle von Kriegswaffen (Kriegswaffenkontrollgesetz – KrWaffG) vom 31.08.2015. 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 § 22b KrWaffG eine Ordnungswidrigkeit und kann mit einer Geldbuße bis zu 5.000 € geahndet werden. Das Ausüben der tatsächlichen Gewalt über Kriegswaffen

und die Beförderung ohne die jeweils erforderliche Genehmigung stellt nach § 22a KrWaffG eine Straftat dar, die mit bis zu fünf Jahren Freiheitsstrafe geahndet werden kann.

Chemikaliengesetz

(7) Das Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG) in der Fassung vom 18.07.2016 sowie die auf seiner Grundlage erlassenen Rechtsverordnungen (z. B. die Chemikalienverbotsverordnung vom 24.02.2012 und die Gefahrstoffverordnung – GefStoffV – vom 03.02.2015) 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 Räumpersonals 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 31.08.2015 und durch die Ausführungsverordnung zum Chemiewaffenübereinkommen vom 05.07.2011 (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.

Unfallverhütungs-vorschriften

(11) Spezielle Gesetze und Rechtsverordnungen, die Anforderungen an den Umgang mit Kampfmitteln aus Gründen des Arbeitsschutzes normieren, existieren nicht. Das Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) vom 31.08.2015 enthält lediglich allgemeine Arbeitsschutzpflichten, wie sie in jedem Betrieb und auf jeder Baustelle zu beachten sind. Die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) hat aber verschiedene, hier z. T. einschlägige Vorschriften und Regeln erlassen sowie Informationen herausgegeben, 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 Regelwerke genannt, die schon aus Haftungsgründen beachtet werden sollten:

Tab. 1 Vorschriften, Regeln und Informationen zur Unfallverhütung

Regelwerk	Bezeichnung
TRGS 524	Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen (bekannt gegeben gemäß GMBl 2010, Nr. 21, S. 419-450 (01.04.2010), zuletzt geändert und ergänzt: GMBl 2011, S. 1018-1019 [Nr. 49-51])
DGUV Vorschrift 1	Grundsätze der Prävention, aus 11/2013 (früher BGV A1)
DGUV Vorschrift 38	Bauarbeiten, aus 01/1997 (früher BGV C22)
DGUV Vorschrift 66	Sprengkörper und Hohlkörper im Schrott, vom 01.04.1978/01.04.1982 (früher BGV D23)
DGUV Regel 101-008	Arbeiten im Spezialtiefbau, aus 04/1997, aktualisierte Fassung: 08/2006 (früher BGR 161)
DGUV Regel 101-004	Kontaminierte Bereiche, aus 04/1997, aktualisierte Fassung: 02/2006 (früher BGR 128)
DGUV Regel 113-003	Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff, aus 01/1996 (früher BGR 114)
DGUV Regel 113-016	Sprengarbeiten, aus 03/2012, aktualisierte Fassung aus 11/2015 (früher BGV C24)
DGUV Regel 113-017	Tätigkeiten mit Explosivstoffen, aus 03/2012 (früher BGV B5)
DGUV Information 201-027	Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der Kampfmittelräumung aus 10/2007 (früher BGI 833)

Ergänzende Erläuterungen sind dem Anhang A-5 zu entnehmen.

3.4 Zuständigkeiten

Zuständigkeit der Bauverwaltungen im Regelverfahren

(1) Die projektbezogenen Aufgaben (Baumaßnahmen) auf Bundesliegenschaften werden in der Zuständigkeit der Bauverwaltungen des Bundes und der Länder (im Folgenden: Bauverwaltung) gemäß den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes (RBBau) durchgeführt.

Liegenschaften der BImA ohne die von der Bundeswehr genutzten

(2) Der BImA ist im Rahmen von § 2 BImAG grundsätzlich das Eigentum an allen inländischen dienstlich genutzten Liegenschaften des Bundes übertragen worden. Die Wahrnehmung der Rechte und Pflichten der Eigentümerin der Liegenschaften, einschließlich der Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, obliegt der BImA. Sie entscheidet mit Ausnahme der Sonderregelungen mit einzelnen Nutzern (Dachvereinbarungen) über die Durchführung von Maßnahmen und stellt die notwendigen Haushaltsmittel zur Verfügung.

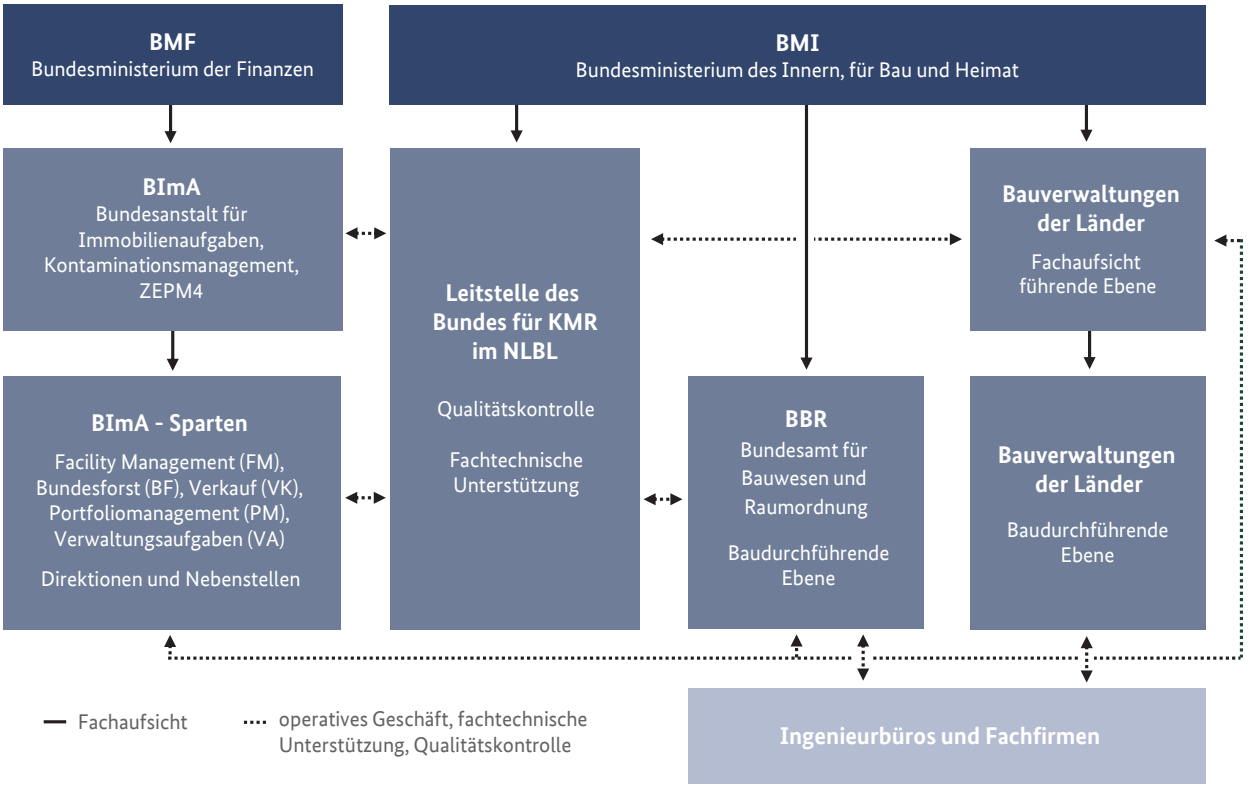


Abb. 2 Organisationsstruktur der Kampfmittelbearbeitung gem. RBBau auf Dienstliegenschaften der BImA (ohne von der Bundeswehr genutzte) mit Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung

(3) Für die Kampfmittelräumung als Baumaßnahme oder Teil einer solchen in Dienstliegenschaften des Einheitlichen Liegenschaftsmanagements (ELM) ist grundsätzlich die BImA als Eigentümerin zuständig. Sie bedient sich gemäß Ressortvereinbarung (s. RBBau, Anhang 2) zwischen BMI und BMF der Bauverwaltung (s. Abb. 2). Gemäß Erlass des BMF aus dem Jahr 2000[1] „erfordern Beräumungsmaßnahmen im Allgemeinen nicht die Einschaltung der Bauverwaltung". Die entsprechende Organisationsstruktur ist in Abb. 3 dargestellt.

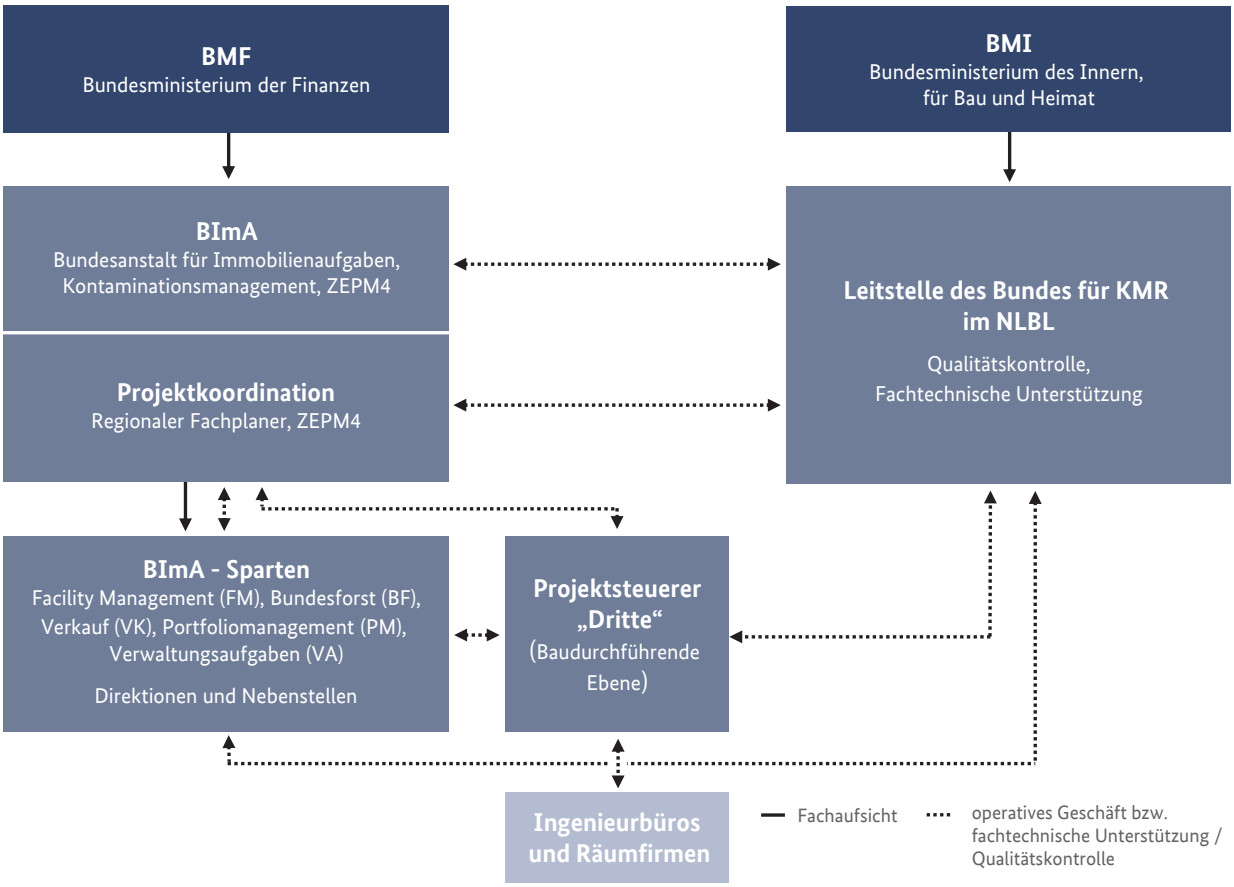


Abb. 3 Organisationsstruktur der Kampfmittelbearbeitung auf Dienstliegenschaften der BImA (ohne von der Bundeswehr genutzte) ohne Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung

1 BMF, Az VI A 1 – VV 2560 – 13/00 vom 13.11.2000: Kampfmittel und Rüstungsaltlasten aus der Zeit der beiden Weltkriege auf bundeseigenen Grundstücken (des AGV)

(4) Für die Kampfmittelräumung als Baumaßnahme oder als Teil einer solchen in nicht dienstlich genutzten Liegenschaften des Bundes ist grundsätzlich die BImA als (wirtschaftliche) Eigentümerin zuständig. Auf diesen Liegenschaften sind wiederum die beiden Verfahrensweisen gem. (3) möglich.

Von der Bundeswehr genutzte Liegenschaften

(5) Für das BMVg ist zur Umsetzung des BImAG im Geschäftsbereich des BMVg im April 2009 eine Dachvereinbarung (DV) zwischen BMVg, BMF und BImA abgeschlossen worden. Ausweislich § 2 Abs. 1 DV ist das Eigentum an nahezu allen im Ressortvermögen des BMVg befindlichen inländischen Dienstliegenschaften auf die BImA übertragen worden. Für den Bereich des BMVg als Liegenschaftsnutzer gelten folgende Regelungen:

i) **Nicht militärische Kleine und Große Baumaßnahmen** gem. RBBau Abschnitt D und E in Verbindung mit Abschnitt K1 sowie damit verbundene KMR in den Dienstliegenschaften oder Bereichen dieser Liegenschaften werden durch den Maßnahmenträger BImA durchgeführt.

ii) **Militärische Kleine und Große Baumaßnahmen** gem. RBBau Abschnitt D und E, in Verbindung mit den Abschnitten K1 und L1 sowie damit verbundene KMR in den Dienstliegenschaften oder Bereichen dieser Liegenschaften werden durch den Maßnahmenträger BMVg als eigenfinanzierte Baumaßnahmen aus dem Einzelplan 14 durchgeführt.

iii) Für den **Bauunterhalt** gem. RBBau Abschnitt C und die damit verbundenen KMR ist die BImA die Maßnahmenträgerin. Ausgenommen hiervon sind von der Bundeswehr selbst verursachte KM-Belastungen. Treten bei der KMR sowohl von der Bundeswehr verursachte als auch von ihr nicht verursachte KM-Belastungen auf, muss ein einzelfallspezifischer Verteilerschlüssel festgelegt werden. Für nutzerspezifische Anlagen ist die Bundeswehr zuständig. In diesen Bereichen trägt allerdings die BImA die Räum- und Vernichtungskosten für nicht von der Bundeswehr verursachte KM-Belastungen. Ggf. ist auch für diese Fälle ein spezifischer Verteilerschlüssel festzulegen. In Zweifelsfällen ist die Zuständigkeit anhand des Mietvertrages zu klären, in dem festgelegt ist, was Mietvertragsgegenstand ist.

(6) Die Abteilung Infrastruktur des Bundesamtes für Infrastruktur, Umweltschutz und Dienstleistungen der Bundeswehr (BAIUDBw) ist für die Koordination der Kampfmittelräumung in den von der Bundeswehr genutzten Liegenschaften verantwortlich. Die Bearbeitung erfolgt in den regional zuständigen Kompetenzzentren für Baumanagement (BAIUDBw KompZ BauMgmt), Referate K 1 und 2 (Bauprojektmanagement) des BAIUDBw, unterstützt durch die Bundeswehr-Dienstleistungszentren (BwDLZ) auf Ortsebene. Die KompZ BauMgmt K 1 und 2 des BAIUDBw entscheiden über die Durchführung von Kampfmittelräumungen im Rahmen der militärischen investiven Baumaßnahmen. Die KompZ BauMgmt K 4 stellen die notwendigen Haushaltsmittel zur Verfügung (s. Abb. 5). Für Maßnahmen des Bauunterhalts entscheiden die KompZ BauMgmt K 1 und K 2 über die Durchführung und die BwDLZ stellen die benötigten Haushaltsmittel aus Kapitel 1408 Titel 519 11 zur Verfügung.

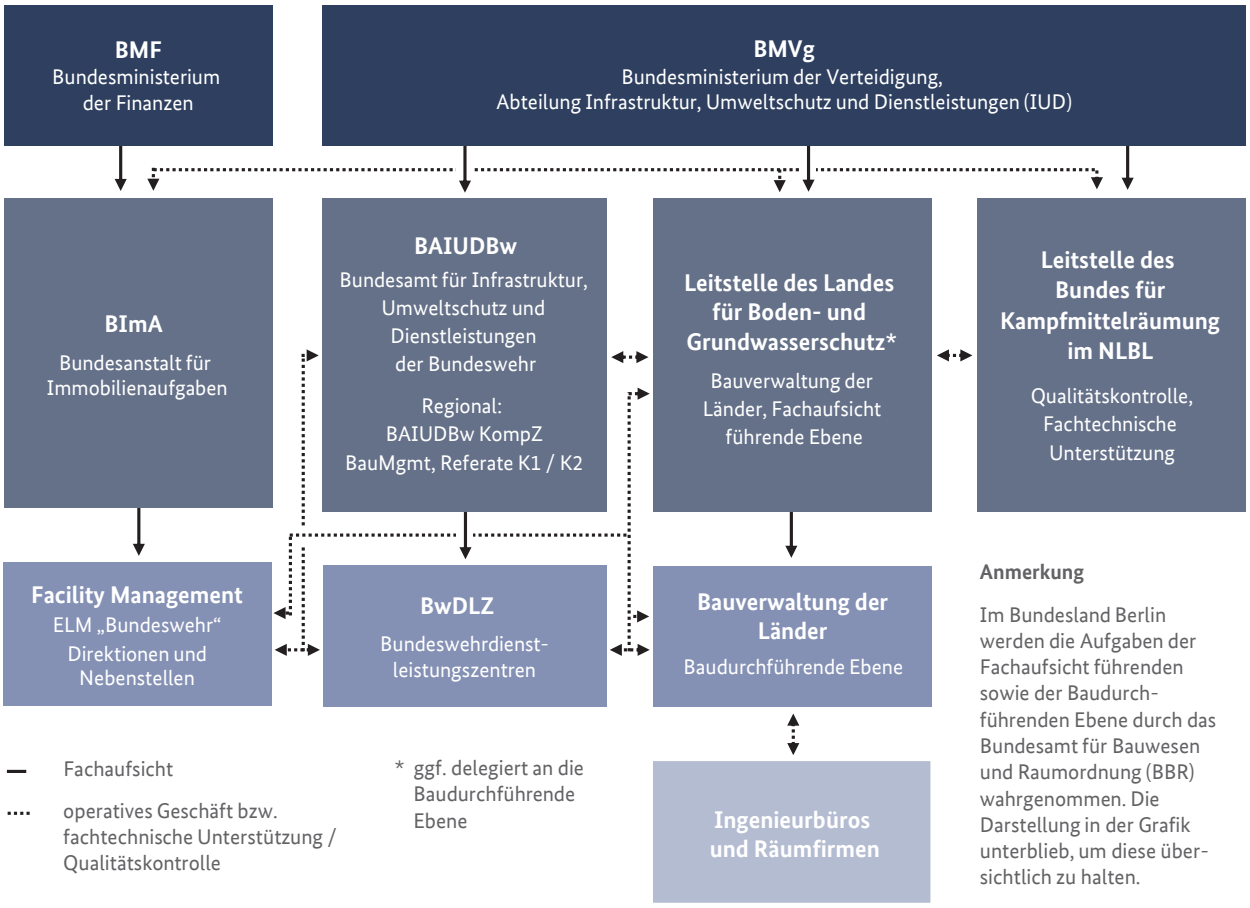


Abb. 4 Organisationsstruktur der KMR in von der Bundeswehr genutzten Liegenschaften bei nichtmilitärischen investiven Baumaßnahmen sowie im Rahmen des Bauunterhalts

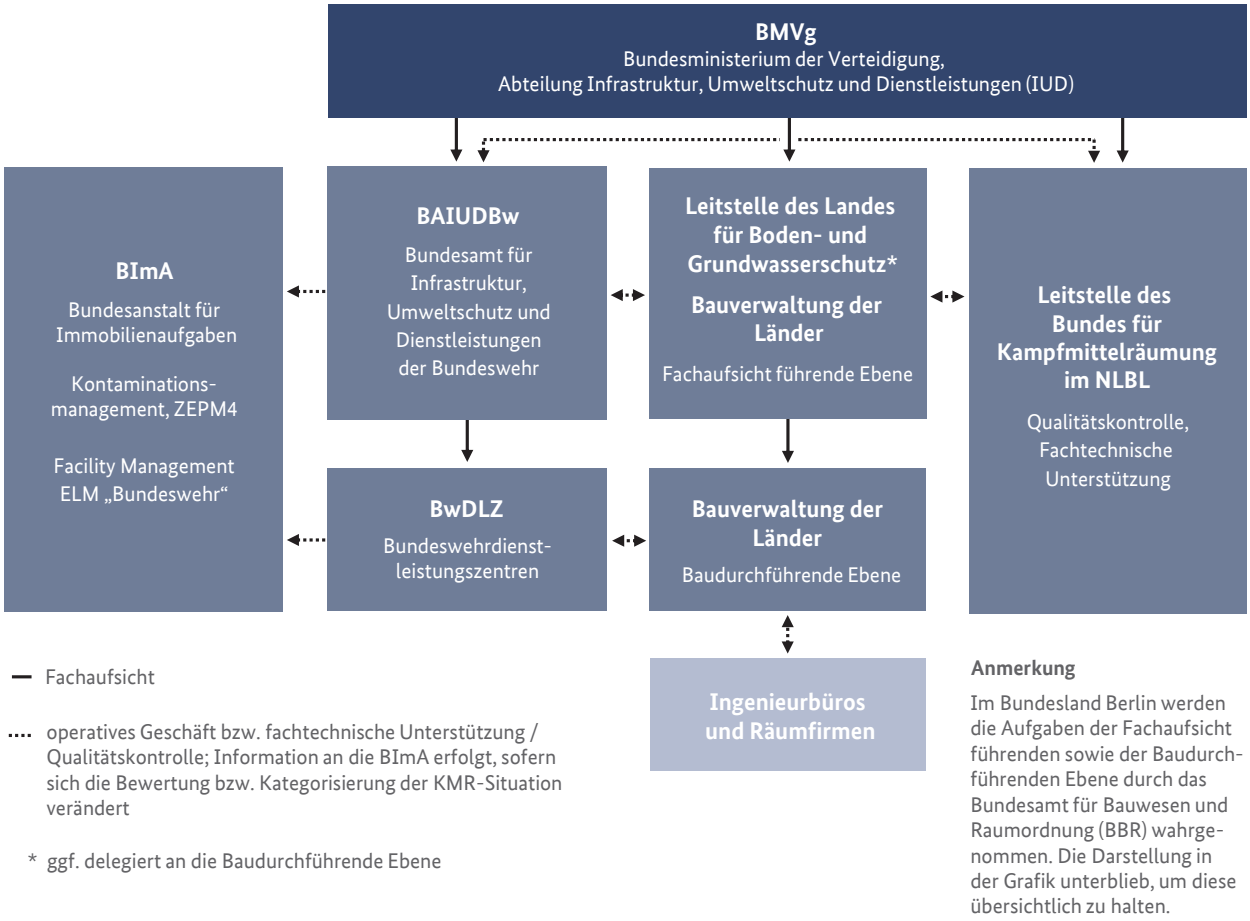


Abb. 5 Organisationsstruktur der KMR in von der Bundeswehr genutzten Liegenschaften im Rahmen investiver militärischer Baumaßnahmen

Dokumentation

(7) In Abschnitt H der RBBau ist festgelegt, dass die Bestandsdokumentation gemäß den Baufachlichen Richtlinien Vermessung und den Arbeitshilfen Kampfmittelräumung als den fachlichen Regelwerken des Bundes erfolgen muss. Für den Bereich des BMVg ist gemäß RBBau, Abschnitt L1 festgelegt, dass die Dokumentation mit dem Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA® durch die Bauverwaltungen zu führen ist. Die Dokumentation aller Maßnahmen zur Kampfmittelräumung auf Bundesliegenschaften erfolgt z.Zt. im Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten INSA. Die Bestandsdokumentation mit INSA stellt eine Zwischenlösung dar, bis die Dokumentation im LISA LM implementiert ist.

Die BImA schließt sich dieser Vorgehensweise an.

Aufgaben der Leitstelle des Bundes für Kampfmittelräumung

(8) Das NLBL nimmt folgende Aufgaben als Leitstelle des Bundes für Kampfmittelräumung (Leitstelle KMR Bund) wahr:

- → **Qualitätssicherung,** z. B. Erarbeiten und Weiterentwickeln methodischer Konzepte, fachliche Unterstützung der Bundesministerien BMI, BMVg, BMVI sowie der BImA beim Mitwirken innerhalb entsprechender Normungs- und Gesetzgebungsverfahren sowie das Zusammenführen und Auswerten von Erkenntnissen und Erfahrungen aus abgewickelten Projekten zur Optimierung der Vorgehensweise.
- → **Unterstützung,** z. B. Durchführung von Informations- und Schulungsveranstaltungen sowie fachliche Beratung des BMVg, der örtlichen Bau- und Liegenschaftsverwaltung und der BImA.
- → **Datenmanagement,** z. B. Entwicklung des Fachinformationssystems Kampfmittelräumung und Anwenderunterstützung sowie Bündelung aller dezentral durch die Bauverwaltung geführten oder im Auftrag der BImA erzeugten Daten in der zentralen Datenbank des Informationssystems Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten INSA.

Zusätzlich bedient sich die BImA der Leitstelle KMR Bund für:

- → **Qualitätsmanagement/-sicherung** der von der BImA über die Bauverwaltungen oder Dritte veranlassten Erkundungs- und Räummaßnahmen mit den Vorschlägen zum weiteren Vorgehen in der nächsten Bearbeitungsphase
- → **Datenpflege,** z. B. für von der BImA erzeugte Daten (z. B. im Zuge von Verkaufsvorbereitung und Vertragsmanagement), soweit diese nicht durch Maßnahmen der Bauverwaltung erzeugt wurden
- → **Fachgutachterliche Funktion,** z. B. bei Rechtsstreitigkeiten im Zuständigkeitsbereich der BImA
- → **Fachgutachterliche Unterstützung** im Zuge von Verkaufsvorbereitungs- bzw. Wertschöpfungsmaßnahmen auf Flächen und im Vertragsmanagement der BImA

(9) Im Zuständigkeitsbereich jeder Fachaufsicht führenden Ebene ist eine Leitstelle für Boden- und Grundwasserschutz eingerichtet (LS BoGwS Land), die im Bereich KMR auch die Datenerhebung und das Führen der INSA-Datenbank übernimmt und den fachlichen Austausch mit der Leitstelle KMR Bund pflegt. Die BImA schließt sich diesem Verfahren an, sofern sie KMR mit der Bauverwaltung durchführt.

Aufgaben der Fachaufsicht führenden Ebene/Leitstellen BoGwS in den Ländern

(10) Maßnahmen der Erkundung und Räumung von Kampfmitteln auf einer von der Bundeswehr genutzten Liegenschaft erfolgen unter Berücksichtigung der Zentralen Dienstvorschrift A-1800/1 vom 16.12.2013 durch die zuständige Baudurchführende Ebene der Bauverwaltung. Hierzu gehören:

Aufgaben der Baudurchführenden Ebene

- → **Übergabe von Daten** für die externe Erfassung im INSA im sog. EFA-Modus an Ingenieurbüros und Rückleitung der Daten an die zuständige LS BoGwS Land,
- → **Prüfung und Beurteilung** der Erkundungsergebnisse und Gutachten sowie der Räumkonzepte,
- → **Abstimmung** mit den zuständigen Behörden der Länder und Kommunen in Absprache mit BAIUDBw/BwDLZ und BImA in ihrer Eigenschaft als Auftraggeber bzw. Grundstückseigentümer,
- → **Datenerfassung bzw. Prüfung der Datenerfassung**, sofern diese extern beauftragt wurde.

Die BImA schließt sich dieser Vorgehensweise an, sofern sie KMR mit der Bauverwaltung durchführt.

Maßnahmen bei Aufgabe der Nutzung durch die Bundeswehr und Rückgabe an die BImA

(11) Zum Zeitpunkt der tatsächlichen Rückgabe einer auf Dauer für Verteidigungszwecke entbehrlichen Liegenschaft bzw. Liegenschaftsteilfläche seitens der Bundeswehr an die BImA übernimmt die BImA als Liegenschaftseigentümerin alle Maßnahmen der Kampfmittelräumung im Rahmen der Aufgabenverteilung zwischen Bund und Ländern (gem. Kapitel 3.1) und trägt vollumfänglich sämtliche anfallenden Kosten. In Abstimmung mit der Bundesanstalt ist grundsätzlich vor der Abgabe von Übungsplätzen keine kostenintensive, flächendeckende Erkundung und Entmunitionierung durchzuführen. Zur Beseitigung von akuten Gefahrenstellen sind von der abgebenden Dienststelle an der Oberfläche vorhandene Blindgänger/Kampfmittel auf Wegen und den vegetationsbedingt frei zugänglichen Flächen zu entfernen. An der Oberfläche vorhanden sind Blindgänger/Kampfmittel dann, wenn sie bei der Absuche mit bloßem Auge – d. h. ohne Hinzuziehung technischen Geräts bzw. anderer Hilfsmittel – sichtbar sind. Zur Sicherung aller Flächen abseits der Wege sind außerdem Warntafeln aufzustellen, die auf ein Verbot zum Betreten hinweisen.

Vor Nutzungsaufgabe von Übungsplätzen wird die BImA seitens BMVg möglichst frühzeitig beteiligt, um ggf. noch zu Zeiten des Betriebs durch die Bundeswehr Technische Erkundungen und Räumungen zu Lasten der BImA durchführen zu können, ohne jedoch den Übungsbetrieb zu behindern.[2]

2 Eine Ausführungsbestimmung soll hierzu noch durch die BImA, Kontaminationsmanagement in Zusammenarbeit mit den im BMVg zu beteiligenden Referaten IUD I 3, IUD I 4, IUD I 5, IUD I 6, IUD II 6 und FüSK I 3 erstellt werden.

1 Nicht durch die Bundeswehr genutzte Liegenschaften	
Dienstliegenschaften → KMR als Teil von „klassischen“ Baumaßnahmen → KMR außerhalb von „klassischen“ Baumaßnahmen	 gem. Kap. 3.4 (3), Abb. 2 gem. Kap. 3.4 (3), Abb. 3
Nicht betriebsnotwendige Liegenschaften (sog. Umlaufvermögen)	beide Verfahrensweisen gem. Kap. 3.4 (3) möglich

2 Durch die Bundeswehr genutzte Liegenschaften	
Nichtmilitärische Kleine und Große Baumaßnahmen (gem. Abschnitt D und E der RBBau) durch den Maßnahmenträger BImA	gem. Kap. 3.4 (6), Abb. 4
Militärische Kleine und Große Baumaßnahmen (gem. Abschnitt D und E der RBBau) durch den Maßnahmenträger BMVg aus dem Einzelplan 14	gem. Kap. 3.4 (6), Abb. 5
Bauunterhalt (gem. Abschnitt C von RBBau) in der Regel durch die BImA als Maßnahmenträgerin	gem. Kap. 3.4 (6), Abb. 4
Beabsichtigte Nutzungsaufgabe der Bundeswehr in der Restnutzungsphase	gem. Kap. 3.4 (11)
Mitnutzung Dritter auf Bundeswehr-Liegenschaften → Flugplätze (Zivil-, Segel-...) → Tontaubenschießplätze → Freizeitnutzungen (Rally etc.)	Einzelvereinbarung

3 Weiternutzung von ehemaligen NATO-Liegenschaften	
→ Übernahme von Kasernen → Weiternutzung von Übungsplätzen	Einzelvereinbarung

Abb. 6 Darstellung der Regelungsfälle KMR auf Bundesliegenschaften (Eigentümer BImA, BMVg (Ausnahmefall) sowie Dritte (BImA, Sparte VA i. R. AKG))

4 Verfahrensregelungen

4.1 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 (s. Abb. 7):

Phase A	Historische Erkundung der möglichen Kampfmittelbelastung und Bewertung.
Phase B	Technische Erkundung der möglichen bzw. 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 (s. 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.

4.1.1 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 in der Regel im Rahmen einer Historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung (HgR-KM) zu ermitteln.

Archivalien

(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.

(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 das Niedersächsische Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL) durchgeführt und im Rahmen einer Historisch-genetischen Rekonstruktion ausgewertet. Die Vorgehensweise ist in der „Handlungsanweisung Rüstungsaltstandorte/Entmunitionierung“ dargelegt (s. Anhang 2.4), die mit den o. g. Erlassen eingeführt wurde.

Archivaliendatenbank des NLBL

(5) Aus den Recherchen der vergangenen Jahre resultiert ein umfangreicher Archivalienbestand beim NLBL, der im Anhang 2 zusammenfassend beschrieben wird. Sämtliche Archivalien werden in der Archivaliendatenbank des NLBL 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.

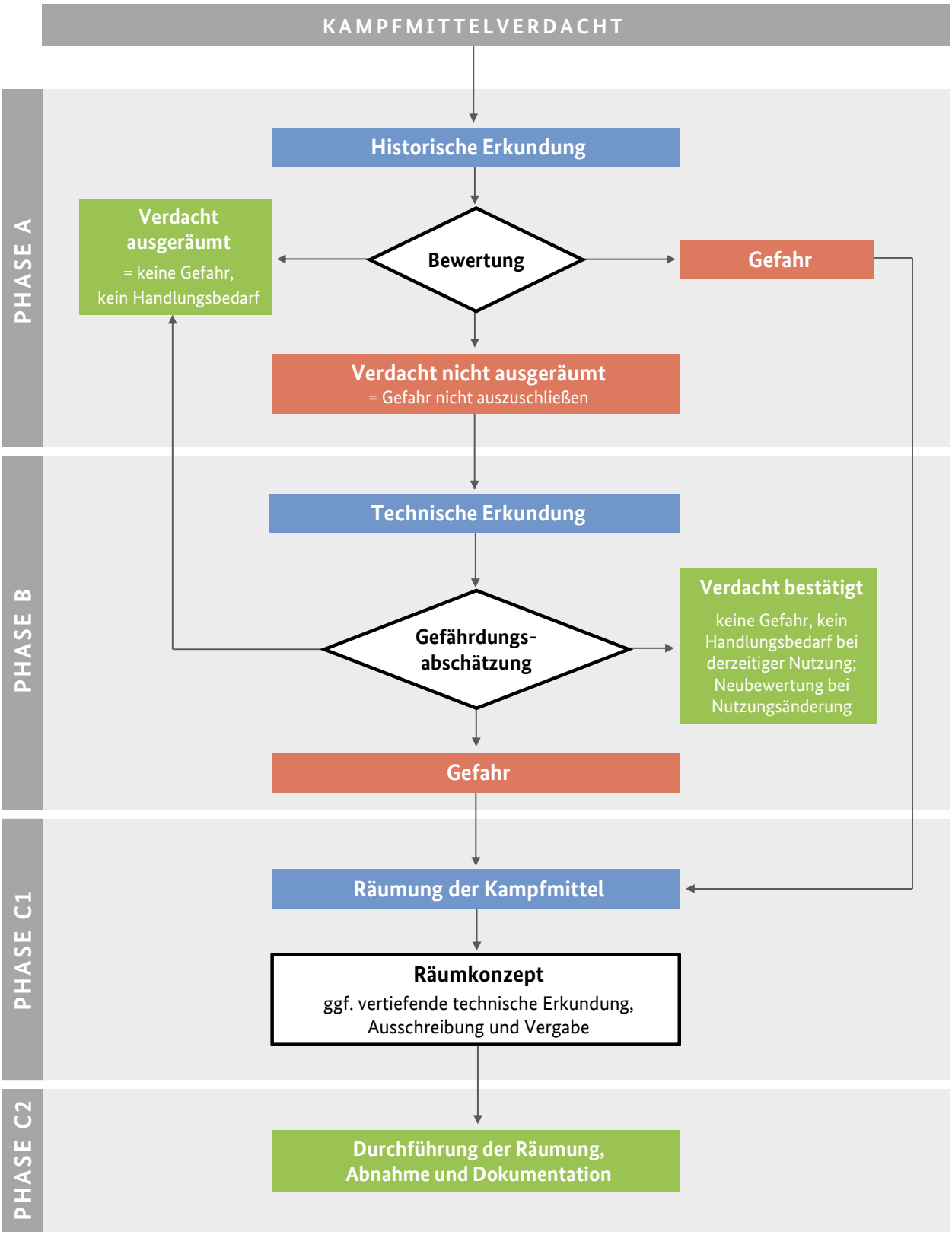


Abb. 7 Phasenschema Kampfmittelräumung

Ziele HgR-KM

(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.

Kostenwirkungsfaktoren

(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.

Kampfmittelbedingte Faktoren

(9) Mit einer HgR-KM sollen die Ursachen (s. 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 9.1.2 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 9.2 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.

4.1.2 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.

Ziel

(2) Das Ziel der Technischen Erkundung ist die Gefährdungsabschätzung der Kampfmittelbelastung.

(3) Zu Beginn der Technischen Erkundung kann eine Nachrecherche oder Nacherfassung von in der Phase A nicht abschließend geklärten Aspekten und Daten notwendig sein.

Testfelder

(4) In der Technischen Erkundung liefern Testfelder wesentliche Daten für die Gefährdungsabschätzung und für die Ausschreibung der Kampfmittelräumung. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen geophysikalischen Untersuchungen und der anschließenden 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.

Mit Testfeldern lässt sich der Kampfmittelverdacht aufgrund einer Bombardierung in der Regel nicht überprüfen. Hierzu sind mögliche Bombenblindgänger zu unregelmäßig innerhalb einer Verdachtsfläche verteilt. Zur Ermittlung des Untergrundaufbaus für die Planung von Kampfmittelräumungen innerhalb bombardierter Flächen können jedoch Schürfe erforderlich sein (ggf. als Phase C1).

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 3.1 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 9.1.7) vorzunehmen.

Räumung der Testfelder

(7) Durch die Räumung der Testfelder werden Art, Zustand und Menge der Kampfmittel, von Störkörpern und eine Räumung behindernden oder einschränkenden 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 9.1.7 aufgeführt sind.

Gefährdungsabschätzung

(10) In der Gefährdungsabschätzung (s. 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.

4.1.3 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.

Ziel

(2) Ziel einer Kampfmittelräumung ist die Beseitigung der festgestellten Gefahren für die Schutzgüter unter Berücksichtigung der jetzigen oder zukünftigen Nutzung.

Phase C1

(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 sowie die Untersuchung von Resten baulicher Anlagen.

Räumkonzept

(4) Mit dem Räumkonzept (s. 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, 8 und 9 entnommen werden.

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,
- → Überlassung 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 Störkörper bis zur vollmaschinellen Räumung mit Hilfe von Sieb- und Separieranlagen. Detaillierte Angaben zu den Räumverfahren finden sich in Anhang 4 und Anhang 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 (Anhang 4 und Anhang 9).

(11) Durchführung und Ergebnisse der Kampfmittelräumung sind zu dokumentieren. Die technischen Anforderungen für Abschlussberichte zu Kampfmittelräummaßnahmen sind im Anhang 9.4 definiert. Insbesondere sind die Räumflächen genau einzumessen. An die Vermessung werden deshalb besondere Anforderungen gestellt, die im Anhang 9.1.7 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.

4.2 Regelverfahren

4.2.1 Verfahrensablauf

Zuständigkeiten

(1) Die Bearbeitung von Maßnahmen in den Phasen A, B und C wird gemäß RBBau durch den Maßnahmenträger beauftragt und durch die Bauverwaltung oder durch von der BImA beauftragte Dritte geplant und durchgeführt.

(2) Für die Munitionsentsorgung im Bereich der Truppenübungsplätze gelten die Vorschriften des Kommandos Territoriale Aufgaben der Bundeswehr. Dies schließt eine Beauftragung der Bauverwaltung z. B. für Flächenräumungen auf TrÜbPl nicht aus.

(3) Die BImA beauftragt KMR-Maßnahmen ggf. auch schon während der Nutzung durch die Bw nach Abstimmung mit dem militärischen Nutzer.

Datenaustausch

(4) Der Datenaustausch zwischen Leitstelle KMR Bund, Nutzer Bw und Liegenschaftseigentümer BImA erfolgt mindestens einmal jährlich. Liegenschaftsbezogener Erkenntnisgewinn ist phasenbezogen fortzuschreiben. Die ausführende Bauverwaltung berichtet an ihren Auftraggeber. Bei Bw-genutzten Liegenschaften erfolgt die nachrichtliche Unterrichtung der BImA, damit dort u. a. die Rückstellungsbildung überprüft werden kann. Nach Entscheidung der BImA erfolgt ggf. eine Neubewertung durch die Leitstelle KMR Bund.

4.2.1.1 Verfahrensablauf Phase A

(1) Die Bearbeitung der Phase A, z. B. in Form der Historisch-genetischen Rekonstruktion, erfolgt zusammen mit der Erfassung im INSA zentral durch die Leitstelle KMR Bund. Die Daten werden dem Auftraggeber, ggf. nachrichtlich der BImA sowie im Rahmen des INSA der örtlichen LS BoGwS Land zur Verfügung gestellt.

4.2.1.2 Verfahrensablauf Phase B und C

Schritt 1 **Auftrag an die Bauverwaltung oder von der BImA beauftragte Dritte (kurz Auftragnehmer) mit Festlegung des Leistungsumfangs**

Schritt 2 **Leistungsbeschreibung durch den Auftragnehmer**

Schritt 3 **Durchführung der Erkundung/Räumung durch den Auftragnehmer**

- → Mittelanforderung bzw. Kontierung mit Projektnummer/Projektstrukturplan (PSP)
- → Beauftragung Dritter
  - → Auftragsvergabe
  - → Überwachung der Arbeiten einschließlich Qualitätskontrolle
  - → Leistungs- und fachliche Qualitätsprüfung
  - → Rechnungsprüfung

Schritt 4 **Auswertung der Untersuchungsergebnisse durch den Auftragnehmer**

- → Erfassung im INSA
- → Bewertung und fachtechnische Stellungnahme durch den Auftragnehmer

Schritt 5 **Fachtechnische Stellungnahme durch die Leitstelle KMR Bund**

- → Die fachtechnische Stellungnahme ist mit dem Auftragnehmer abzustimmen.
- → Es erfolgt ein Bericht mit Entscheidungsvorschlag an das BAIUDBw bzw. die BImA zur geplanten Vorgehensweise.

Schritt 6 **Für die Abstimmung mit den Genehmigungsbehörden erfolgt die Unterstützung durch den Auftragnehmer und/oder die Leitstelle KMR Bund auf Anforderung.**

Abb. 8 Verfahrensablauf in den Phasen B und C

4.2.1.3 Zusätzliche Hinweise

Nutzer und Behörden frühzeitig beteiligen

(1) Der Nutzer der jeweiligen Liegenschaft und die zuständigen Behörden sind in einem sehr frühen Stadium in den Verfahrensablauf einzubinden. Aktuelle Nutzungen und geplante Nutzungsänderungen sowie berechtigte Forderungen der zuständigen Behörden sind in der Planung und Durchführung der Räumung zu berücksichtigen.

Genehmigungen

(2) In einigen Bundesländern sind die KBD verfahrensbestimmend. Die landesspezifischen Vorgaben sind zu beachten und notwendige Genehmigungen rechtzeitig einzuholen.

Transparenz

(3) Über den Sachstand der Bearbeitung werden die zuständigen Behörden vom Eigentümer der Liegenschaft (Liegenschaftsverwaltung) in Kenntnis gesetzt.

Ortstermin, Leistungsumfang

(4) Die Festlegung des Leistungsumfangs sollte auf einem Ortstermin mit den Projektbeteiligten erfolgen. Die getroffenen Entscheidungen werden zusammen mit einer Begründung protokolliert und in Leistungsbeschreibungen umgesetzt.

Unterstützung durch die Leitstelle KMR Bund

(5) Unabhängig vom Bearbeitungsschritt steht die Leitstelle KMR Bund zur fachlichen Unterstützung der Institutionen im Geltungsbereich dieser Arbeitshilfen auf Anforderung zur Verfügung.

(6) Die Leitstelle KMR Bund ist qualitätssichernd für die BImA tätig. Um ein spartenübergreifend einheitliches Verfahren bei der Beauftragung und Durchführung von Maßnahmen in den Bereichen Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten, Kampfmittelräumung und/oder Bausubstanz bei Um- oder Rückbaumaßnahmen zu gewährleisten, wurde ein spezieller Verfahrensablauf der BImA eingeführt. Hierdurch werden die Dokumentation und der spartenübergreifende Informationsfluss erleichtert.

4.2.2 Informationsfluss

Dokumentation

(1) Bei der Erkundung und Räumung von Kampfmittelbelastungen fallen viele projekt-, liegenschafts- und flächenbezogene Daten an. Die Erfassung und Führung dieser Daten findet für alle Bundesliegenschaften im Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten INSA statt. Eine genaue Darstellung der Abwicklung des Informationsflusses findet sich in Anhang A-6.

Datenerfassung

(2) Bei der Beauftragung Externer ist zur Erfassung das Programm INSA im EFA-Modus zu verwenden. Durch die Bauverwaltung sind die Daten zu prüfen, zu vervollständigen und in das INSA der Leitstelle BoGwS des Landes zu importieren.

Datenführung

(3) Die administrativen Daten der Liegenschaften werden in der Bauverwaltung in der Datenbank ADMIN geführt und stehen im INSA zur Verfügung. Die Informationen zum Bereich KMR werden durch die Leitstellen ins INSA übernommen, ergänzt und als Primärdatenbestand gem. Abschnitt H der RBBau geführt.

Datennutzung

(4) Innerhalb der Bauverwaltung eines Landes erhalten die mit der Liegenschaft befassten Dienststellen von der INSA-führenden Stelle Zugriff auf die Daten des INSA. Die Daten können auch in Verbindung mit den Lageplänen der Liegenschaft mit dem Auskunftssystem Boden- und Grundwasserschutz des LISA betrachtet, ausgewertet und ausgegeben sowie als Grundlage für Planungen genutzt werden.

INSA-Datenbank

(5) In der zentralen INSA-Datenbank der Leitstelle KMR Bund werden die Daten zu den Phasen A – C aller Bundesliegenschaften zusammengeführt und die erforderlichen bundesweiten Auswertungen vorgenommen.

(6) Dazu stellen die INSA-führenden Stellen der Länder regelmäßig oder anlassbezogen den Datenbestand aller Bundesliegenschaften für die Leitstelle KMR Bund bereit.

Datenpflege für Maßnahmen der BImA außerhalb des Regelverfahrens

(7) Für diese Maßnahmen (z. B. bei Erkundung und/oder Räumung durch Dritte ohne Beteiligung der Bauverwaltung) veranlasst die BImA die Datenübergabe und -pflege an die Leitstelle KMR Bund.

Bereitstellung für verschiedene Zuständigkeitsbereiche

(8) Aus der zentralen INSA-Datenbank werden Auszüge und Berichte für verschiedene Zuständigkeitsbereiche (BMI, Bundeswehr, BImA und jeweils nachgeordnete Dienststellen) bereitgestellt. Damit werden folgende Ziele erreicht:

- → Bundeslandübergreifende Übersicht über den Bearbeitungsstand
- → Planungssicherheit für die Liegenschafts- und Bauverwaltungen
- → ökonomischer Einsatz der Mittel für Infrastrukturaufgaben
- → Vereinheitlichung des Berichtswesens
- → Akzeptanz der Vorgehensweise bei den Ordnungs- bzw. Fachbehörden der Länder

Information der Ministerien und der BImA

(9) Dem BMI und der BImA stehen die Informationen über die Durchführung von Maßnahmen aus der zentralen INSA-Datenbank der Leitstelle KMR Bund zur Verfügung. Für den Zuständigkeitsbereich des BMVg ist eine INSA-Datenbank mit dem entsprechenden Auszug aus der zentralen Datenbank eingerichtet.

4.3 Berücksichtigung von Kampfmittelbelastungen bei Infrastrukturmaßnahmen

Ohne Informationen keine Baumaßnahmen

(1) In die Bauplanung müssen Kenntnisse über Kampfmittelbelastungen einfließen, um Verzögerungen und Mehrkosten zu vermeiden. Eine Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse der Phasen A und B ist notwendig (s. RBBau K 1). Sofern diese noch nicht vorliegen, ist eine frühzeitige Erhebung erforderlich. Aktuelle liegenschaftsbezogene Sachstandsinformationen zur Kampfmittelsituation stehen u. a. im INSA zur Verfügung. Mindestanforderung ist die Durchführung der Phase A. Wurde eine Phase A nicht durchgeführt, sind Bodeneingriffe möglichst zu vermeiden.

(2) Wurden in der Phase A KMVF lokalisiert, können entweder entsprechende Korrekturen in der Bauplanung vorgenommen werden oder ggf. notwendige Untersuchungen der Phase B auf den KMVF eingeleitet werden. Zeitverzögerungen (z. B. Baustillstandszeiten) und Mehrkosten (z. B. Ausfall-, Räum- und Entsorgungskosten) können durch eine entsprechende Bauplanung im Vorfeld vermieden werden.

Baubegleitende Kampfmittelräumung

(3) In stark bebauten Bereichen kann z. B. durch die enge Bebauung, unterirdische Leitungen und auch allgemein sehr hohe Störkörperdichten im anthropogen geprägten Boden häufig keine Räumung von Kampfmitteln im Vorfeld von Baumaßnahmen stattfinden. Dann bleibt nur die Durchführung des Verfahrens der baubegleitenden Kampfmittelräumung. Hier sind die Vorgaben des Anhangs A-9.4.3 strikt zu beachten. Die Baustelle wird ggf. zur Räumstelle gem. Anhang A-9.1.10. Es ist damit zu rechnen, dass die (Tief-)Baumaßnahme in ihrem Fortschritt verzögert wird, da es u. a. Aufgabe der verantwortlichen Person ist, Bodeneingriffe freizugeben. In Abhängigkeit der Fundsituation sind beim Antreffen von nicht handhabungsfähigen Kampfmitteln die Arbeiten ggf. auch ganz bis zum Ende der Vernichtung einzustellen.

Rückbau von Gebäuden und Oberflächenversiegelungen

(4) Vor entsprechenden Freilegungsarbeiten ist die Kampfmittelsituation zu klären. Es müssen mindestens Kenntnisse der Erkundungstiefe der Phase A vorliegen. Die Freilegungsarbeiten müssen ggf. möglichst erschütterungsfrei erfolgen. Häufig wird eine Räumung im Vorfeld entsprechender Maßnahmen erfolgen müssen. Die Behandlung kontaminierter Bausubstanz erfolgt nach den abfallgesetzlichen Regelungen (s. Arbeitshilfen Recycling, **www.arbeitshilfen-recycling.de**).

Charakterisierung der Baumaßnahme

- → Liegt ein Flächennutzungs-/ Bebauungsplan vor?

- → Um welche Baumaßnahme, Art der Bebauung handelt es sich?
  - → Wohnbebauung
  - → Gewerbe
  - → Landwirtschaft/Garten
  - → Verkehrsanlagen
  - → Bauwerke mit Gründungsarbeiten (Flach-/Tiefgründung)
  - → Ver- und Entsorgungsleitungen
  - → Rückbau
- → Ist die Lage oder Trassenführung geplanter Bauwerke bekannt?
- → Sind unterirdische Bauwerke geplant?
- → Kann ggf. auf eine Unterkellerung verzichtet werden?
- → Ist mit einer Änderung des Planums (Aufhöhung oder Abschiebung) zu rechnen?

- → Ist eine Änderung in der Flächennutzung bzw. der vorgesehenen Bebauung möglich (liegenschaftsbezogenes Ausbaukonzept, Bebauungsplan etc.)?

Kenntnisstand zur Kampfmittelsituation

- → Welcher Informationsstand liegt vor?
- → Welche Erkundungen / Räumungen wurden durchgeführt?
  - → Phase A
  - → Phase B
  - → Phase C 1
  - → Phase C 2

- → Sind die vorhandenen Unterlagen bzw. der Erkundungsstand hinreichend belastbar?

- → Sind im Bereich einzelner oder mehrerer KMVF/KMBF Baumaßnahmen vorgesehen oder liegen sie in unmittelbarer Nähe zu KMVF/KMBF (Flächenabgleich)?

- → Sind Gefährdungen bekannt?
- → Ist eine Kampfmittelbelastung zu vermuten oder ist sie nachgewiesen?
- → Mit welchen Kampfmitteln, z. B. nach Sorte, Art, Typ, Art der Bezünderung ist zu rechnen?

- → In welchem Umfang sind Maßnahmen zum Arbeitsschutz zu treffen?

4.4 Berücksichtigung von Bodenkontaminationen in der Kampfmittelräumung

Baufachliche Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR BoGwS)

(1) Vor der Aufnahme von Arbeiten im Gelände hat sich der Auftraggeber über eine eventuelle Kontaminationsbelastung kundig zu machen. Entsprechende Vorgaben machen die RBBau in K 1 und K 3. Einen umfassenden Überblick sowie konkrete Vorgaben zur praktischen Vorgehensweise geben hierzu die Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR BoGwS, **www.arbeitshilfen-bogws.de**).

Fachinformationssystem Boden- und Grundwasserschutz (FIS BoGwS)

(2) Einen guten Informationsstand zur Kontaminationssituation auf Bundesliegenschaften liefert das FIS BoGwS, in das u. a. die Daten aus dem Altlastenprogramm der Bundeswehr einfließen. Eine ausführliche Darstellung der Inhalte und Ziele des FIS BoGwS geben die BFR BoGwS im Kapitel 8.

Bodenkontaminationen als Kostenwirkungsfaktor

(3) Die Kenntnisse über kontaminierte Flächen sind für die Kampfmittelräumung von besonderer Bedeutung. Zum einen können hieraus besondere Anforderungen an den Sicherheits- und Gesundheitsschutz im Rahmen der Erkundung/Räumung entstehen. Zum anderen sind Verschlechterungen der Belastungssituation zu vermeiden. So ist es in der Regel erforderlich, einen guten Kenntnisstand z. B. über Bodenkontaminationen mit sprengstoffspezifischen Verbindungen (STV) zu haben, bevor die sog. Volumenräumung (gem. Anhang A-9.4.7) zum Einsatz kommt. Ansonsten besteht die große Gefahr, STV zu mobilisieren und so Grundwasserkontaminationen zu bewirken.

Beauftragung der Leistungen

(4) Leistungen zur Untersuchung der Kontaminationssituation sind durch die Bauverwaltung gesondert zu beauftragen. Die Begleitung/Überwachung/Koordinierung der Leistungen vor Ort erfolgt durch die Bauverwaltung oder einen beauftragten freiberuflich Tätigen (fbT). Die Dokumentation der Leistungen erfolgt unter Anwendung des INSA und der BFR Vermessung (s. a. BFR BoGwS, Kapitel 8 und Anhang 7). Es ist zu prüfen, ob durch eine gemeinsame Beauftragung der Leistungen zur Kontaminations- und KM-Erkundung Zeit- und Kostenvorteile erreicht werden können.

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.

Ziel

(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.

Bewertungsfaktoren

(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.

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	Erläuterung
1	Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.
2	Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.
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.
4	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.
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.

Inhalte des Räumkonzeptes

(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.

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 (s. Anhang 7.2.7), 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 Gesichtpunkten 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 Arbeits- und Gesundheitsschutz des ausführenden Unternehmens, den Umweltschutz sowie 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. In dieser Planungsphase sind bereits die Baustellenbedingungen gem. BaustellV abzuleiten und die danach erforderlichen Maßnahmen umzusetzen.

(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.

Entwurfsplanung

(5) Beim dritten Planungsschritt, der Entwurfsplanung, werden die für Teilbereiche der Liegenschaft ausgewählten Verfahren (oder Verfahrenskombinationen) 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 Arbeits- und Sicherheitsplans (in Anlehnung an DGUV Regel 101-004 bzw. DGUV Information 201-027), 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.

(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 (s. Kap 6.3 und Anhang 9.4.9). 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.

Genehmigungsplanung

(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 Mustergliederung 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.

(2) Zur zeichnerischen Darstellung gehören:

- → Ablaufplan,
- → Liegenschaftsplan mit Fachinformationen zu (z. B.):

  - → Räumsektoren,
  - → kontaminationsverdächtigen und kontaminierten Flächen,
  - → Vermessungspunkten,
  - → relevanten baulichen Anlagen,
  - → Infrastruktur, insbesondere 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) Die Vergabe von öffentlichen Aufträgen richtet sich nach dem **EU-Vergaberecht**, soweit der jeweilige Auftragswert den zutreffenden EU-Schwellenwert erreicht oder überschreitet. Diese EU-Schwellenwerte werden jeweils für zwei Jahre von der EU-Kommission per Verordnung festgesetzt und im EU-Amtsblatt sowie anschließend vom Bundeswirtschaftsministerium im Bundesanzeiger bekanntgegeben.

Das EU-Vergaberecht ist umgesetzt

- → im Vierten Teil des Gesetzes gegen Wettbewerbsbeschränkungen (GWB),
- → in der Vergabeverordnung (VgV), in Verbindung mit dem Teil A Abschnitt 2 der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A-EU),
- → in der Vergabeverordnung Verteidigung und Sicherheit (VSVgV), in Verbindung mit dem Teil A Abschnitt 3 der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A-VS),
- → in der Sektorenverordnung (SektVO) sowie
- → in der Konzessionsvergabeverordnung (KonzVgV).

(2) Jedes Unternehmen, das Interesse an einem öffentlichen Auftrag hat und seine Rechte durch die Nichtbeachtung der v. g. EU-Vergabevorschriften verletzt sieht, kann nach Kapitel 2 des Vierten Teils des GWB bei der zuständigen Vergabekammer einen Nachprüfungsantrag stellen. Der Auftraggeber (AG) darf nach Zustellung eines Antrags durch die Vergabekammer den Vertrag nicht vor einer Entscheidung der Vergabekammer abschließen. Damit insbesondere die Bieter die Möglichkeit erhalten einen Nachprüfungsantrag zu stellen, muss der AG der nach GWB (§§ 134 und 135) vorgegebenen Informations- und Wartepflicht **vor** der Auftragserteilung nachkommen; anderenfalls könnte der Vertrag unwirksam sein.

(3) Die Vergabe von öffentlichen Aufträgen unterhalb der v. g. EU-Schwellenwerte richtet sich nach dem **nationalen Vergaberecht**. Dieses wird durch das Haushaltsrecht des Bundes, der Länder und der Gemeinden – ggf. in Verbindung mit einem gesonderten Vergabegesetz des jeweiligen Bundeslandes – bestimmt. Die Vergabebestimmungen sind im Einzelnen festgelegt

- → für die Vergabe von Bauleistungen im Teil A der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB/A),
- → für die Vergabe von Liefer- und Dienstleistungen in der Unterschwellenvergabeordnung (UVgO) oder – sofern die UVgO noch nicht in Landesrecht umgesetzt ist – im Teil A der Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen (VOL/A)[3].

Daneben ist ggf. auch die Verordnung PR Nr. 30/53 über die Preise bei öffentlichen Aufträgen (VO PR 30/53) zu beachten.

(4) Öffentliche Aufträge sind im Wettbewerb und im Wege transparenter Verfahren zu vergeben. Dabei werden die Grundsätze der Wirtschaftlichkeit und der Verhältnismäßigkeit gewahrt. Nach den haushaltsrechtlichen Vorschriften des Bundes, der Länder und der Gemeinden sind die Haushaltsmittel wirtschaftlich und sparsam einzusetzen.

(5) 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 Bau-, Liefer- und Dienstleistungen muss grundsätzlich eine öffentliche Ausschreibung oder eine beschränkte Ausschreibung mit Teilnahmewettbewerb vorangehen, soweit nicht die Eigenart der Leistung oder besondere Umstände eine Abweichung rechtfertigen. Letztere sind unter Bezug auf die zutreffenden Vergabebestimmungen ausführlich zu dokumentieren.

3 Die VOL/A wurde im Bundesbereich und in einigen Bundesländern bereits durch die UVgO ersetzt. In 2018 wird dies voraussichtlich in alle anderen Bundesländern ebenfalls erfolgen. Darum wird nachfolgend hinsichtlich der Vergabe von Liefer- und Dienstleistungen nach den nationalen Vergabebestimmungen nur noch auf die UVgO verwiesen.

(6) Als Arbeitshilfe gibt der Bund für die öffentlichen AG das Vergabe- und Vertragshandbuch für Baumaßnahmen des Bundes (VHB) heraus. Dieses wird von den AG der Länder – ggf. in etwas abgewandelter Form – verwendet. Den Gemeinden wird die Verwendung des VHB in der Regel empfohlen.

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. 2 Leistungen der Kampfmittelbeseitigung

Nr.	Leistung	
1.	Erkundung (Bestandsaufnahme), Bewertung bzw. Gefährdungsabschätzung	**Planung der Kampfmittelräumung: Ingenieurleistungen**
2.	Objektplanung, „Kampfmittelräumung“ i. S. der HOAI	
3.	Herstellen der Räumfähigkeit	**Durchführung der Kampfmittelräumung: Gewerbliche Leistungen**
4.	Sondieren/Orten/Aufsuchen	
5.	Freilegen der Störkörper/Kampfmittel	
6.	Identifizieren der Störkörper/Kampfmittel	
7.	Bergen der Störkörper/Kampfmittel	
8.	Transport der Kampfmittel zum Bereitstellungslager	
9.	Bereitstellung und Überlassen der Kampfmittel	
10.	Befördern/Verbringen der Kampfmittel zur Vernichtungsstelle	**Kampfmittelvernichtung: Hoheitliche Aufgabe**
11.	Entschärfen, Sprengen, Entsorgen und Vernichten der Kampfmittel	

Gewerbliche Leistungen bei Kampfmittelräum-maßnahmen

(3) In der Praxis werden die in Tabelle 2 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. Dies findet seinen Niederschlag in der Aufnahme der ATV DIN 18323 „Kampfmittelräumarbeiten“ in der VOB/C und der Einführung des Leistungsbereichs 019 „Kampfmittelräumarbeiten“ im STLB-Bau. Weiterhin verlangen die für die Arbeitssicherheit zuständigen Gewerbeaufsichtsbehörden bei Kampfmittelräumarbeiten grundsätzlich die Berücksichtigung der Baustellenverordnung (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, können im Einzelfall auch andere Vergaberegelungen zur Anwendung kommen.

Kampfmittelvernichtung

(7) Die Vernichtung von Kampfmitteln wird unabhängig von der Kampfmittelräumung durchgeführt. Die evtl. Entschärfung oder Sprengung sowie das Befördern/Verbringen 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.

Planungsleistungen

(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 sogenannten 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.

(10) Wenn übertragbare Leistungen von freiberuflich Tätigen ausgeführt werden sollen, sind der Leistungsumfang und die Vergütung konkret zu beauftragen. Dabei sind Qualitätsziele, die Beachtung des Vergaberechts, die Erfolgskontrolle und die Abrechnung der Leistungen detailliert und verbindlich zu vereinbaren.

(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. Die Vergabe von derartigen freiberuflichen Tätigkeiten hat nach den Vorschriften des GWB in Verbindung mit der jeweils zutreffenden Vergabeverordnung zu erfolgen, wenn die geschätzte Gesamthonorarsumme (netto) den maßgeblichen EU-Schwellenwert erreicht oder überschreitet.

(2) Liegt die geschätzte Gesamthonorarsumme (netto) unter dem v. g. maßgeblichen EU-Schwellenwert (Unterschwellenbereich), sind die freiberuflichen Leistungen nach § 50 UVgO grundsätzlich im Wettbewerb zu vergeben. Dabei ist so viel Wettbewerb zu schaffen, wie dies nach der Natur des Geschäfts oder nach den besonderen Umständen möglich ist. Sollte die UVgO in dem betroffenen Bundesland noch nicht eingeführt sein, hat die Vergabe solcher freiberuflichen Leistungen nach den jeweiligen haushaltsrechtlichen Bestimmungen (z. B. § 55 Landeshaushaltsordnung (LHO) einschließlich der zugehörigen Verwaltungsvorschriften) und/oder den Vorschriften eines Landesvergabegesetzes zu erfolgen. Die VOL/A findet für die Vergabe solcher Leistungen keine Anwendung (s. § 1 VOL/A).

Die „Richtlinien für die Durchführung der Bauaufgaben des Bundes und des Landes“ (RBBau/RLBau, 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 C

definiert 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.

Leistungen und Leistungsbeschreibungen

(7) Die Planungsaufgabe muss mit den zu bearbeitenden Fragestellungen und der methodischen und fachlichen Vorgehensweise vom Auftraggeber präzise vorgegeben werden (s. Kapitel 4).

(8) Planungsschritte und Ergebnisse einer qualifizierten Ingenieurplanung müssen fachlich belegt sowie nachvollziehbar und verständlich dokumentiert werden. Weitere Hinweise sind in Kapitel 8 sowie 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 (s. Kapitel 5 sowie Anhänge 2 und 3).

(10) Planungsleistungen für die Phase C können in Anlehnung an das Leistungsbild Ingenieurbauwerke gem. § 43 Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (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.**

(11) Für die Leistungen der Phasen A und B werden Leistungskataloge und für die Phase C ein fachspezifisch ergänztes Leistungsbild gem. § 43 HOAI (s. 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 (§ 2 (3) BaustellV) sowie die Koordinatorenfunktion (§ 3 (1) BaustellV). Hinweise dazu finden sich im Anhang 7.

Honorierung von Planer- und Gutachterleistungen nach HOAI

(12) Für Ingenieurleistungen, die in der HOAI erfasst sind, können die Honorare nur im preisrechtlichen Rahmen dieser 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 (§ 14), die Fälligkeit (§ 15) sowie die Umsatzsteuer (§ 16) 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 geschätzten Zeitbedarf berechnet wird, soweit die Leistungsbeschreibung und Erfahrung dies zulassen, empfiehlt es sich, sie jeweils als Fest- oder Höchstbetrag zu vereinbaren.

Honoraranfragen für Leistungen, die nicht in der HOAI erfasst sind

(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 frei vereinbaren. 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. November 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).

(18) 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

Vergabeverfahren

(1) Öffentliche Auftraggeber bzw. Auftraggeber nach § 99 GWB haben bei der Vergabe von Bauleistungen oder sonstigen Leistungen die unter Nr. 7.1 genannten EU-Vergabebestimmungen bzw. nationalen Vergabebestimmungen anzuwenden.

(2) 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 Vergabe- und Vertragshandbücher (VHB) für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Bauverwaltungen und die der Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltungen.

(3) Bauleistungen können nach den **EU-Vergabebestimmungen** im Rahmen eines offenen Verfahrens oder eines nicht offenen Verfahrens ausgeschrieben werden. Beide Verfahren stehen dem Auftraggeber gleichrangig zur Auswahl.

Nach den **nationalen** Vergabebestimmungen der VOB/A Abschnitt 1 ist **nur** die öffentliche Ausschreibung das Regelverfahren. Alle anderen Vergabearten bedürfen einer detaillierten Begründung unter Bezug auf die nach VOB/A Abschnitt 1 zulässigen Ausnahmetatbestände.

(4) 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.

(5) 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. Dezember 1953 – zu beachten.

Teilnehmer am Wettbewerb

(6) Kampfmittelräumarbeiten dürfen nur von geeigneten Unternehmen durchgeführt werden. Dabei ist aber darauf zu achten, dass kein Unternehmen diskriminiert wird.

(7) 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.

Vergabeunterlagen und Leistungsbeschreibungen

(8) Vergabeunterlagen enthalten sowohl Regelungen zur Erstellung eines Angebots als auch die Vertragsunterlagen. Bestandteil der Vertragsunterlagen sind die Leistungsbeschreibung sowie weitere Vertragsbedingungen.

1 Vertragsbedingungen

1.1 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- und Arbeitsplätze, Vertragsstrafen.

1.2 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.

2 Leistungsbeschreibung (Baubeschreibung und 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.
→ siehe Anhang 9.

2.4 Anlagen

→ Bietereintragungen
→ Gutachten, Pläne, Zeichnungen

Mit den BVB, ZTV oder der Leistungsbeschreibung dürfen die allgemeinen Vertragsbedingungen (VOB/B, VOL/B) keinesfalls verändert, sondern nur im dort zugelassenen Umfang präzisiert werden.

(9) Für Bauleistungen sollen grundsätzlich Leistungsverträge abgeschlossen werden, d. h. die Vergütung bemisst sich nach der erbrachten Leistung. Die Regel sollte 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 einer Änderung der Ausführung voraussichtlich nicht zu rechnen ist.

Leistungsvertrag – § 4 Nr. 1 VOB/A

(10) Stundenlohnverträge dürfen nur für Bauleistungen geringen Umfangs geschlossen werden, die überwiegend Lohnkosten verursachen. In § 15 VOB/B sind Abrechnungsregelungen zu Stundenlohnarbeiten festgelegt.

Stundenlohnvertrag – § 4 Nr. 2 VOB/A

Vertragsformen für Liefer- und Dienstleistungen nach VgV, UVgO bzw. VOL

(11) In der VgV, UVgO bzw. VOL sind keine besonderen Bestimmungen zu den v. g. Vertragsformen enthalten. Dies schließt aber nicht aus, dass auch für die Ausführung von Liefer- und Dienstleistungen derartige Verträge geschlossen werden.

Prüfung und Wertung der Angebote – § 16ff VOB/A bzw. VOL/A, Unterabschnitt 7 UVgO bzw. VgV

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

(13) 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.

(14) Die **zweite** Stufe ist bei öffentlichen Ausschreibungen oder offenen Verfahren die Eignungsprüfung, hier wird die Fachkunde, Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit (Nichtvorliegen von Ausschlussgründen) der Bieter beurteilt. Bei allen anderen Vergabearten findet die Eignungsprüfung bereits bei der Bewerberauswahl statt. Wenn Bieter nicht die erforderliche Eignung aufweisen, werden ihre Angebote ausgeschlossen bzw. werden sie nicht zur Teilnahme am Vergabeverfahren aufgefordert.

(15) Die **dritte** Stufe ist die Beurteilung des Preis-Leistungsverhältnisses. 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.

(16) Die **vierte** Stufe umfasst die Bewertung weiterer Kriterien neben dem Preis, z. B. Zweckmäßigkeit, Umwelteigenschaften, Ausführungsfristen. Bei EU-Vergabeverfahren und bei der Vergabe von Liefer- und Dienstleistungen nach UVgO bzw. VOL/A 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 Güte und für den Nutzen einer Kampfmittelräumung.

Grundzüge der Dokumentation

(2) Die Erkundung 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 nachhaltig bereitzustellen,
- → die Qualitätskontrolle durchgeführter Erkundungen und Räumungen sicherzustellen,
- → die Rechnungsprüfung zu ermöglichen,
- → die Beweissicherung der Gefahrenbeseitigung zu führen.

(3) Die Anforderungen an die maßnahmenbezogene Dokumentation der Inhalte der Phasen A bis C sind in den Anhängen A-6 und A-9 definiert. Diese umfassen u. a.:

- → Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung,
- → Geophysikalische Untersuchungen in Testfeldern,
- → Räumungen in Testfeldern,
- → Räumkonzept,
- → Vermessung,
- → Prüffelder,
- → Abschlussbericht zu Räumungen,
- → Bestätigung der Kampfmittelfreiheit (Abschluss und Abnahme der Räumung).

Aufbewahrung der Dokumentation

(4) Da nur mit der Dokumentation der einzelnen Phasen der Kampfmittelräumung die nachhaltige Beweissicherung der Gefahrenbeseitigung geführt werden kann, müssen entgegen der Regelung in den RBBau Abschnitt K10 – Behandlung und Aufbewahrung von Unterlagen – Dokumentationen der Kampfmittelräumung unbefristet aufbewahrt werden.

Digitale Bestandsdokumentation KMR

(5) Die Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR) stellt gegenüber der maßnahmenbezogenen Dokumentation einen Auszug der Daten dar. Sie verfolgt DV-basiert folgende Ziele:

- → langfristige Dokumentation des Kampfmittelstatus von Liegenschaften/Wirtschaftseinheiten sicherstellen,
- → schnelle Übersichtsinformationen zum Sachstand ermöglichen,
- → den Informationsaustausch zwischen der Bauverwaltung, der Bundeswehr und der BImA verbessern.

Die Darstellung der Daten, die im Rahmen der DigBestDok KMR erhoben werden sowie des Datenflusses erfolgt im Anhang 6.

Abkürzungsverzeichnis

AKG	Allgemeines Kriegsfolgengesetz
BaustellV	Baustellenverordnung
BFR	Baufachliche Richtlinien
BGBl	Bundesgesetzblatt
BHO	Bundeshaushaltsordnung
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMI	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BoGwS	Boden- und Grundwasserschutz
Bw	Bundeswehr
ChemG	Chemikaliengesetz
CWÜAG	Ausführungsgesetz zum Chemiewaffenübereinkommen
CWÜV	Ausführungsverordnung zum Chemiewaffenübereinkommen
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
DigBestDok KMR	Digitale Bestandsdokumentation Kampfmittelräumung
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
GG	Grundgesetz
GWB	Gesetz gegen Wettbewerbs-beschränkungen
HgR-KM	Historisch-genetische Rekonstruktion Kampfmittel
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
INSA	Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten
KBD	Kampfmittelbeseitigungsdienste der Länder oder der von der zuständigen Behörde beauftragten Firma
KM	Kampfmittel
KMR	Kampfmittelräumung
KMBF	Kampfmittelbelastete Fläche
KMVF	Kampfmittelverdächtige Fläche
KrWaffG	Kriegswaffenkontrollgesetz
KVF	Kontaminationsverdächtige Fläche
LB	Leistungsbeschreibung
LHO	Landeshaushaltsordnung
LISA®	Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen
LK	Leistungskatalog
NLBL	Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (ehemals Oberfinanzdirektion Niedersachsen)
RBBau	Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes
SiGe-Plan	Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan
SprengG	Sprengstoffgesetz
TS	Technische Spezifikation
UVgO	Unterschwellenvergabeordnung
VgV	Vergabeverordnung
VHB	Vergabehandbuch
VOB	Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen
VO PR	Verordnung PR (über Preise bei öffentlichen Aufträgen)

A-1 Verfahrensabläufe

A-1.1 Verfahrensablauf Bund

A-1.1.1 Zuständigkeiten

Vorbemerkungen

Zur Unterstützung bei der Wahrnehmung ihrer **Bauherren- und Steuerungsaufgaben** haben **BMI und BMVg** das NLBL 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 des NLBL

Mit Regelungen zur Projektorganisation soll die einheitliche Verfahrensdurchführung sichergestellt werden. Hierzu werden die Aufgaben des NLBL in seiner Leitfunktion festgelegt:

1. Zentral vom NLBL zu bearbeiten

Archivalienbeschaffung und -auswertung: Archivalien- und Luftbildbeschaffung sowie Erarbeitung von Kampfmittelbelastungskarten durch Auswertung von Archivalien und Luftbildern (Phase A)

2. Weitere Unterstützungsleistungen des NLBL

Das NLBL 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, Räumplanungen unter Berücksichtigung bestehender Planungen (Phase C1)
- → **Ausschreibung und Vergabe:** Erarbeitung von Leistungsverzeichnissen sowie Ausschreibung und Vergabe von Kampfmittelräumarbeiten (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 BMI und des BMVg sind die örtlichen Bauverwaltungen der Länder zuständig: Die RBBau definiert im Abschnitt A unter Punkt 2.2.4 die Kampfmittelräumung als baufachliche Aufgabe. Für die Abteilung Wasserstraßen und Schifffahrt des BMVI gilt, dass die Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter bzw. Wasserstraßenneubauämter zuständig sind.

A-1.1.2 Projektmanagement

1 Projektmanagement bei den Bauverwaltungen der Länder

Nach RBBau (A) sind die Bauverwaltungen (BV) 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 BV bleibt, ist begründet durch die haushaltsrechtlichen Vorschriften (§§ 7, 24, 54, 63, 64 BHO). Die BV hat ferner bei der Durchführung der Maßnahmen die Einhaltung der öffentlich–rechtlichen Vorschriften auf der Grundlage der jeweiligen Bundes- und Ländergesetze sicherzustellen. Die BV 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 (als Auszug):

RBBau	Verfahrensregel
A	Organisation und Aufgaben
B	Eingliederung der Bauausgaben in den Bundeshaushaltsplan und Bewirtschaftung der Haushaltsmittel
C, D, E	Verfahrensabläufe zur Aufstellung von Bauunterlagen
F	Inhalte von Bauunterlagen entsprechend § 24 und § 54 BHO
G	Bauausführung: Planung, Steuerung und Kontrolle der Aufgaben
H	Bauübergabe und Baubestandsdokumentation
J	Rechnungslegung – Prüfung
K	Einzelgebiete
K1	Baufachliche Gutachten über das Baugrundstück
K2	Projektmanagement; Projektleitung; Projektleiter; Projektsteuerung; Projektablauf; Qualitäts-, Termin- und Kostenplanung
K5	Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen
K6	Berichterstattung
K8	Baunebenkosten
K12	Vergabe freiberuflicher Leistungen
K13	Wettbewerbe
K14	Bauaufsichtliche Behandlung von baulichen Anlagen
L1	Bauangelegenheiten des BMVg
L5	Bauangelegenheiten der BImA

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 BV 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 (s. 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.

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 (s. Anhang A-7.2.9 „Leistungsbeschreibung Phase C – Projektsteuerung“).

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 Baunebenkosten).

A-1.1.3 Projektblatt Altlastenmanagement der BImA

Das „Projektblatt Altlastenmanagement“ der BImA wird zur Auftragserteilung an die Bauverwaltung für die folgenden Bereiche verwendet und steht auf **www.bfr-kmr.de** unter „Anlagen“ als PDF-Datei zum Herunterladen zur Verfügung:

- → Schädliche Bodenveränderungen/Grundwasserverunreinigung/Altlasten (BoGwS)
- → Kampfmittelräumung (KMR)
- → Bausubstanz (Um-/Rückbau)
- → Weitere Leistungen: Fachtechnische/sachverständige Unterstützung der BImA (Bereiche: BoGwS, KMR, Bausubstanz)

A-1.2 Bundeswehr

A-1.2.1 Definition Bundeswehr

Die hier aufgeführten Definitionen entstammen der inzwischen außer Kraft gesetzten ZDv 30/41 „Begriffe der Logistik und Rüstung". Zukünftig werden diese Definitionen Bestandteil der „Datenbank für Terminologie der Bundeswehr" sein.

Bergen von Munition E: recovery of ammunition F: récupérage de munitions	Aufnehmen von Munition an Orten mit unvorhergesehenen Ereignissen mit dem Ziel, → die Munition in Sicherheit (Geborgenheit) zu bringen, → den Gefahrenherd an einen anderen Ort zu verlegen oder → die Munition anderen Bereichen/Teilbereichen des Umgangs mit Munition zuzuführen. 1. Orte mit unvorhergesehenen Ereignissen in diesem Sinne sind z. B. Absturz-, Brand-, Abwurf-, Fundstellen. 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.
Bevorraten von Munition E: stockage of ammunition F: stockage de munitions Anm.:	Vorratshaltung von Munition in ortsfesten, beweglichen oder verlegefähigen militärischen Bereichen. 1. Man unterscheidet folgende Formen der Bevorratung von Munition: → Lagerung von Munition, → Aufbewahrung von Munition, → Bereitstellung von Munition. 2. Die Bevorratung von Munition an Bord schwimmender Einheiten wird als „Bordlagerung von Munition" bezeichnet.
Blindgänger E: dud F: raté de tir Anm.:	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. Im Sinne dieser Definition zählen zu → **Munition mit Eigenantrieb:** Raketen, Lenkflugkörper, Torpedos; → **Abwurfmunition:** Bomben, Bombenbündel, Wasserbomben, Seemarkierer; → **Projektilen:** Geschosse, Granaten, Handgranaten.

Chemische Munition (Kampftstoffmunition) E: chemical ammunition F: munitions chimiques	Munition, deren Wirkladung in erster Linie aus chemischen Kampfstoffen besteht.
Delaborieren von Munition E: emptying of ammunition F: décharge de munition	Vollständiges Entfernen der gefährlichen Stoffe aus der Munition.
Endgültiges Beseitigen E: final disposal F: élimination	Siehe: Vernichten von Munition
Entschärfen von Munition (Entsorgung von Munition) E: deactivation of ammunition F: désarmoçage de munitions Anm.:	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. → Zündkettenunterbrechung (Sichern des Zünders; Zerstören, Beschädigen, Blockieren oder Entfernen von funktionswichtigen Zünderteilen usw.), → Entfernen der Zündvorrichtungen (Demontage, Entzündern usw.), → Unterbrechen von Funktionsabläufen.
Entsorgung von Munition E: disposal of ammunition F: neutralisation de munitions Anm.:	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.

Exerziermunition E: drill ammunition; dummy ammunition F: munitions inertes d'instruction Anm.:	Munition, die → eigens für Ausbildungszwecke gefertigt wurde und → in Form und Größe der Gefechtsmunition entspricht und → keine gefährlichen Stoffe enthält und → nur für das drillmäßige Aneignen von einsatzvorbereitenden Handhabungsfertigkeiten bestimmt ist. Sie ist besonders gekennzeichnet. Zu den einsatzvorbereitenden Handhabungsfertigkeiten zählen → Bezündern, Einstellen des Zünders, Entsichern, Ladungswahl; → Laden der Waffe, Einbau der Sprengladung, Aufmunitionieren von Waffenträgern.
Explosivstoffe E: explosives F: explosifs	Explosionsfähige Stoffe, die als Sprengstoffe, Treibstoffe, Zündstoffe, Anzündstoffe oder pyrotechnische Stoffe hergestellt wurden.
Fachkundiger (Munitionswesen) E: expert F: expert Anm.:	Zu umfassenden Maßnahmen und Tätigkeiten im Munitionswesen berechtigte Person mit vielseitigen und grundlegenden rechtlichen und technischen Kenntnissen über Munition und den Umgang damit. Die Berechtigung ist gebunden an den Nachweis der Kenntnisse und bestimmter Fertigkeiten sowie an bestimmte charakterliche, geistige und körperliche Eigenschaften. 1. Die Berechtigung kann inhaltlich beschränkt, befristet oder mit bestimmten Auflagen verbunden sein. 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.
Fremdmunition E: third-party ammunition F:	Munition, die sich nicht im bestimmungsgemäßen Besitz befindet und von Dritten übernommen, beschlagnahmt oder sichergestellt wurde.

Fundmunition E: recovered ammunition F: munitions découvertes; munitions trouvées Anm.:	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. Fundmunition kann entsprechend ihrer Herkunft z. B. bezeichnet werden als: → Fundmunition aus Bundeswehrbeständen, → Fundmunition aus Beständen der NATO-Partner, → Fundmunition aus den beiden Weltkriegen, → Fundmunition nichtmilitärischer Herkunft, → Fundmunition unbekannter Herkunft.
Gefährdung E: endangering F: mise en danger	Möglichkeit, einen Schaden in Form einer Sach- oder Gesundheitsschädigung zu erleiden.
Gefahrenbereich E: hazard area; danger area; unsafe area F: zone dangereuse; gabarit de sécurité	Bereich, in dem Gefahren für Menschen, Tiere und/oder Sachwerte bestehen.
Gefahrklasse E: hazard class; hazard division F: classe de risque; division de risque Anm.:	Kategorie von Munition oder Explosivstoffen, die bei ungewollter Auslösung ein ähnliches Wirkungsbild ergeben. 1. Die Zuordnung zu einer Gefahrklasse erfolgt nach international festgelegten Regeln und Prüfverfahren. 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.
Gefahrkode E: hazard classification code F: classe de stockage et de transport Anm.:	Vierstelliger alphanumerischer Kode mit Sonderzeichen an der 2. Stelle. Er gibt die Gefahrklasse (1. bis 3. Stelle) und die Verträglichkeitsgruppe (4. Stelle) von Munition und Explosivstoffen an (z. B. 1.3C).

Gefährliche Stoffe E: dangerous materials; dangerous substances; hazardous materials; hazardous substances F: substances dangereuses Anm.:	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). 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.
Gefechtsmunition E: service ammunition; tactical ammunition F: munition de guerre; munitions réelles	Munition, die grundsätzlich für militärische Kampf- oder Kampfunterstützungszwecke vorgesehen ist.
Handhabungssicherheit von Munition E: handling safety of ammunition F: sécurité de manutention de munitions Anm.:	Sicherheit der Munition gegen ungewollte Wirkung ihrer „gefährlichen Stoffe“ bei ordnungsgemäßer Handhabung unter Berücksichtigung der handhabungsbedingten Einwirkungen. Der Begriff Handhabungssicherheit umfasst auch die Sicherheit gegen ungewollte Wirkung durch Verwechseln der Einbau- oder Drehrichtung während der Handhabung.
Identifizieren von Munition E: identification of ammunition F: identification de munitions Anm.:	Feststellen der wesentlichen Merkmale der Munition einschließlich der Begutachtung (Befundung) und Zustandsbeurteilung sowie Bewertung der von ihr ausgehenden unmittelbaren Gefahr. Zu den wesentlichen Merkmalen gehören z. B. → Munitionsart, → Munitionssorte.

Inerte Munition E: inert ammunition F: munitions inertes	Munition, die keine gefährlichen Stoffe enthält.
Kampfmittel E: Explosiv Ordnance (EO) F: explosives et munitions	Alle Munition, die Explosivstoffe, Kernspaltungs- und Kernfusionsmaterial sowie biologische und chemische Kampfstoffe enthält.
Kampfmittelabwehr E: Explosive ordnance defence F: Lutte contre les munitions	Gesamtheit aller Maßnahmen mit dem Ziel, die Gefährdung durch Kampfmittel mit den Verfahren der Kampfmittelbeseitigung und/oder Kampfmittelräumung auszuschalten.
Kampfmittelbeseitigung E: Explosive Ordnance Disposal (EOD) F: Neutralisation des explosifes et munitions Anm.:	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. 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.
Kampfmittelräumung E: in-situ explosive ordnance disposal F: neutralisation sur place des explosifs et munitions Anm.:	Erkunden, Erkennen und Vernichten bestimmter Kampfmittel vor Ort im Rahmen der Kampfunterstützung mit eingeführten Verfahren. Sekundärschäden können dabei in Kauf genommen werden.
Kampfstoffmunition	Siehe: chemische Munition

Lagerung von Munition E: storage of ammunition F: stockage de munitions Anm.:	Oberirdische Bevorratung von Munition in Versorgungseinrichtungen, die vorrangig für diesen Zweck bestimmt sind. Man unterscheidet: → Lagerung von Munition in Depots, → Lagerung von Munition in Felddepots. Die Bevorratung von Munition an Bord schwimmender Einheiten wird als „Bordlagerung von Munition“ bezeichnet.
Manövermunition E: blank ammunition F: canon à jaquette; munitions à blanc Anm.:	Rohrwaffenmunition, die → eigens für Ausbildungszwecke gefertigt wurde und → grundsätzlich in Form und Größe der Gefechtsmunition angeglichen ist und → eine Treibladung, jedoch kein zielbestimmtes Projektil enthält und → für die Auslösung der normalen Waffenfunktionen sowie die Darstellung von Abschussknall und/oder Mündungsfeuer bestimmt ist. Die Verwendung dieser Munition kann die Umrüstung der Waffe erforderlich machen.
Munition E: ammunition F: munition(s)	1. Gegenstände und Komponenten, die → Explosionsstoffe enthalten oder aus Explosivstoffen bestehen, Explosivstoffe und sonstige gefährliche Stoffe (z. B. Brand-, Nebel-, Reiz- oder Rauchstoffe) enthalten, → keinen Explosionsstoff, jedoch andere gefährliche Stoffe enthalten oder aus diesen bestehen und als Kampf-, Darstellungs-, Beobachtungs-, Markierungs- oder Signalmittel verwendet werden, → weder Explosionsstoffe noch andere gefährliche Stoffe enthalten oder aus solchen bestehen, aber aus/mit Waffen verschossen bzw. eingesetzt werden. 2. Nachbildungen dieser Gegenstände ohne gefährliche Stoffe für Ausbildungs- und Informationszwecke. 3. Komponenten dieser Gegenstände/Nachbildungen ohne gefährliche Stoffe.

Munitionsart E: type of ammunition F: type de munition; catégorie de munition Anm.:	Munition gleicher Grundbenennung, Nenngröße und Waffen- bzw. Gerätezugehörigkeit. Munitionsarten sind z. B. → Patrone 7,62 x 51, → Patrone 20 mm x 139, → vollständige Munitionseinheit (Geschoss und Treibladung) für Flugabwehr-Seezielgeschütz 127 mm, → vollständige Munitionseinheit (Geschoss, Geschosszünder, Treibladung und Treibladungsanzünder) für Haubitze 155 mm.
Munitionsfund E: discovery of unexploded ordnance F: découverte de munitions type de munition (selon l'effect recherché)	Aufgefundener Gegenstand, der als Munition identifiziert oder nach den Umständen (Form, Kennzeichnung, Fundort usw.) zunächst als solche betrachtet wird.
Munitionssorte E: nature of ammunition; type of ammunition F: type de munition (selon l'effect recherché) Anm.:	Munition mit gleichem Verwendungszweck und gleicher Wirkungsart. Munitionssorten sind z. B. → Sprengmunition, → Hohlladungsmunition, → Quetschkopfmunition, → Splittermunition, → Leuchtmunition, → Hartkernmunition.
Munitionstechnische Sicherheit E: design safety of ammunition; technical safety of ammunition F: sécurité technique des munitions Anm.:	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 (ggf. „ortsbezogene Munitionssicherheit").

Munitionsunfall E: accident involving ammunition F: accident avec munitions	Unvorhergesehenes Ereignis mit Munition, bei dem eine ungewollte munitionsspezifische Wirkung zu einem Personen- oder Sachschaden führt.
Splitter (Munition) E: fragments F: éclats; fragments	Stücke der Munition, die bei einer Detonation fortgeschleudert werden und dafür vorgesehen sind, Wirkung zu erzielen.
Sprengen E: demolition F: destruction (par explosif)	Gewaltsames, plötzliches Aufreißen oder Zerteilen von Gegenständen durch das Arbeitsvermögen eines sich umsetzenden chemischen Stoffes.
Submunition E: submunitions F: sous-munitions Anm.:	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.
Trainingsmunition E: Training ammunition F: munitions d'entraînement Anm.:	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 (s. Exerziermunition) bestimmt.

Transport von Munition E: Transportation of ammunition F: transport de munitions Anm.:	Außer- und/oder innerbetriebliche Ortsveränderung von Munition mit Transportmitteln. 1. Das Mitführen von Munition ist eingeschlossen. 2. Man unterscheidet nach der Transportart: → Straßentransport, → Eisenbahntransport, → Lufttransport, → Seetransport, → Binnenschifftransport.
Transportsicherheit von Munition E: transport safety of ammunition F: sécurité de transport de munitions 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.
Übungsmunition E: practice ammunition, target ammunition, target pract F: munitions d'exercice Anm.:	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. 1. Übungsmunition enthält in der Regel gefährliche Stoffe und entspricht häufig in Aufbau, Form und Größe der Gefechtsmunition. 2. Einsatzgerechtes Platzieren ist das Treffen von Zielen (häufig auf kürzere Entfernungen), Verlegen im Zielgebiet oder Anbringen am Zielobjekt. 3. Die für das Verlegen im Zielgebiet oder Anbringen am Zielobjekt bestimmte Übungsmunition enthält grundsätzlich eine Beobachtungsladung oder wird vor dem Einsatz damit ausgestattet. 4. Die Verwendung von waffengebundener Übungsmunition kann die Umrüstung der Waffe erforderlich machen.

Umgang mit Munition E: ammunition handling F: manipulation de munitions Anm.:	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. 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. 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.
Unbrauchbare Munition E: unserviceable ammunition F: munitions non opérationnel les; munitions inopérantes	Nicht verwendungsfähige Munition.
Ungefährlichmachen von Munition E: rendering safe; saving of ammunition F: neutralisation; mise hors d'état de fonctionner	Wiederherstellen der Handhabungs- und Transportsicherheit.
Vernichten von Munition E: destruction of ammunition F: destruction de munition	Beseitigung von munitionsspezifischen Gefahren durch Zerstören der Munition.

Versager E: misfire; dud F: raté de tir Anm.:	Munition, bei deren Verwendung ein oder mehrere Funktionselemente nach konstruktionsgemäßer Funktionseinleitung ausgefallen sind, ausgenommen Blindgänger. Versager sind: → Patronen, Raketen und Lenkflugkörper, deren Antriebsmittel oder hierfür bestimmte Anzündmittel versagt haben, → Sprengladungen, Zerstörladungen, Simulatoren und Minen, deren Anzündmittel, Zündmittel oder Wirkladung versagt hat.
Verträglichkeitsgruppe E: compatibility group F: groupe de compatibilité Anm.:	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. 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. 2. Die Zuordnung zu einer Verträglichkeitsgruppe erfolgt nach international festgelegten Definitionen. 3. Die Verträglichkeitsgruppe wird durch einen Buchstaben gekennzeichnet.
Verwendung von Munition E: use of ammunition F: emploi de munitions; mise en oeuvre de munitions Anm.:	Bestimmungsgemäßer Gebrauch oder Verbrauch von Munition. Zur Verwendung von Munition gehören z. B. → Fertigmachen der Munition unmittelbar vor dem Einsatz, → Zusammenfügen von Munition und Waffen / vergleichbarem Gerät, → Laden und Entladen von Waffen / vergleichbarem Gerät, → Wiederherstellen des Ausgangszustandes der Munition bei nicht erfolgtem Einsatz und → vorgeschriebene Tätigkeiten bei unvorhergesehenen Ereignissen im Rahmen der Verwendung (z. B. bei Versagern oder beschädigter Munition).
Verwerten von Munition E: salvage of ammunition F: récupération de munitions	Herausnahme von Munition aus der bestimmungsgemäßen Verwendung (Aussonderung), um sie nutzbringend einer anderen zuzuführen.

Wartezeit (Munition) E: safe waiting period F: période d'attente Anm.:	Zeitraum nach einem unvorhergesehenen Ereignis mit Munition oder nach einem Munitionsausfall, in dem aus Sicherheitsgründen mit dieser Munition nicht umgegangen werden darf. 1. Die Wartezeit beginnt mit dem Bekanntwerden des unvorhergesehenen Ereignisses mit Munition oder des Munitionsausfalls. 2. Einzelheiten wie → Dauer der Wartezeit, → Betreten des Gefahrenbereichs, → Verhalten im Gefahrenbereich, → Umgang mit dem beteiligten Gerät (Waffe, Schleudersitz, Fahrzeug, Fördermittel usw.) werden durch Vorschriften und/oder den verantwortlichen Fachkundigen vor Ort geregelt. 3. Einem Munitionsausfall liegen beispielsweise zugrunde: Versager, Blindgänger, Munitionsausfall beim Prüfen von Munition.
Wurfstücke E: projections F: projections Anm.:	Stücke und Gegenstände, die bei einer Explosion fortgeschleudert werden. Wurfstücke sind z. B. → Splitter, → Sprengstücke (Teile der Munition, ihrer Verpackung oder des Sprengobjekts, ausgenommen Splitter), → Trümmer (z. B. Teile von Gebäuden, Traversen und Einrichtungen), → Munitionsartikel, Packungen.
Zerlegen von Munition E: breakdown of ammunition F: démontage de munitions	Herauslösen von Munitionskomponenten aus dem konstruktionsbedingten Verbund.
Zustandsbeurteilung von Munition E: state evaluation of ammunition; ammunition condition assessment F: expertise de l'état des munitions	Bewerten des Ist-Zustandes der Munition einschließlich Feststellen der Handhabungs- und Transportsicherheit.

Zwischenlagerung von Munition E: in-process storage of ammunition F: stockage intermédiaire de munitions; stockage provisoire de munitions Anm.:	Vorübergehendes Ablegen von Munition bis zu ihrer endgültigen Entsorgung. Zwischengelagert werden z. B. → Blindgänger, → Versager, → Beutemunition, → Fundmunition.

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**[4] 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

4 Offizier mit Fachkunde Munition und abgeschlossener Ausbildung Schießsicherheit gemäß den Zentralrichtlinien
1) A2-2080/0-0-210 „Allgemeine Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Munition“
2) A2-2080/0-0-500 „Berechtigungen Fachkunde Munition der Bundeswehr“

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.

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 Nutzungsauflagen 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 Nutzungsauflagen 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 (Kampfmitteln) 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.[5]

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 Nutzungsauflagen)**, ist im Allgemeinen eine visuelle Entsorgung von Munition ausreichend. Für Flächen des Munitionsbelastungsgrades B, die für eine besondere Nutzung **(mit Nutzungsauflagen)** 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.

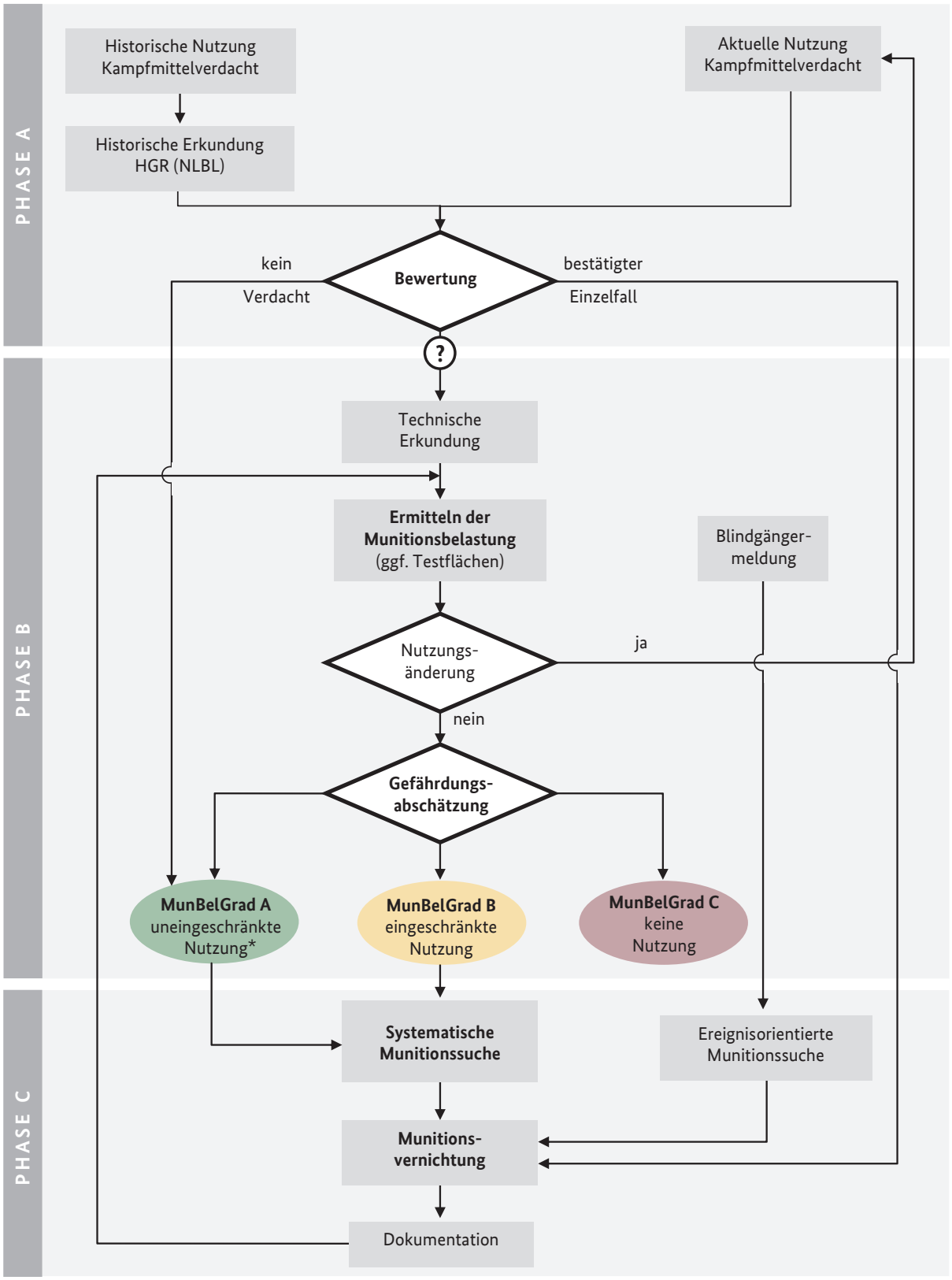
Munitionsschrott wird mit Unterstützung der Bundeswehrdienstleistungszentren (Servicecenter) gesammelt, sortiert, gesichtet und der Verwertung zugeführt.

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.

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 KdoTerrAufgBw Abt MunTSichh/SchSichh 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.

5 Abweichungen sind bei KdoTerrAufgBw Abt MunTSichh/SchSichh zu beantragen.



* Uneingeschränkte Nutzung bedeutet nicht kampfmittelfrei

Abb. A-1.2-1 Ablaufschema Bundeswehr: Entsorgung von Munition auf Übungsplätzen

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, Befördern/Verbringen, 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 Kampfmittelräumdienste, 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 Verwaltungsvorschrift über die Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes des Innenministeriums Baden-Württemberg vom 21.12.2006 (Az.: 3-1115.8/227). Hiernach zählen 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

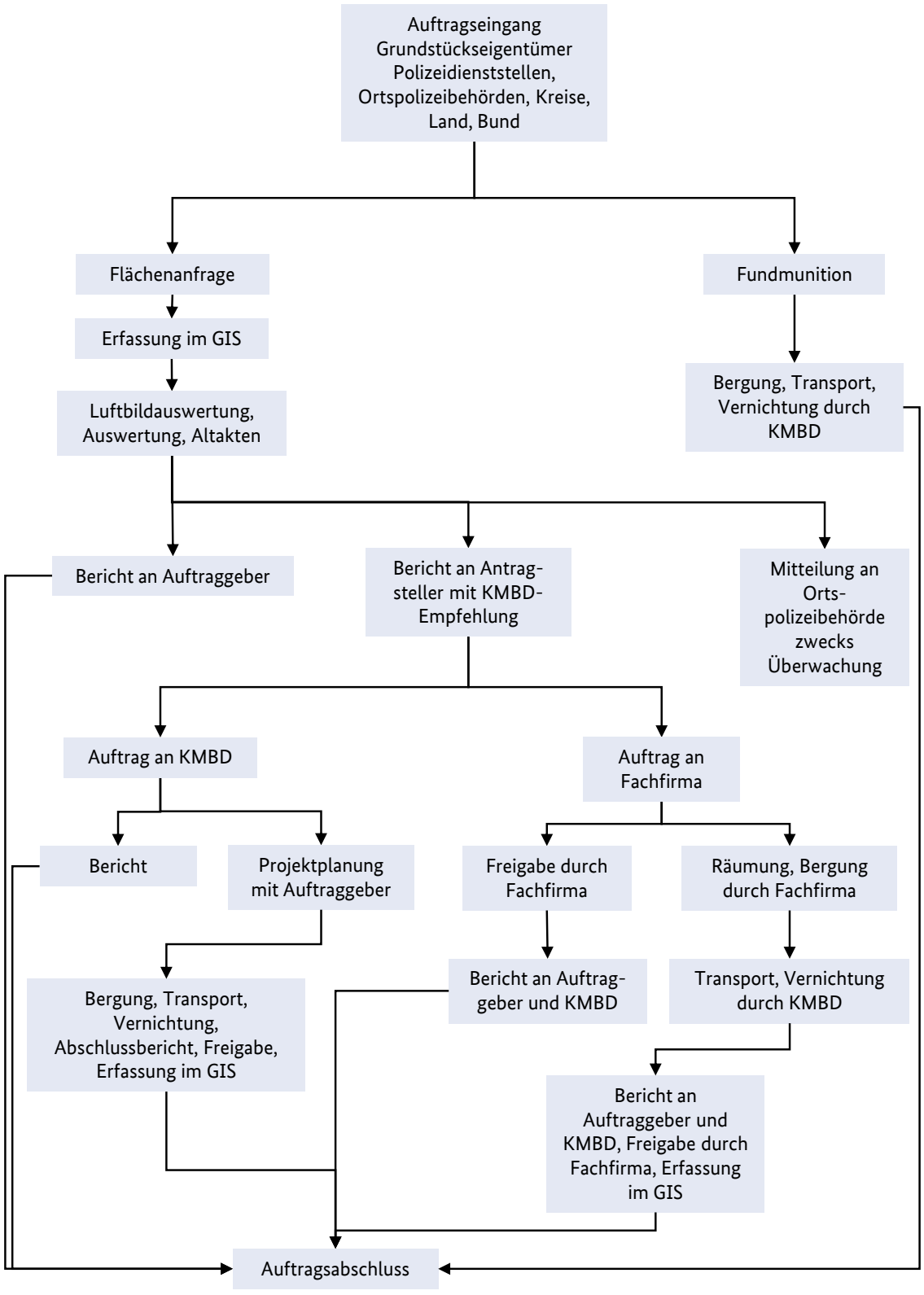
Kampfmittelbeseitigungsdienst
Baden-Württemberg
Pfaffenwaldring 1
70569 Stuttgart

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 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



Grundlage: Regierungspräsidium Stuttgart
Kampfmittelbeseitigungsdienst Baden-Württemberg

Stand: 04.12.2012

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

A-1.3.2 Bayern

Die Abwehr von Gefahren für die öffentliche Sicherheit durch Kampfmittel bestimmt sich in Bayern nach den allgemeinen Regeln des Sicherheits- und Polizeirechts. Es handelt sich in der Regel um örtliche Gefahren, für die die Gemeinden als örtliche Sicherheitsbehörden zuständig sind. Soweit ein Handeln der Sicherheitsbehörden nicht rechtzeitig möglich ist, ergreift die Polizei die erforderlichen Maßnahmen.

Die Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern „Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel“ vom 15.04.2010 enthält hierzu einschlägige Hinweise, Informationen und Verhaltensregeln.

Kampfmittelfunde werden stets als unmittelbar zu beseitigende Gefahr angesehen, bei der die Polizei zu verständigen ist. Diese ergreift die erforderlichen Maßnahmen. Bei sog. „alten“ Kampfmitteln wird den für die Gefahrenabwehr zuständigen Stellen der vom Staatsministerium des Innern vorgehaltene Kampfmittelbeseitigungsdienst als tatsächliche freiwillige Leistung kostenfrei zur Verfügung gestellt. Bei „neuen“ Kampfmitteln wird das Bayerische Landeskriminalamt tätig.

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst hat keine eigene sicherheitsrechtliche Zuständigkeit und keine hoheitlichen Rechte. Aufgabe und Ausstattung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes sind auf die zur Abwehr konkreter Gefahren unmittelbar erforderlichen kampfmittelbezogenen Maßnahmen beschränkt (identifizieren, ggf. unschädlich machen, abtransportieren und vernichten).

Regelmäßig nicht zu den Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes gehört es, einem Kampfmittelverdacht nachzugehen oder die Kampfmittelbelastung bzw. -freiheit von Grundstücken zu beurteilen oder zu bescheinigen.
Für die Beseitigung konkreter Gefahren, die von Kampfmitteln auf ihren Grundstücken ausgehen, sind grundsätzlich die Grundstückseigentümer als Zustandsstörer verantwortlich. Sie haben ggf. auch vorsorgliche Maßnahmen zu ergreifen und Fachfirmen zu beauftragen, etwa im Zusammenhang mit möglichen Gefährdungen bei Bodeneingriffen. Bei Baumaßnahmen sind die Bauherren und die bauausführenden Firmen entsprechend gefordert. Für die Entsorgung der von Fachfirmen geborgenen Kampfmittel durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst werden keine Kosten erhoben.

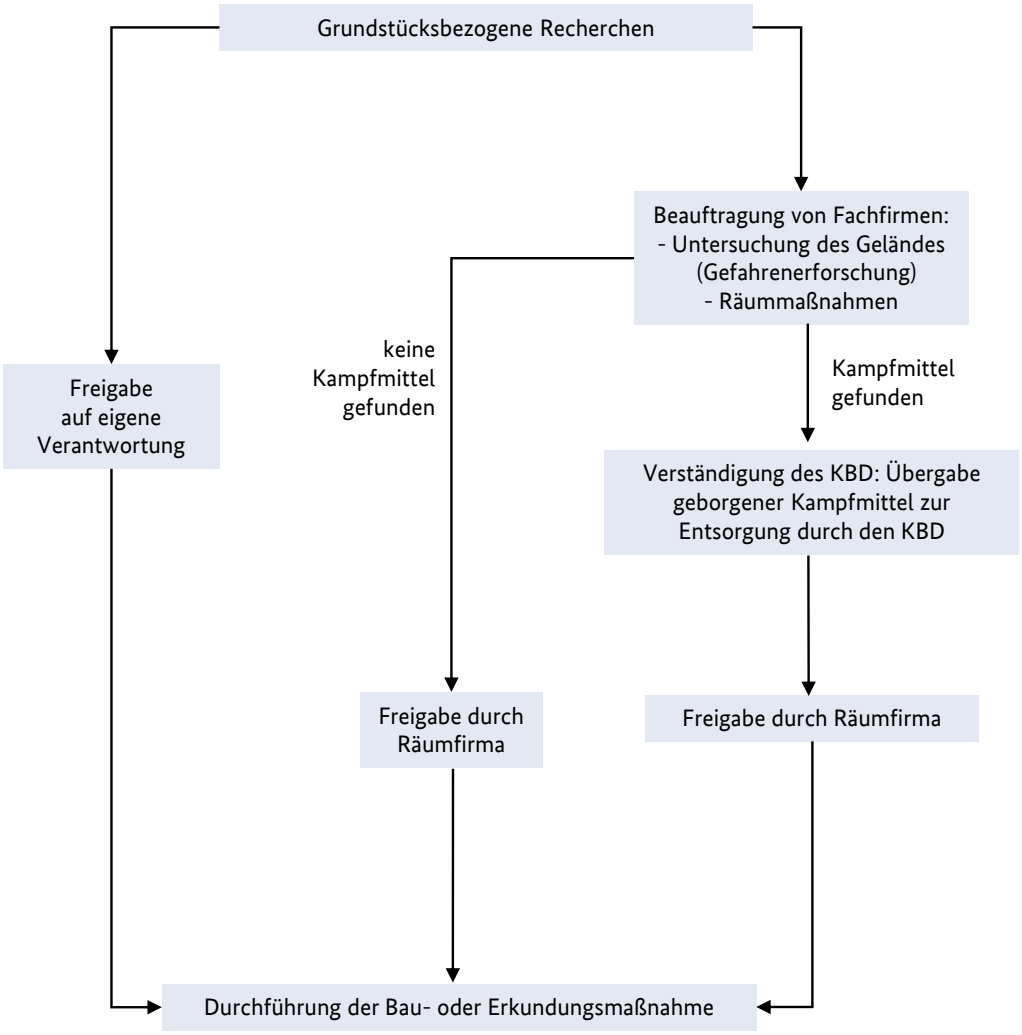
Soweit die Gegebenheiten ein Einschreiten der Sicherheits- bzw. Bauaufsichtsbehörden erfordern, können diese die Verantwortlichen als Zustands- bzw. Handlungsstörer entsprechend verpflichten. Mit den Aufgaben des Kampfmittelbeseitigungsdienstes, die von den beiden Sprengkommandos München und Nürnberg als operative Einheiten wahrgenommen werden, hat das Bayer. Staatsministerium des Innern eine entsprechend beauftragte Vertragsfirma betraut.

Beim Freistaat Bayern für die Organisation der Kampfmittelbeseitigung und den Kampfmittelbeseitigungsdienst zuständige Stelle:

Bayerisches Staatsministerium des Innern
Sachgebiet I D 4
80524 München

Über folgende Internetseite sind auch die genannte Bekanntmachung „Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel“ verfügbar sowie Adressenlisten mit Fachfirmen in der Kampfmittelbeseitigung und in der Luftbildauswertung:

www.stmi.bayern.de/sicherheit/innere/sicherleben/detail/09064



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001 Stand: 04.12.2012
Gepr. durch: Bayerisches Staatsministerium des Innern
Kampfmittelbeseitigungsdienst
Sachgebiet ID 4

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

A-1.3.3 Berlin

Im Land Berlin ist die Zuständigkeit für Kampfmittel zwischen der Senatsverwaltung für Verkehr, Umwelt und Klimaschutz (SenUVK) und dem Polizeipräsidenten aufgeteilt. Die SenUVK ist gemäß Nummer 11, Buchstabe o des Zuständigkeitskataloges (ZustKat Ord) für die Ordnungsaufgaben im Zusammenhang mit der Ermittlung und Bergung nicht-chemischer Kampfmittel zuständig. Dem Polizeipräsidenten obliegt gemäß Nummer 23 Abs. 4 des Zuständigkeitskataloges die Ermittlung und Bergung chemischer Kampfmittel sowie Beseitigung von chemischen und nicht-chemischen Kampfmitteln.

Seit dem 17. Juli 2018 gilt im Land Berlin die „Verordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel – Kampfmittelverordnung“ (GVBl. S. 495), welche u. a. die Begrifflichkeiten, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten regelt. Zusätzlich verweist die Kampfmittelverordnung auf eine Verwaltungsvorschrift, in welcher Detailinformationen zu Kampfmitteln gegeben werden.

Adresse

Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz

Abteilung V – Tiefbau
Objektmanagement, Fachbereich V OA
Fehrbelliner Platz 1
10707 Berlin

http://www.berlin.de/senuvk/umwelt/kampfmittelbergung/

http://www.berlin.de/senuvk/service/gesetzestexte/de/verkehr.shtml#kampfmittelv

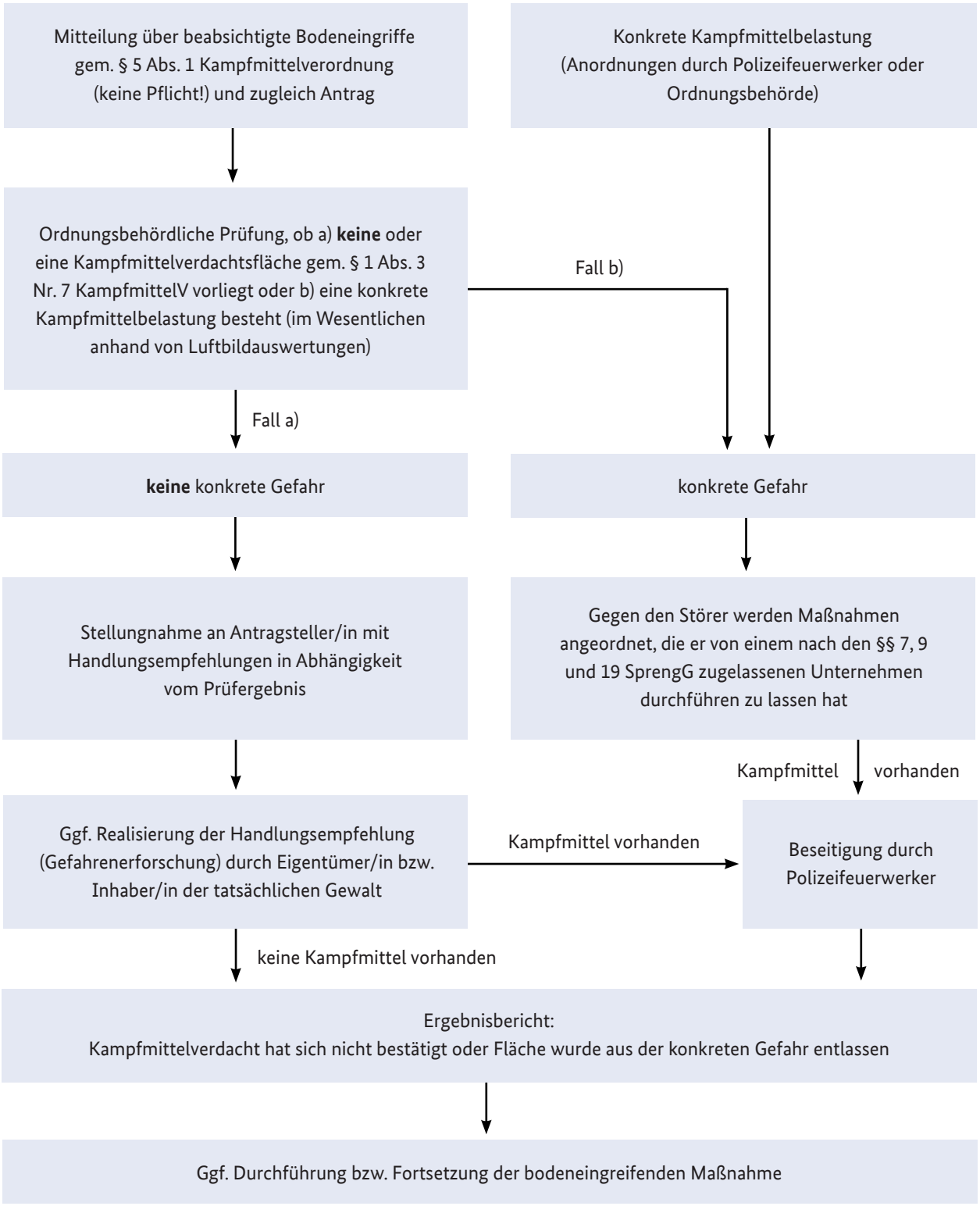


Abb. A-1.3.3-1 Ablaufschema zur Ermittlung und Bergung von Kampfmitteln im Land Berlin bei Beteiligung der Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz (Quelle: Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz, Abteilung V – Tiefbau, Fachbereich V OA; Stand: 09/2018)

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. Befördern/Verbringen, 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.

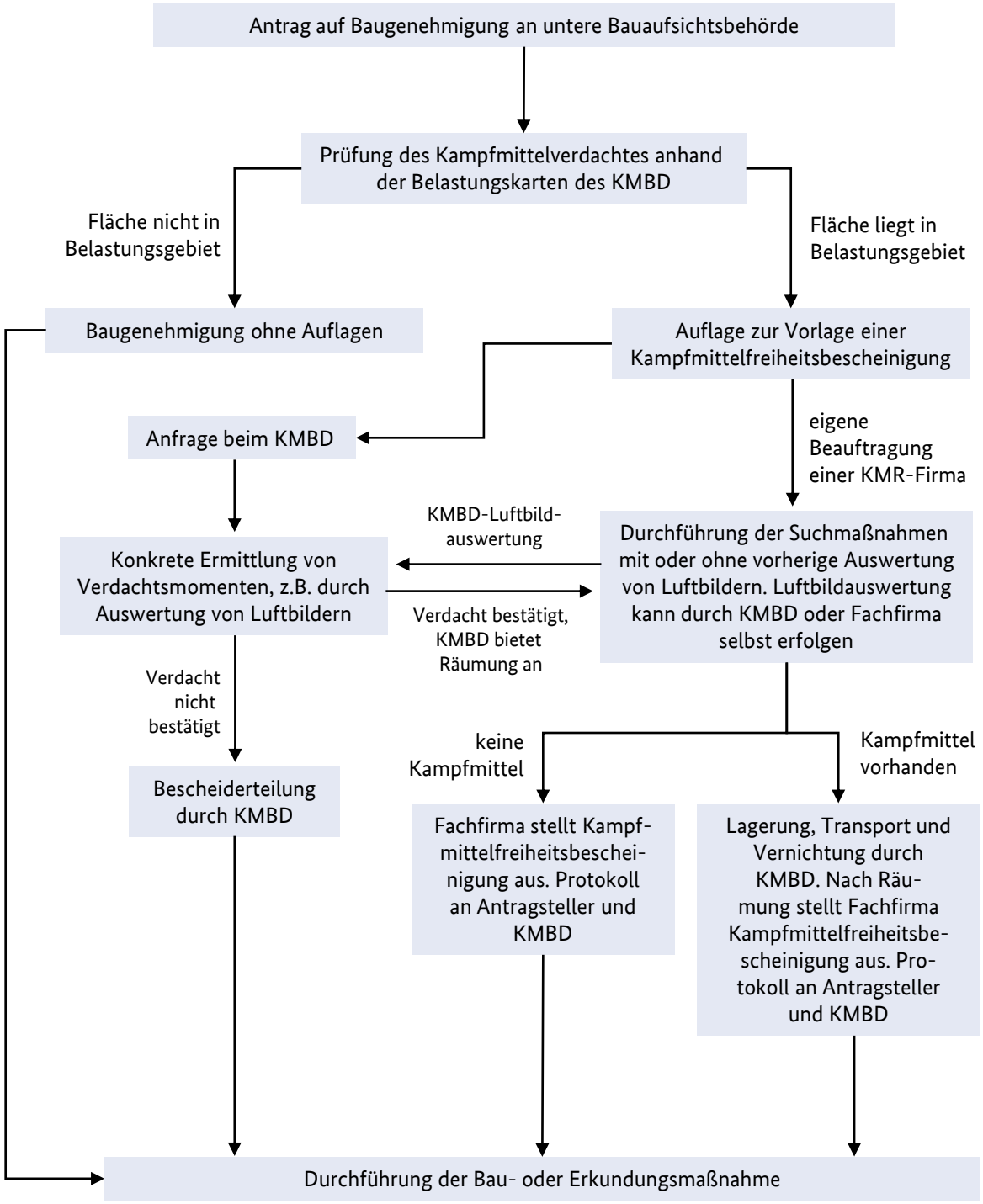
In beiden Fällen werden Gebühren, je nach Aufwand, in Höhe von 50,00 € bis 300,00 € erhoben, es sei denn, die im Gebührengesetz aufgeführten Ausnahmen treffen zu.

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, das Befördern/Verbringen 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.



Stand: 04.12.2012

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 durch Kampfmittel vom 08.07.2008.

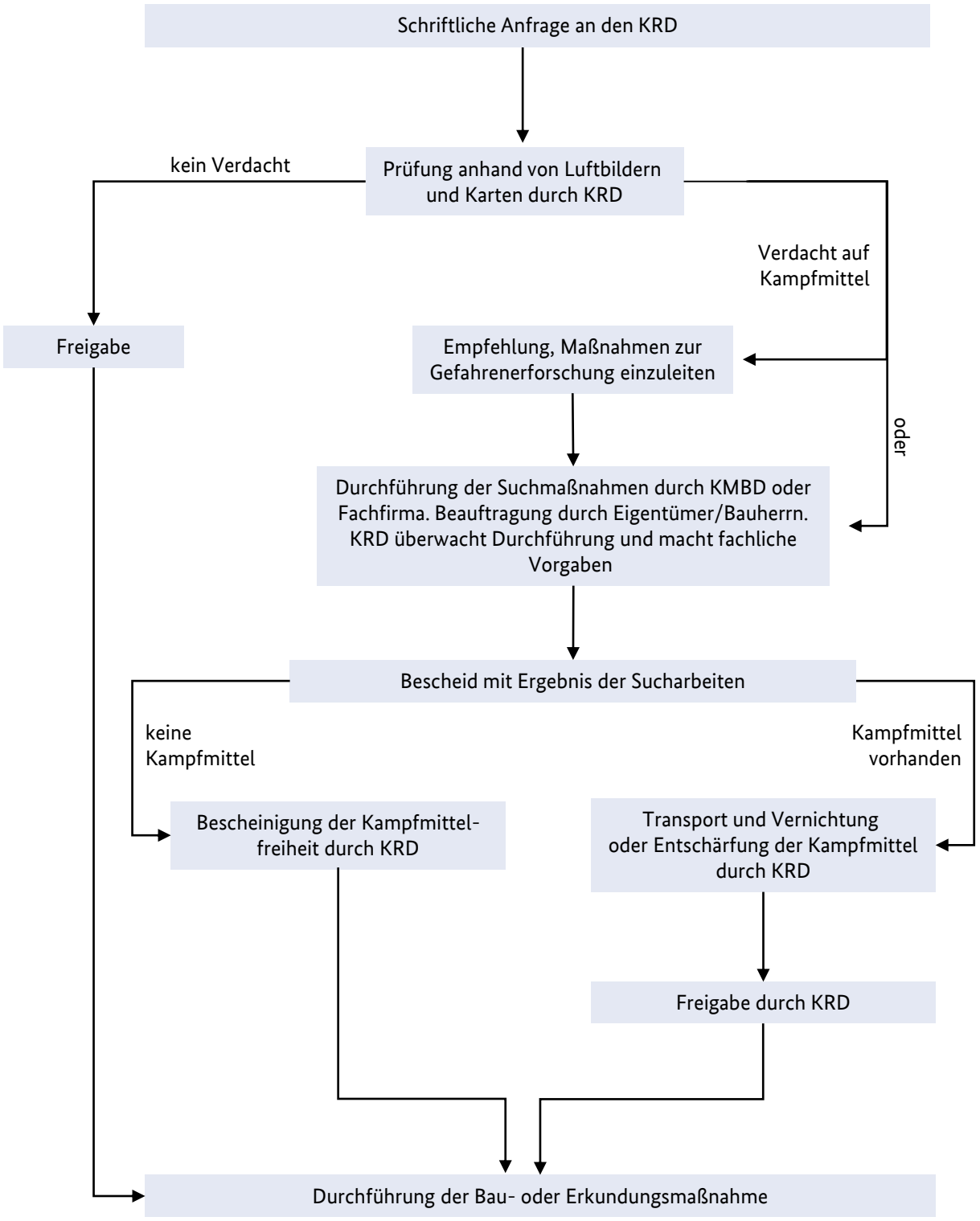
Im Gegensatz zu den meisten anderen Bundesländern ist der Kampfmittelräumdienst in Bremen direkt bei der Polizei angesiedelt und wird daher als Gefahrenabwehrbehörde tätig. Die Adresse lautet:

Polizei Bremen

Kampfmittelräumdienst
Niedersachsendamm
28201 Bremen

Der Kampfmittelräumdienst übernimmt die Luftbildauswertung sowie die Bergung und die Beseitigung von Kampfmitteln. Diese Leistungen werden kostenfrei erbracht.

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.



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001
Gepr. durch: Polizei Bremen
Kampfmittelräumdienst

Stand: 04.12.2012

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 (KMVO) vom 13.12.2005. In der KMVO werden u. a. der Begriff Kampfmittel definiert und Anzeige-, Sicherungs- und Sondierungspflichten sowie Regelungen zu Betretungsverboten festgesetzt.

Mit Wirkung ab 01.10.2014 tritt eine geänderte KMVO in Kraft. Details sind noch nicht veröffentlicht. Laut der Internetpublikation der Behörde für Inneres und Sport vom 08.07.2014 (**www.hamburg.de/innenbehoerde/nofl/4340872/2014-07-08-bis-pm-blindgaengersondierung**) sind Bauherren wie bisher grundsätzlich verpflichtet, vor Eingriffen in den Baugrund beim Referat F 046 Gefahrenerkundung Kampfmittelverdacht (GEKV) eine Auskunft einzuholen, ob für den betroffenen Baubereich ein konkreter Verdacht auf Kampfmittel besteht. Die Bearbeitung soll zukünftig innerhalb von vier Wochen erfolgen. Details zur Arbeit des Referats F 046 GEKV sind unter **www.hamburg.de/gefahrenerkundung** nachzulesen.

„Nur wenn es sich tatsächlich um eine Kampfmittel-Verdachtsfläche handelt, ist der Grundstückseigentümer verpflichtet, weitere technische Vorsorgemaßnahmen bei den Bauarbeiten vorzunehmen. Erforderlich ist in Zukunft nicht mehr die vollständige Sondierung der gesamten zu bebauenden Fläche, sondern ein effektiver Schutz zur gefahrlosen Errichtung des jeweiligen konkreten Bauvorhabens. Hierzu bietet die Behörde für Inneres und Sport auf Antrag auch eine individuelle Beratung an.“

Details zur Arbeit des Referats F 045 Kampfmittelräumdienst sind unter folgender Internet-Adresse nachzulesen:

www.hamburg.de/kampfmittelraeumdienst

Formulare zu den Dienstleistungen u. a. der beiden o. a. Referate sind auf folgender Internet-Seite eingestellt:

www.hamburg.de/kampfmittelraeumdienst/download

Das in der vorherigen Ausgabe der AH KMR dargestellte „Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in der Freien und Hansestadt Hamburg“ ist überholt und wird vorerst gestrichen. Nach Inkrafttreten der o. a. neuen Verordnung erfolgt eine Komplettüberarbeitung dieses Anhangs 1.3.6 inkl. des Hamburger Ablaufschemas.

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

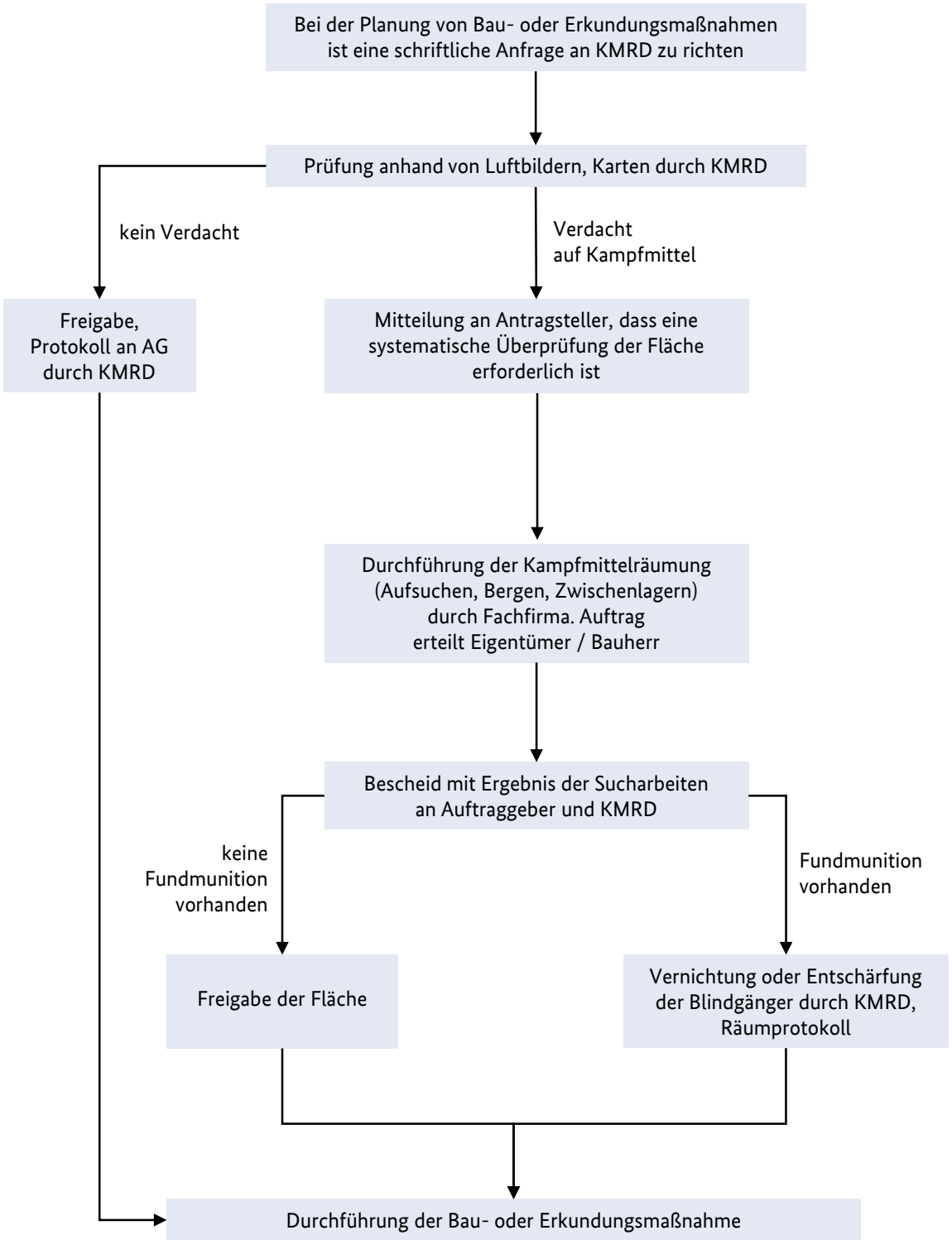
Dezernat I 18
– Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen –
Luisenplatz 2
64278 Darmstadt

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.

Das Befördern/Verbringen 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 das Entschärfen, Befördern/Verbringen und Vernichten 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 Stelle 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.rp-darmstadt.hessen.de** abgerufen werden.



Stand: 04.12.2012

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

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.

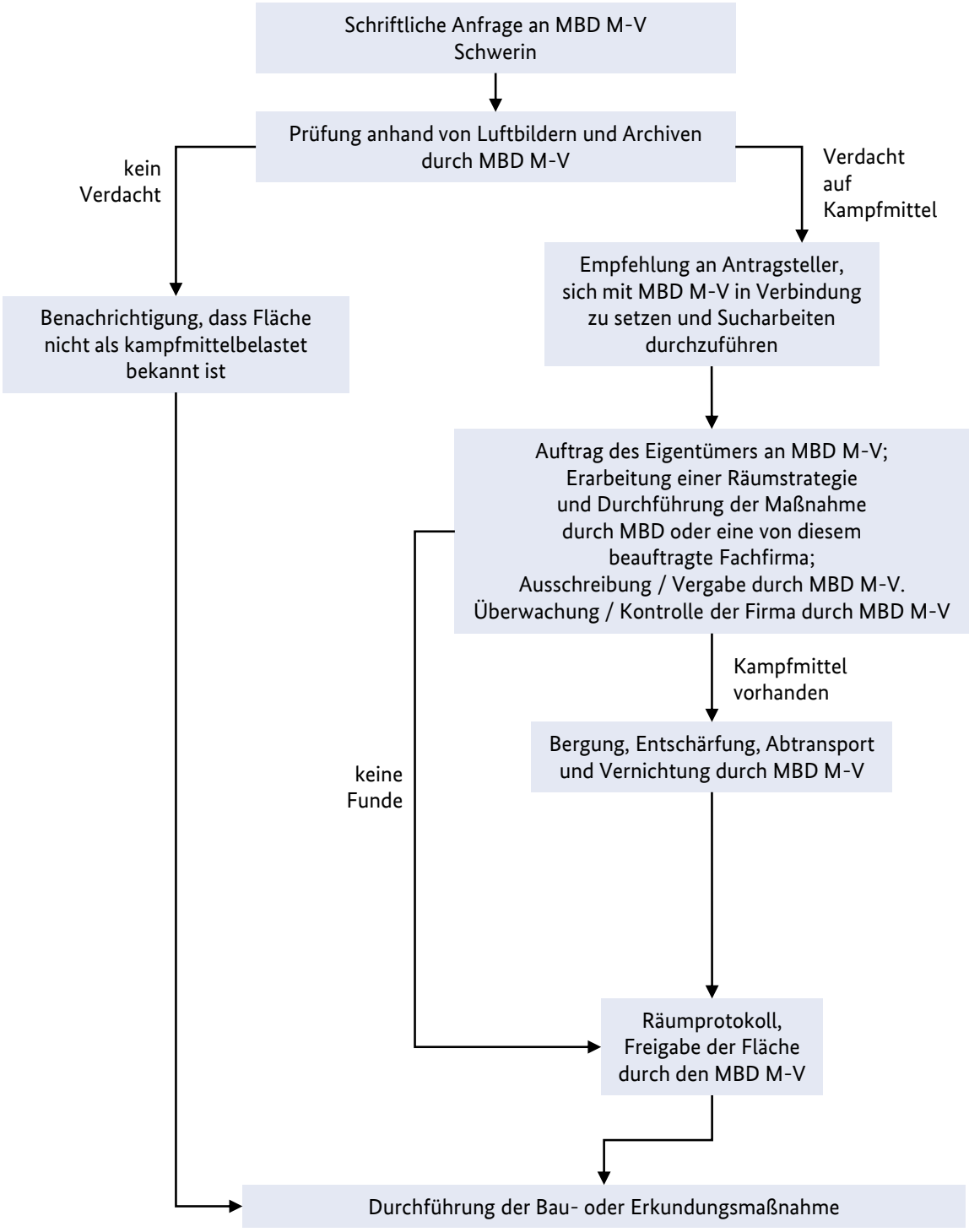
Jeder, der Kampfmittel entdeckt, im Besitz hat oder Kenntnis von Lagerstellen erhält, ist verpflichtet, die örtlich zuständigen Ordnungsbehörden hierüber unverzüglich zu informieren. Nach allgemeinem Haftungsrecht obliegt dem Grundstückseigentümer zusätzlich die Verkehrssicherungspflicht, d. h. er muss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

Nach der Feststellung eines Kampfmittelverdachtes 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, Befördern/Verbringen 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 räumen, 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.



Grundlage: Deutsche Bahn AG, Januar 2001 Stand: 04.12.2012
Gepr. durch: Landesamt f. Brand- u. Katastrophenschutz
Munitionsbergungsdienst Mecklenburg-Vorpommern

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

A-1.3.9 Niedersachsen

Ein Gesetz oder eine Kampfmittelverordnung sind für das Land Niedersachsen nicht erlassen worden. Gem. Runderlass „Kampfmittelbeseitigung“ des Umweltministeriums vom 08.12.1995 ist die Kampfmittelbeseitigung eine Aufgabe der Gefahrenabwehr, für die gem. § 97 Abs. 1 des Niedersächsischen Gesetzes über die öffentliche Sicherheit und Ordnung (Nds. SOG) die Gemeinden in ihrem Gebiet als Gefahrenabwehrbehörden zuständig sind. Zur Unterstützung der Gemeinden hat das Land Niedersachsen beim Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen (LGLN) ein Kampfmittelbeseitigungsdezernat eingerichtet. Dort werden personelle und technische Mittel bereitgehalten, die im Rahmen der Amtshilfe für die zuständigen Gemeinden eingesetzt werden können. Der Kampfmittelbeseitigungsdienst ist selber keine Gefahrenabwehrbehörde. Die Anschrift lautet:

Landesamt für Geoinformation und Landesvermessung Niedersachsen

Regionaldirektion Hannover
Dezernat 6 – Kampfmittelbeseitigungsdienst
Marienstraße 34
30171 Hannover
E-Mail: kbd-einsatz@lgln.niedersachsen.de

Nach Ziff. 1 Abs. 3 des Runderlasses sind die Gefahrenabwehrbehörden, d. h. die Gemeinden, für die notwendigen Gefahrenerforschungsmaßnahmen einschließlich Sondierungsmaßnahmen zuständig. Die Sondierung wird im Auftrag und auf Kosten des Grundstückseigentümers oder Bauherren von einer befähigten Fachfirma durchgeführt. Die Kampfmittelräumstellen sind beim KBD anzumelden und werden von dort fachtechnisch überprüft.

Die Bergung von Kampfmitteln und die spezielle Freilegung von Großkampfmitteln werden grundsätzlich von gewerblichen Räumfirmen im Auftrag und auf Rechnung der Gemeinden oder des Grundstückseigentümers bzw. Bauherren durchgeführt. Hierbei spricht der Kampfmittelbeseitigungsdienst Empfehlungen über Art und Weise der Freilegung aus. Die Beseitigung erfolgt durch den KBD. Sofern die Vernichtung nicht an Ort und Stelle erfolgt, werden die Kampfmittel zu einem der landeseigenen Munitionszwischenlager nach Munster oder Achternholt befördert, wo die abschließende Sortierung und Verpackung für den Weitertransport in die gewerbliche Vernichtung erfolgt.

Gemäß Runderlass erfolgt die Kampfmittelbeseitigung (Entschärfung, Befördern/Verbringen und Vernichtung bzw. erforderliche Sprengungen vor Ort) aus Billigkeitsgründen grundsätzlich kostenfrei. Eine beim Kampfmittelbeseitigungsdienst beauftragte Luftbildauswertung erfolgt nur gegen Kostenerstattung. Die Vor-Ort-Maßnahmen des Sondierens, Freilegens und Bergens werden von den Kampfmittelräumfirmen auf Kosten des Eigentümers oder Bauherren ausgeführt. 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 stellt der KBD einen Kostenerstattungsantrag an die jeweils zuständige Bundesbehörde.

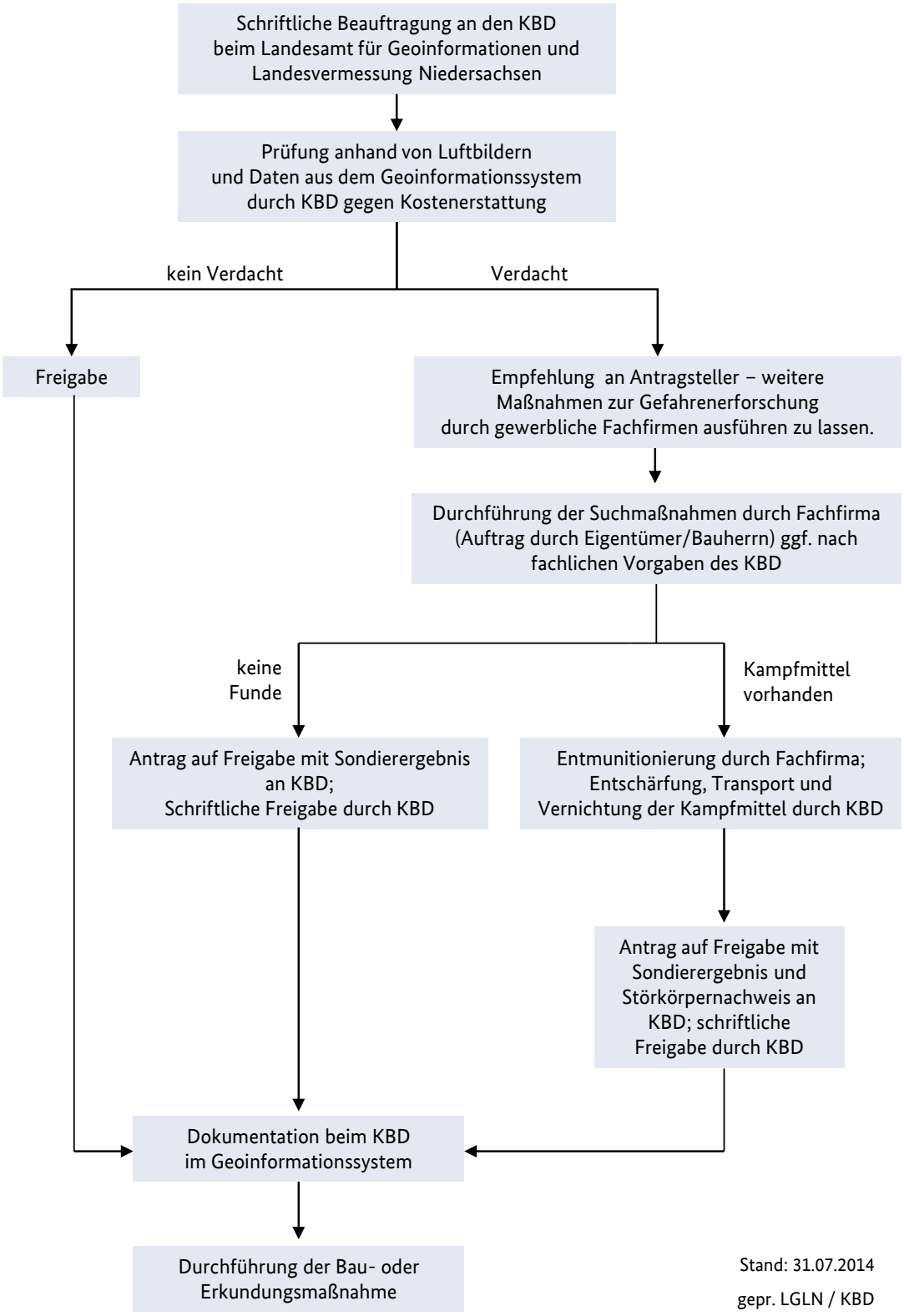


Abb. A-1.3.9-1 Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Niedersachsen

A-1.3.10 Nordrhein-Westfalen

Kampfmittelbeseitigung ist eine Aufgabe der Gefahrenabwehr, die den örtlichen Ordnungsbehörden obliegt[6] [7]. 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: 02931-82-0
Telefax: 02931-82-3898
E-Mail: KBD-WL@bra.nrw.de

Bezirksregierung Düsseldorf
Dez. 22/Kampfmittelbeseitigungsdienst
Postfach 300 865
40408 Düsseldorf
Telefon: 0211-475-9710
Telefax: 0211-475-9040
E-Mail: kbd@brd.nrw.de

Die Aufgabenwahrnehmung ist in der Technischen Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung im Land Nordrhein-Westfalen (TVVKpfMiBesNRW[8]) geregelt.

6 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)

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

8 Technische Verwaltungsvorschrift für die Kampfmittelbeseitigung im Land Nordrhein-Westfalen (TVVKpfMiBes), Runderlass des Innenministeriums vom 03.08.2005-75-54.07.03 (MBI.NRW. 2005 S. 900 und S. 968; https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_text_anzeigen?v_id=10000000000000000617)

Die Hauptaufgaben des KBD sind:

- → Räumung von Zufallsfunden,
- → Luftbildauswertung von zu bebauenden Flächen,
- → Überprüfung und gegebenenfalls Räumung von Flächen (Baugrundüberprüfungen) auf Basis vorheriger Recherche,
- → Vernichtung der geräumten Kampfmittel.

Der staatliche Kampfmittelbeseitigungsdienst plant und organisiert die unmittelbaren Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen im Auftrag der örtlichen Ordnungsbehörde, führt sie durch und vergibt ggf. Unteraufträge an private Räumfirmen.

Bei Baumaßnahmen mit Bodeneingriffen entscheidet die örtliche Ordnungsbehörde über die Einschaltung des KBD. Grundstückseigentümer oder beauftragte Unternehmen wenden sich an die örtliche Ordnungsbehörde oder die zuständige Bauaufsichtsbehörde entsprechend der Richtlinie für die Zusammenarbeit zwischen den Bauaufsichtsbehörden und dem Kampfmittelbeseitigungsdienst[9]. Über diese werden weitere Schritte, falls notwendig, veranlasst.

Die Kosten der Kampfmittelbeseitigung sind im so genannten Kostentragungserlass[10] geregelt. Auch sind dort differenzierte Regelungen für bundeseigene und nicht-bundeseigene Liegenschaften, insbesondere auch für ehemals bundeseigene Liegenschaften getroffen.

9 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; https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=7&vd_id=7910&menu=1&sg=0&keyword=Kampfmittelbeseitigungsdienst

10 Kampfmittelbeseitigung – Erstattung der anfallenden Kosten; RdErl. d. Innenministeriums – 75-54.01 – vom 09.11.2007; https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=7&ugl_nr=71111&bes_id=11171&menu=1&sg=0&aufgehoben=N&keyword=Kampfmittelbeseitigung

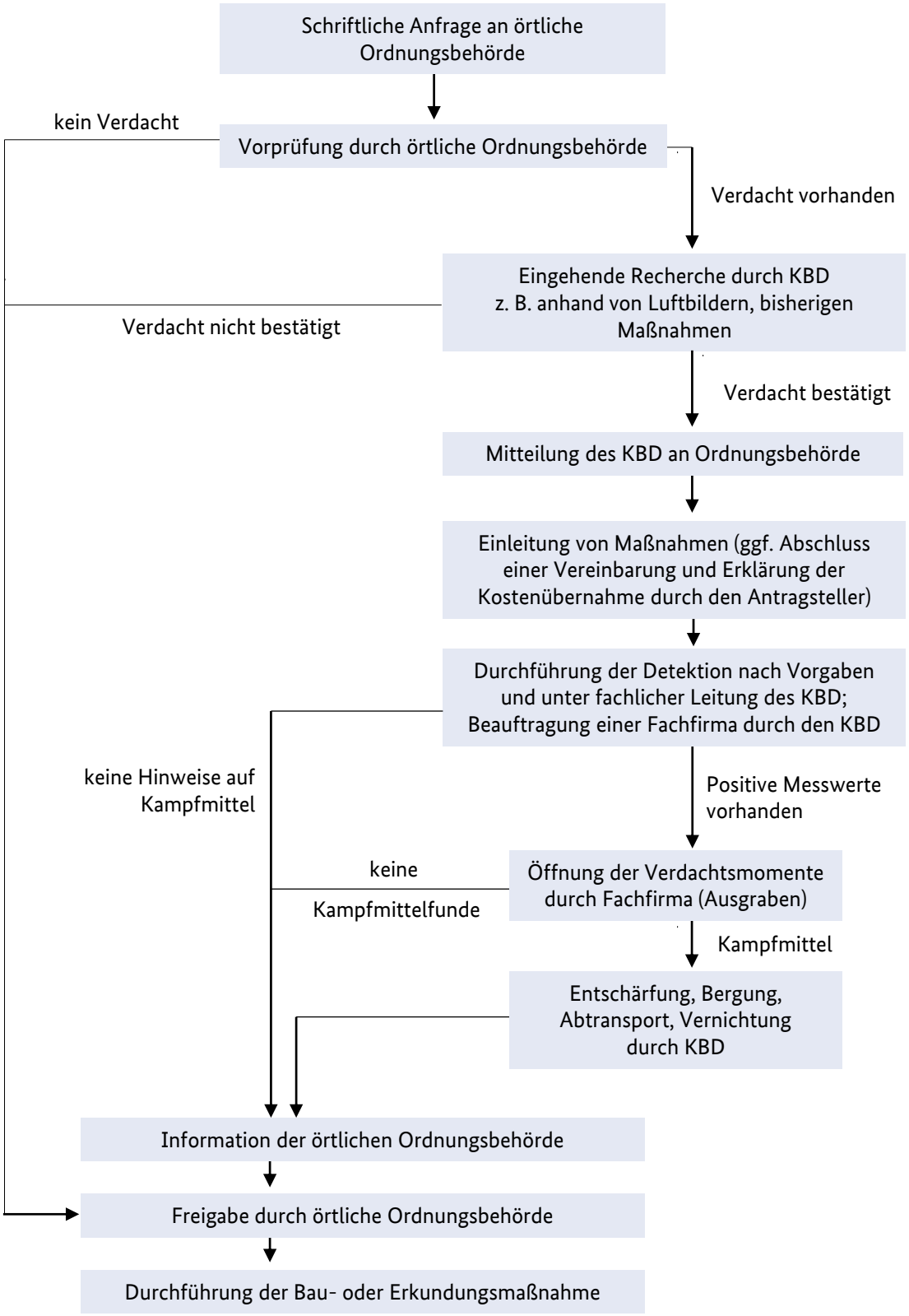


Abb. A-1.3.10-1 Ablaufschema der Kampfmittelbeseitigung in Nordrhein-Westfalen

A-1.3.11 Rheinland-Pfalz

Die Beseitigung der Kampfmittel/Fundmunition beider Weltkriege ist eine Aufgabe der Gefahrenabwehr im Rahmen des Polizei- und Ordnungsbehördengesetzes Rheinland-Pfalz (POG). Hiernach sind grundsätzlich die örtlichen Ordnungsbehörden, d. h. die Gemeindeverwaltungen der verbandsfreien Gemeinden, die Verbandsgemeindeverwaltungen sowie die Stadtverwaltungen der kreisfreien und großen kreisangehörigen Städte, zuständig. Bei Gefahr im Verzug liegt die Zuständigkeit bei der Polizei.

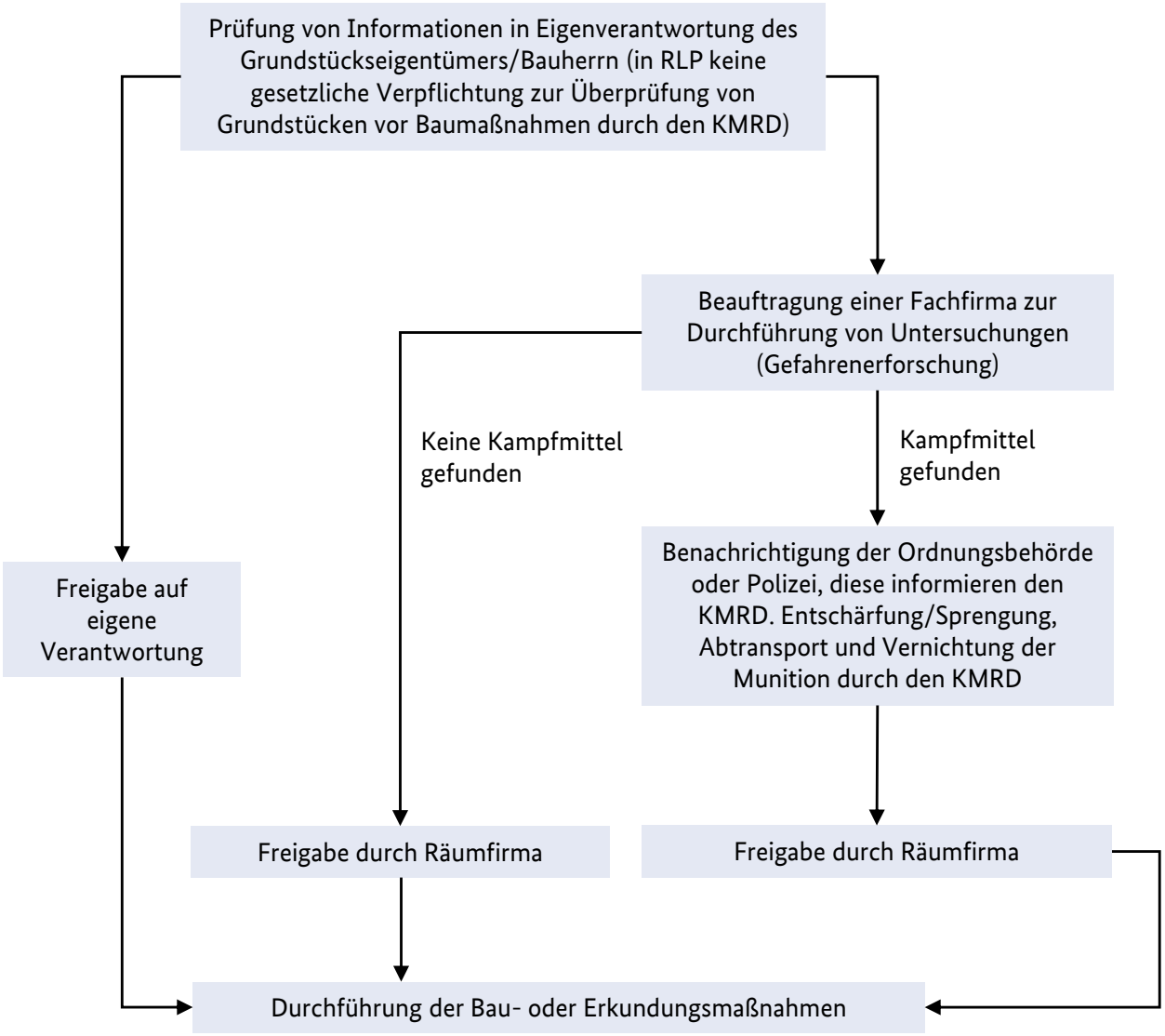
Die zuständigen Behörden werden bei erforderlichen Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren durch „alte“ Kampfmittel durch den vom Land Rheinland-Pfalz vorgehaltenen Kampfmittelräumdienst unterstützt. Der Schutz der Bevölkerung vor Gefahren, die von Kampfmitteln ausgehen, hat in Rheinland-Pfalz eine hohe Priorität. Daher werden die Kosten des Kampfmittelräumdienstes vom Land Rheinland-Pfalz getragen. Dessen Leistungen sind für die betroffenen Grundstückseigentümer kostenfrei.

Organisatorisch gehört der Kampfmittelräumdienst zum Referat 23 Ordnungswesen, Hoheitsangelegenheiten, Lohnstelle ausländische Streitkräfte. Er besteht aus einer Leit- und Koordinierungsstelle in Koblenz, die von dem technischen Leiter geführt wird sowie zwei Räumgruppen in Koblenz und in Worms.

Die Zuständigkeit des Kampfmittelräumdienstes ist auf die zur Abwehr konkreter Gefahren unmittelbar erforderlichen Maßnahmen beschränkt. Aufgefundene Kampfmittel werden vom Kampfmittelräumdienst identifiziert, ggf. entschärft, abtransportiert und vernichtet.

Erfolgen Anfragen ohne konkreten Gefahrenhintergrund bzw. gibt es keine tatsächlichen Hinweise auf Kampfmittel (u. a. durch verbindliche Zeugenaussagen, historische Aufzeichnungen) kann der Kampfmittelräumdienst mangels gefahrenrechtlicher Anknüpfungspunkte nach Polizei- und Ordnungsbehördengesetz (POG) nicht weiter tätig werden. Für diese Fälle wird auf die Möglichkeit der Beauftragung einer Überprüfung durch geeignete private Fachunternehmen (kostenpflichtig) verwiesen.

Mangels konkretem Gefahrenverdacht gehört es auch nicht zu den Aufgaben des Kampfmittelräumdienstes, die Kampfmittelbelastung bzw. -freiheit von Grundstücken im Vorfeld von Baumaßnahmen zu beurteilen oder zu bescheinigen. Für grundstücksbezogene historische Recherchen und Bewertungen wird auf die Möglichkeit der Beauftragung eines privaten Fachunternehmens mit der Luftbildauswertung (kostenpflichtig) verwiesen.



Gepr. durch: KMRD Rheinland-Pfalz Stand: 08.12.2014

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 Erlass „Erkennen und Abwehr der durch Kriegsmunition des Ersten und Zweiten Weltkrieges drohenden Gefahren“ 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 gemäß § 80 Abs. 2 SPolG (sachliche Zuständigkeit), 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:

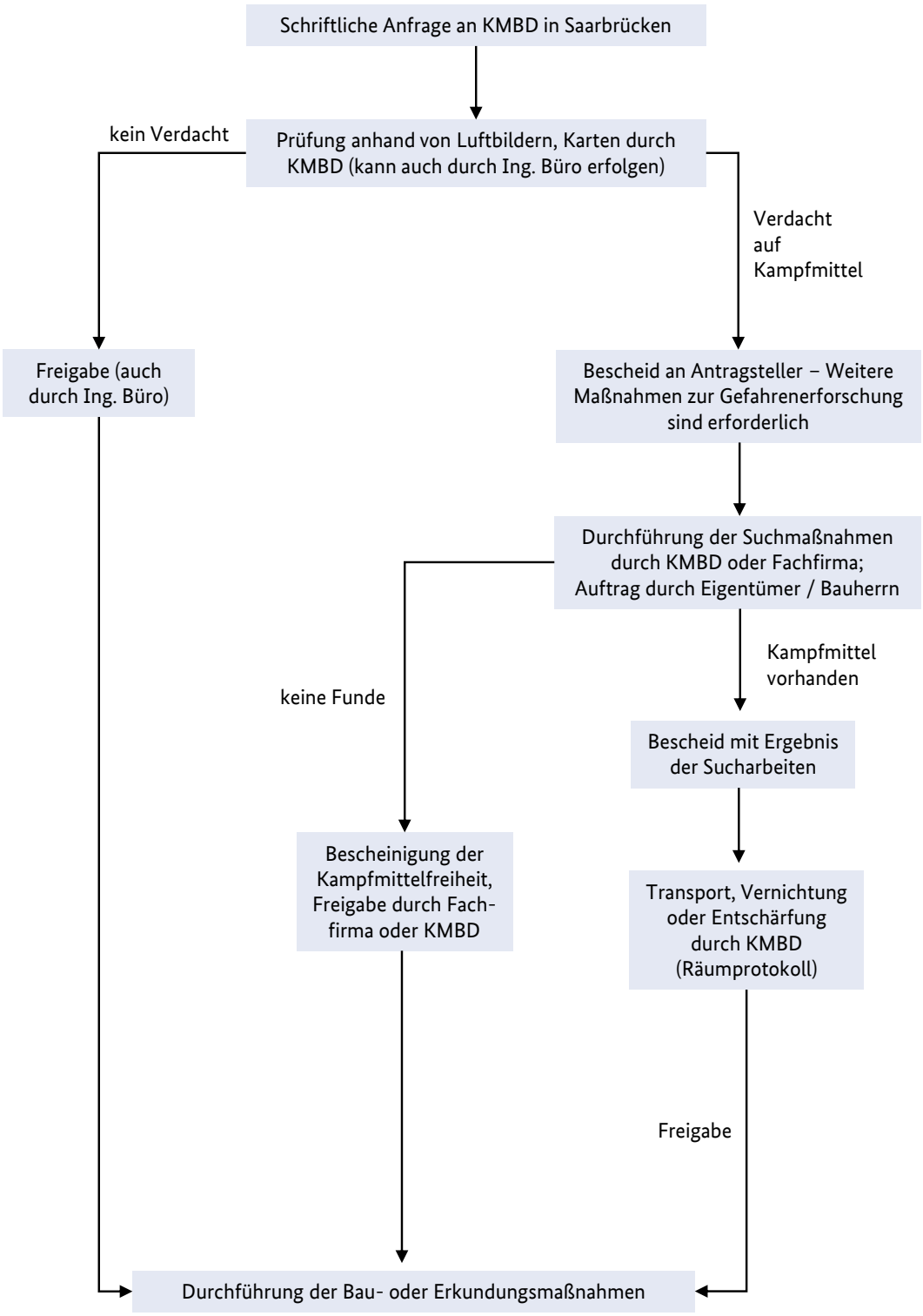
Landespolizeipräsidium
Direktion LPP 1
LPP 124 – Kampfmittelbeseitigungsdienst
Mainzer Straße 134-136
66121 Saarbrücken

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 (Luftbildauswertung). Diese Beurteilung fließt (in der Regel) in die Bebauungspläne ein. Diese Hinweise enthalten im Falle der Feststellung einer Munitionsgefährdung die Empfehlung, vor Beginn von Erdarbeiten das Gelände durch eine Fachfirma überprüfen zu lassen und eventuelle Verdachtspunkte freilegen zu lassen. 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.

Nach Freilegen eines Kampfmittels wird der Kampfmittelbeseitigungsdienst auf Anforderung der Ortspolizeibehörde oder einer Privatperson tätig und führt dann die Bergung, Entschärfung, das Befördern/Verbringen, die Zwischenlagerung und die Vernichtung von freigelegter oder freigewordener Kriegsmunition durch.

Soweit der Kampfmittelbeseitigungsdienst zur Gefahrenabwehr tätig wird, 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.



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

Stand: 03.05.2012

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 (Kampfmittelverordnung) vom 02.03.2009 (SächsGVBl. S. 118);
- → Verwaltungsvorschrift des Sächsischen Staatsministeriums des Innern über die Beseitigung von Kampfmitteln (VwV Kampfmittelbeseitigung) vom 07.03.2000 (SächsABl. S. 836).

Danach obliegt die Kampfmittelbeseitigung als Aufgabe der Gefahrenabwehr den allgemeinen Polizeibehörden. Zu deren Unterstützung unterhält der Freistaat Sachsen bei der Landespolizeidirektion Zentrale Dienste Sachsen (ab 01.01.2013 Polizeiverwaltungsamt) den Kampfmittelbeseitigungsdienst, der auf Ersuchen der allgemeinen Polizeibehörden in Amtshilfe tätig wird.

Die Amtshilfe umfasst:

- → die Räumung und Vernichtung von Kampfmitteln,
- → die Suche nach Kampfmitteln, sofern dies nach Einschätzung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes zur Gefahrenabwehr erforderlich ist,
- → die Sammlung, Systematisierung und Auswertung von Daten über potenziell kampfmittelbelastete Flächen,
- → die Beratung der zuständigen Behörden zu Maßnahmen der Gefahrenerforschung, Gefahrenvorsorge und Gefahrenabwehr.

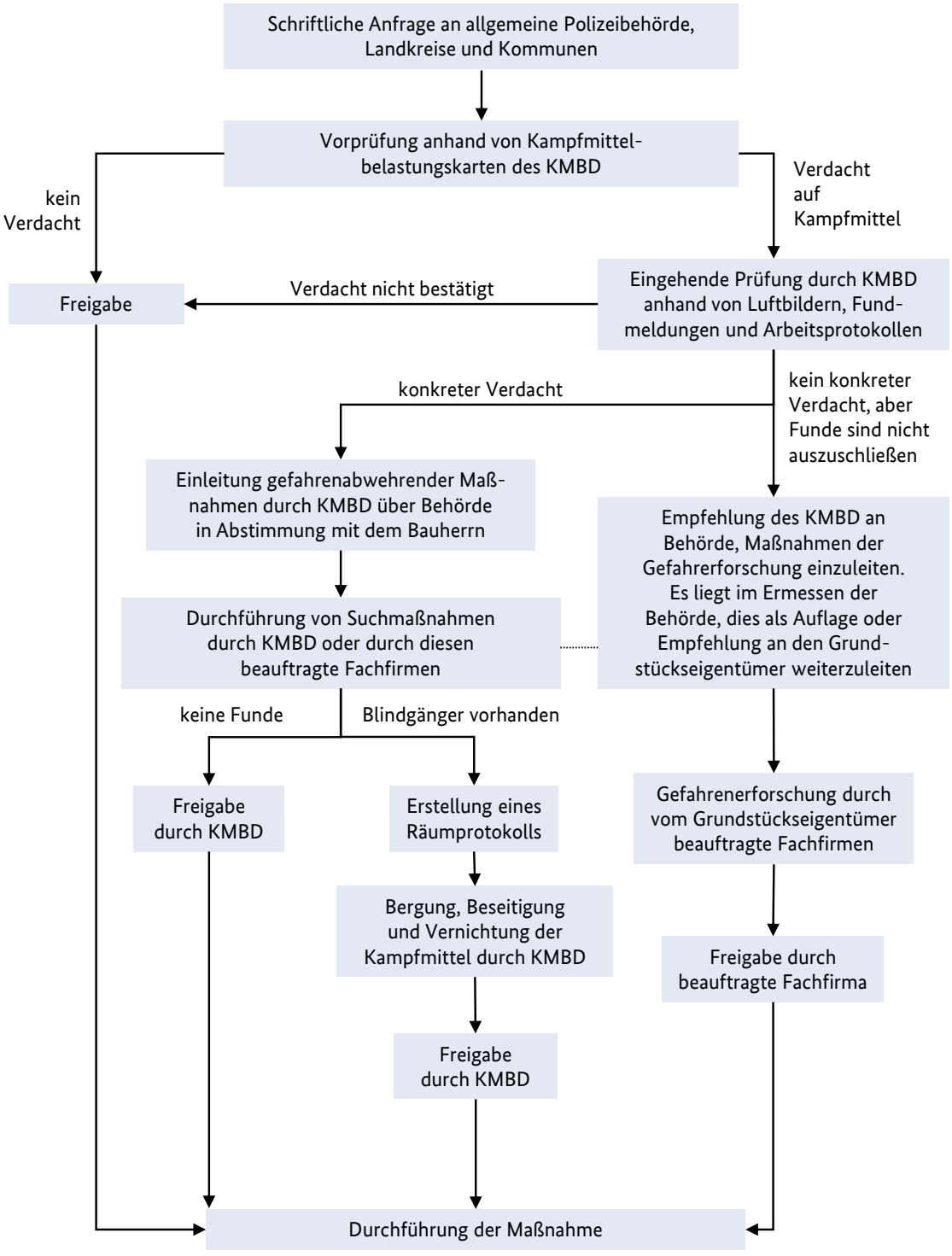
Bei der Suche nach und der Räumung von Kampfmitteln kann der Kampfmittelbeseitigungsdienst Aufträge an gewerbliche Räum- und Bergungsunternehmen vergeben.

Der Kampfmittelbeseitigungsdienst ist unter folgender Adresse erreichbar:

Polizeiverwaltungsamt
Referat 15 – Kampfmittelbeseitigungsdienst
Neuländer Str. 60
01129 Dresden

Sofern der Kampfmittelbeseitigungsdienst zur **Gefahrenabwehr** auf nicht bundeseigenen Grundstücken tätig wird, ist seine Tätigkeit für den Grundstückseigentümer kostenfrei (mit Ausnahme von Grundstücken aus dem Besitz des Freistaates Sachsen oder des Bundes, bei deren Veräußerung der Freistaat Sachsen oder der Bund den Haftungsausschluss für militärische Altlasten erklärt haben).

Für die **Gefahrenforschung** bzw. die **Gefahrenvorbeugung** sind die Grundstückseigentümer bzw. Bauherren zuständig. Sofern der Kampfmittelbeseitigungsdienst hier tätig wird (Beurteilung von Flächen anhand gesammelter Daten, Auswertung von Luftbildern), erhebt er Entgelte auf der Grundlage einer internen Regelung, basierend auf dem Sächsischen Verwaltungskostengesetz und der Verwaltungsvorschrift Kostenfestsetzung des Sächsischen Staatsministeriums der Finanzen. Für gefahrenabwehrende Einsätze auf Bundesliegenschaften erhebt der Kampfmittelbeseitigungsdienst auf der Grundlage der gleichen internen Regelung Entgelte.



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

Stand: 04.12.2012

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

A-1.3.14 Sachsen-Anhalt

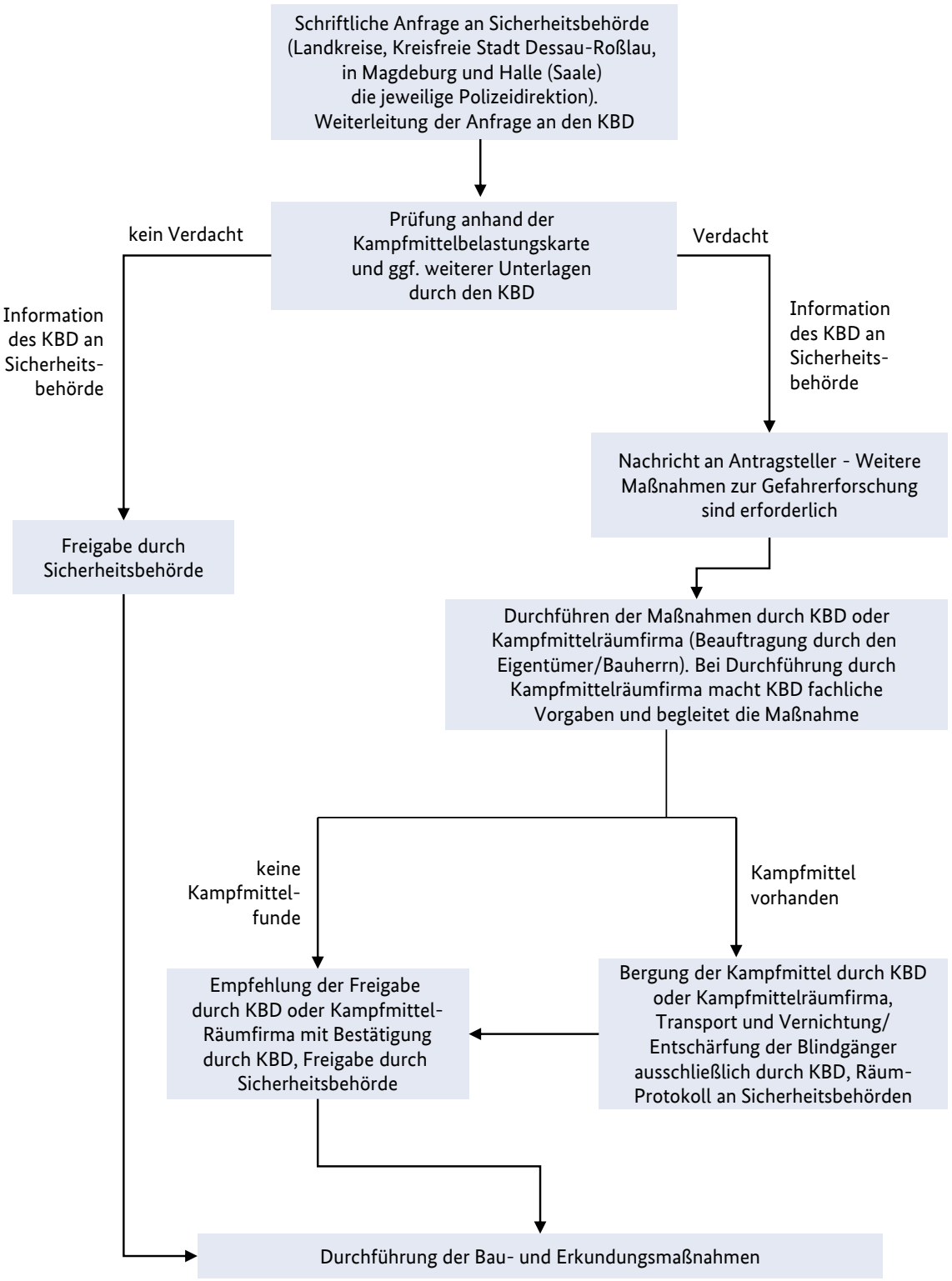
Die Kampfmittelbeseitigung im Land Sachsen-Anhalt erfolgt aufgrund folgender Rechtsvorschriften:

- → **Gesetz über die öffentliche Sicherheit und Ordnung des Landes Sachsen-Anhalt (SOG LSA)** in der Fassung der Bekanntmachung vom 23. September 2003 (GVBl. LSA S. 214), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 18. Mai 2010 (GVBl. LSA S. 340),
- → **Gefahrenabwehrverordnung zur Verhütung von Schäden durch Kampfmittel (KampfM-GAVO)** vom 27. April 2005 (GVBl. LSA S. 240), geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 8. Mai 2007 (GVBl. LSA S. 156, 157).

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

Eine gesetzliche Verpflichtung des Grundstückseigentümers zur Einschaltung des Kampfmittelbeseitigungsdienstes bei Bauvorhaben besteht nicht. Grundsätzlich hat jedoch ein Bauherr vor Beginn der Bauarbeiten das betreffende Grundstück auf Kampfmittelfreiheit überprüfen zu lassen. Dies erfolgt in einem Antragsverfahren bei der zuständigen Sicherheitsbehörde (s. links). Diese bittet den Kampfmittelbeseitigungsdienst ggf. um Auskünfte zur Belastungssituation des Grundstücks und, soweit notwendig, um Amtshilfe für Gefahrenerforschungs- und -beseitigungsmaßnahmen (insbesondere Sondierungen).

Ggf. notwendige Kampfmittelbeseitigungsmaßnahmen werden je nach Einzelfall vom Kampfmittelbeseitigungsdienst oder von einer Kampfmittelräumfirma durchgeführt. Kampfmittelräumfirmen dürfen Umgang mit Kampfmitteln nur haben, wenn der Kampfmittelbeseitigungsdienst vor Beginn von Kampfmittelüberprüfungen bestätigt, dass er keine Bedenken hat. Hierzu hat die Räumfirma über die Sicherheitsbehörde beim Kampfmittelbeseitigungsdienst eine Räumstellenanmeldung zu erstatten. Nach Abschluss der Maßnahme hat die Räumfirma unverzüglich einen entsprechenden Abschlussbericht beim Kampfmittelbeseitigungsdienst vorzulegen. Die Leistungen des Kampfmittelbeseitigungsdienstes sind kostenfrei.



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

Stand: 04.12.2012

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 19.01.2012 ist die Kampfmittelbeseitigung Bestandteil der Gefahrenabwehr und obliegt als besondere Zuständigkeit dem Innenministerium als Landesordnungsbehörde. Dieses hat die Kampfmittelräumung zentral dem Landeskriminalamt in Kiel zugewiesen. Die Adresse lautet:

Innenministerium des Landes Schleswig-Holstein

Landeskriminalamt
Sachgebiet 323 – Kampfmittelräumdienst
Mühlenweg 166
24116 Kiel

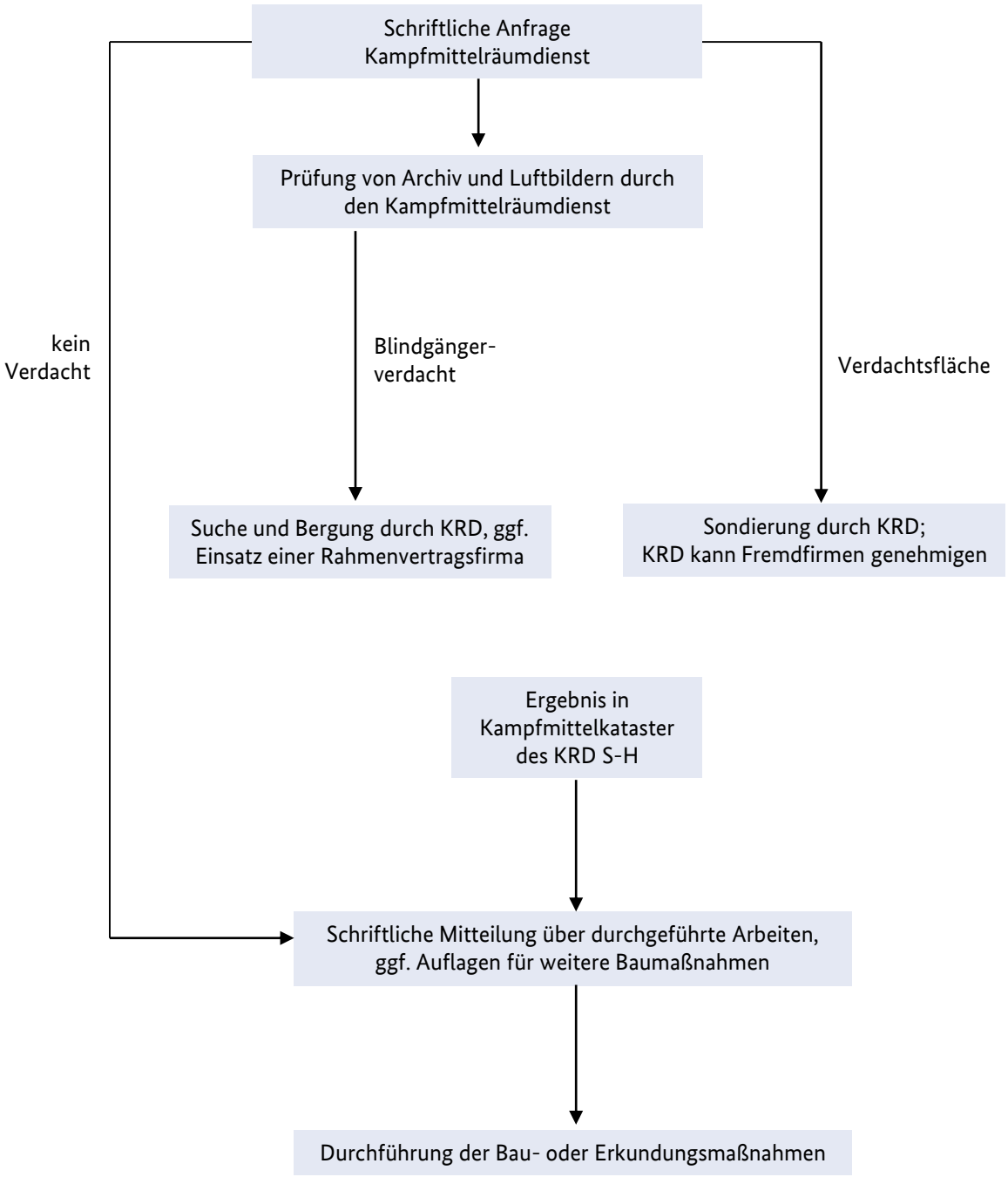
Gemäß § 2 Abs. 5 gilt die Kampfmittelverordnung nicht für die Polizei, die Bundeswehr, den Bundesgrenzschutz und den Zollgrenzdienst bei der Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben.

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 zählen auch die Gefährdungsabschätzung und die Sondierung, die als Serviceleistungen gegen Bezahlung gemäß Gebührenordnung abgerechnet werden. Die Beseitigung und Vernichtung der Kampfmittel wird ausschließlich vom Kampfmittelräumdienst mit eigenen Kräften durchgeführt.

In § 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. Die Gefährdungsbeurteilung eines Grundstückes des Bundes unterliegt den Anzeigepflichten nach § 3 Abs. 1.

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.

Die Kosten für eine Luftbildauswertung und für Sondierungsmaßnahmen müssen grundsätzlich vom Grundstückseigentümer oder Bauherren getragen werden. Für private Grundstückseigentümer ist eine Überprüfung auf Kampfmittel kostenfrei.



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

Stand: 04.12.2012

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 12.09.2016,
- → Erlass des Thüringer Innenministeriums vom 23.02.1998 (Thüringer Staatsanzeiger Nr. 11/1998) zur Übertragung von Entschärfung, Transport, Lagerung und Vernichtung von Kampfmitteln auf die Firma Tauber Delaborierung GmbH; letzte Änderung am 23.02.2005, Thüringer Staatsanzeiger 11/2005.

Mit o. g. Erlass des Thüringer Innenministeriums wurde die Firma Tauber wie folgt beauftragt:

„Gemäß § 4 der Verordnung über die Abwehr von Gefahren durch Kampfmittel (KampfMGAVO) vom 26. September 1996 (ThürStAnz Nr. 42/1996 S. 1894) wird die – Tauber Delaborierung GmbH, In der Hochstedter Ecke 2, 99098 Erfurt – ab 01.12.1996 mit der Entschärfung, dem Transport, der Lagerung und der Vernichtung von Kampfmitteln sowie bei Bedarf mit der Beurteilung der Kampfmittelfreiheit eines Gebietes oder eines Grundstückes im Freistaat Thüringen beauftragt.“

Siehe „Bekanntmachung zur Beteiligung Träger öffentlicher Belange im Städtebaulichen Verfahren nach dem Baugesetzbuch und in bauaufsichtlichen Verfahren“ im Thüringer Staatsanzeiger

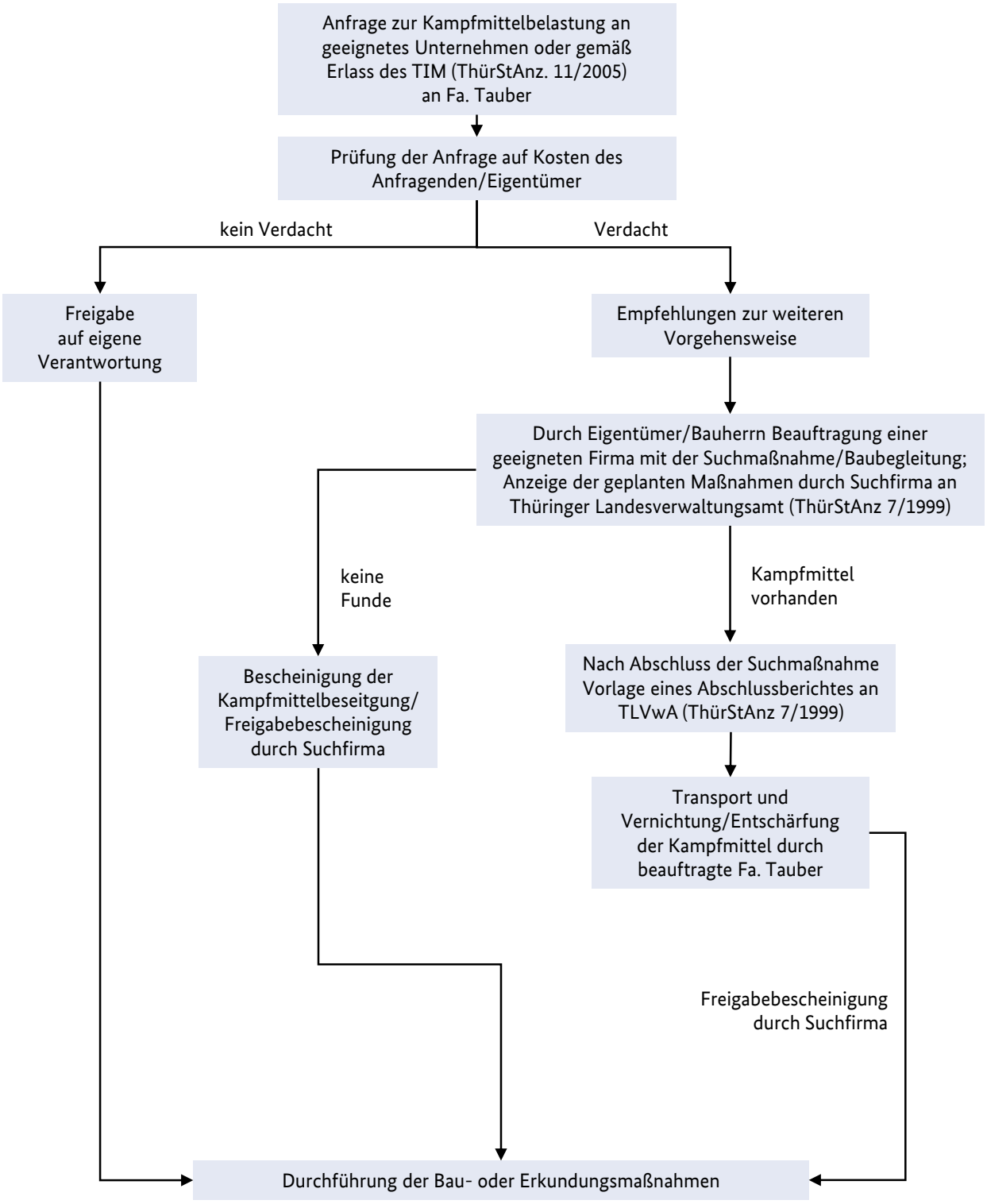
Die Durchführung dieser Aufgaben erfolgt durch die Firma ab 01.12.1996 im Auftrag und auf Kosten der Grundstückseigentümer oder sonstiger Berechtigter.

Alle anderen Leistungen im Zusammenhang mit der Kampfmittelbeseitigung obliegen somit dem freien Wettbewerb. So hat der Grundstückseigentümer oder Berechtigte die Kampfmittelsuche im freien Wettbewerb an ein geeignetes Unternehmen (Voraussetzungen nach Sprengstoffgesetz) seiner Wahl zu beauftragen. Zu den frei zu vergebenden Maßnahmen zählen auch die historische Recherche, das Suchen nach Kampfmitteln, die Untergrunduntersuchung und die Ausgabe einer Freigabebescheinigung.

Kostentragung

Aus Billigkeitsgründen und ohne Anerkennung einer rechtlichen Verpflichtung erstattet bzw. übernimmt das Thüringer Landesverwaltungsamt (Referat 230) nach Antragstellung die Kosten für Befördern/Verbringen, Lagerung und Vernichtung von **nicht ehemaliger reichseigener** Munition und so genannten Fehlalarmen gegenüber **kommunalen Gebietskörperschaften und Privatpersonen**. Das besagte Grundstück darf zudem nicht für die Erzielung von Einkünften genutzt werden.

Beim Auffinden von ehemals reichseigener Munition sind alle Rechnungsempfänger antragsberechtigt. Das Thüringer Landesverwaltungsamt beantragt eine Kostenrückerstattung beim Bund (vertreten durch die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben). Der Bund erstattet die Kosten für Befördern/Verbringen, Lagerung und Vernichtung nach geltender Staatspraxis. Sind Flächen nachweislich mit ehemaliger reichseigener Munition belastet, kann das Thüringer Landesverwaltungsamt beim Bund einen Antrag auf Erstattung der Kosten für die **Kampfmittelsuche** stellen. Ein vorheriges Antragsverfahren ist notwendig. Bei allen anderen Maßnahmen sind sämtliche Kosten durch den Grundstückseigentümer oder Berechtigten zu tragen.



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

Stand: 04.12.2012

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

In der Historischen Erkundung 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 beim NLBL (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 (s. A-2.1.3).

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, s. TS A-9.2.2) und dem kontinuierlichen Abgleich der neu gewonnenen Erkenntnisse mit der Aufgabenstellung,
- → das Erstellen eines zusammenfassenden Rechercheberichtes 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,
- → Verursachungsszenarien,
- → 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 reichende 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: a]
1.5.1939	Einweihung und Stationierung der 3. Inf.-Div. [b]
Mai 42 bis Mai 43	Erweiterung des Standortes um ... [c]
11.08.1944	1. Luftangriff durch Einheiten der 8. USAAF [d]
31.01.1945	2. Luftangriff durch die 9. USAAF [d]
Ende April 45	Demontagen und Sprengungen durch [e]
Ende April 45	Nutzungsende durch deutsche Truppen [b]
Mai 45 - Juli 49	Nutzung durch die 23. US-Infanteriedivision [f]
Juli 45	Munitionssprengungen im östlichen Teil [f]
Ab Aug 1949	Zivile Nutzung durch Kleingewerbe [g]

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 kurzgefasst 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 unmittelbarer 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 andere 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 Auskofferung meist entfernt worden. Andererseits können tiefer liegende Bombenblindgänger 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 Kampfmittelräummaßnahmen 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 Baufachlichen Richtlinien 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 und des Anhangs 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 und andere Informationsquellen

Die Informationen können aus unterschiedlichen Quellen stammen:

- → Archive auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene in Deutschland
- → Archive auf Staats- und Landesebene im Ausland
- → Archive sonstiger öffentlicher und privater Einrichtungen (z. B. Museumsarchive, kirchliche Archive, Wirtschaftsarchive, Archive von Forschungseinrichtungen) im In- und Ausland
- → Zuständige Behörden
- → Bibliotheken
- → Internet
- → Zeitzeugen, Historiker und von anderen Wissensträgern
- → Geländebegehungen

3 Archivalien und Akten

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

Archivalien und Akten

Unter Archivalien im Sinne dieser Arbeitshilfen werden nicht mehr in der Bearbeitung befindliche, abgeschlossene und damit archivreife Unterlagen (Berichte, Schriftstücke, Briefe, Karten und Pläne etc.) von Behörden sowie Amtsbücher, Urkunden und Verträge, Karten, Pläne, Bilder und Filme sowie Nachlässe von bekannten Persönlichkeiten oder Firmen verstanden. Sie werden in Archiven aufbewahrt.

Im Gegensatz dazu werden in Registraturen von Behörden oder in speziellen Zwischenarchiven Akten verwahrt, die von der jeweiligen Behörde im Rahmen ihrer Dienstaufgabe noch genutzt werden.

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.

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.	→ Dienstvorschriften → Kriegstagebücher → Befehle
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.	→ Alliierte Angriffsunterlagen zu Bombardierungen → Unterlagen zu Bodenkämpfen → Dokumente zum Regelbetrieb von Standorten → Berichte zu Demontagen und Kampfmittelräumungen
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 Kampfmittelverdachtes unverzichtbare Angaben enthalten.	→ Archivalien über die Demontage bestimmter Standorte bzw. Nutzungstypen → Unterlagen zur Struktur und zum Betrieb typ- und nutzungsgleicher Standorte

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

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	+	●	+	+	+	+
	BImA (vorm. Bundesvermögen)	–	–	–	●	●	+
	Bauverwaltung	–	–	–	–	–	●
	Militär. Dienststellen	–	–	–	–	–	+
	Internet/Bibliotheken	+	+	+	+	+	+
	Sonst. Quellen	+	●	●	●	●	+
Land	Landesarchive	●	●	●	+	+	+
	Kampfmittelbeseitigung	–	●	●	●	–	–
Kreis etc.	Lokale Archive	+	+	+	+	+	●
UK	The National Archive	+	+	+	+	●	●
	Imperial War Museum	+	●	●	–	–	–
USA	National Archives	+	+	+	+	+	+
	Militärische Archive	+	+	+	●	●	●
Frankreich, Russland etc.		+	=	+	+	=	=

\+ Quelle, die zum Thema regelmäßig relevante Informationen besitzt

● 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

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 A-2.1-3 verdeutlicht, dass die Archivalien zu einem Thema bzw. einem Verursachungsszenarium in vielen verschiedenen Archiven vorhanden sein können. Die Erfahrung zeigt zudem, dass nicht alle Verursachungsszenarien 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 Kampfmittel-belastung	Kampfmittel-räumungen	Baumaß-nahmen	bis 1946	ab 1946
Bund	Bundesarchive	+	+	+	●	+
	BImA (vorm. Bundesvermögen)	●	●	●	–	–
	Bauverwaltung	–	●	+	–	–
	Militärische Dienststellen	–	●	●	–	+
	Internet/Bibliotheken	–	–	●	–	–
	Sonstige Quellen	●	–	●	+	●
Land	Landesarchive	+	+	+	+	●
	Kampfmittelbeseitigung	–	+	–	+	–
Kreis etc.	Lokale Archive	+	●	+	●	●
UK	The National Archive	–	●	●	+	=
	Imperial War Museum	–	–	–	●	–
USA	National Archives	–	–	+	+	=
	Militärische Archive	–	●	+	+	=
Frankreich, Russland etc.		–	–	●	=	=

\+ Quelle, die zum Thema regelmäßig relevante Informationen besitzt

● 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

Auswahl und Archive

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

Provenienz- und Pertinenzprinzip

Archive ordnen ihr Archivgut in Bestände, die entweder nach dem Provenienzprinzip oder dem Pertinenzprinzip geordnet sind. Provenienzprinzip bedeutet die Gliederung nach der Herkunft des Archivgutes. Damit bleiben alle Unterlagen einer abgebenden Institution in einem Bestand und in der vorgefundenen Ordnung zusammen.

Das Pertinenzprinzip dagegen gliedert einen Archivbestand ohne Rücksicht auf Entstehungszusammenhänge nach Sach-, Orts- oder Personenbetreffen.

In Deutschland und in den relevanten ausländischen Archiven ist das Provenienzprinzip das vorherrschende Prinzip der Bestandsordnung. Das Provenienzprinzip bietet den Vorteil, dass in Archiven gezielt nach Beständen von z. B. Behörden oder militärischen Einheiten geforscht werden kann, die an den aufzuklärenden Ereignissen beteiligt waren.

Recherchestrategie

Da das Provenienzprinzip das vorherrschende Ordnungssystem der Archive ist, sind vor einer Recherche 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 wären zu erwarten.

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

Das NLBL nutzt eine selbstentwickelte Archivaliendatenbank, 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.

4 Luftbilder

Bedeutung von Luftbildern

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.

Arten von Luftbildern

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.

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 A-2.1-3).

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		+	+	+	●			
Staats-, Landes(haupt)archive	+	+				●	●	
Landesvermessungsämter	+	+	+	+		+	●	+
Kampfmittelbeseitigungsdienste			+	●	●			
Private Luftbildarchive			+	+	+			
NARA, Washington/USA			+	=		=		
The Aerial Reconnaissance Archive at RCAHMS, Edinburgh/GB			+	+	+			

\+ Quelle, die zum Thema regelmäßig relevante Informationen besitzt

● Quelle, die zum Thema häufig relevante Informationen besitzen kann

= Quelle, die zum Thema Unterlagen (evtl.) besitzt, die aber derzeit nicht oder nur in Teilen freigegeben sind

Luftbildbeschaffung durch das NLBL

Luftbilder für einen Standort müssen zumeist aus verschiedenen Archiven beschafft werden. Um die Beschaffungskosten zu reduzieren und Synergien zu nutzen, beschafft das NLBL die Luftbilder zentral und stellt sie zur Verfügung. Das Verfahren hierzu ist in der Handlungsanweisung zur Bearbeitung von Rüstungsaltstandorten und -ablagerungen sowie zur Durchführung von Kampfmittelräumungen (kurz: Handlungsanweisung RüAlt/KMR) beschrieben (s. Anhang A-2.4). Das NLBL bewahrt derzeit ca. 55.000 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 Aussagesicherheit 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.

Einschränkungen der Bodensicht – vor allem in stark bewaldeten Gebieten oder durch Schattenwurf – können im Einzelfall durch die zusätzliche Auswertung eines aus luftgestützten Laserscan-Daten gewonnenen Geländemodells ausgeglichen werden (s. hierzu A-2.3.5). Ein Nachteil ist hierbei allerdings der lange Zeitraum zwischen Ereignis und Aufnahme (häufig über 70 Jahre).

Anforderungen an den Luftbildauswerter

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 (s. a. Anhänge A-9.2.3 bis A-9.2.6).

5 Sekundärquellen

Arten von Sekundärquellen

Weitere Informationen liefern publizierte Fachliteratur, unveröffentlichte wissenschaftliche Arbeiten, Fachzeitschriften, Fachgutachten sowie das Internet. Alle publizierten Texte lassen sich in einschlägigen wissenschaftlichen und lokalen Bibliotheken bzw. über geeignete Internetsuchmaschinen recherchieren.

Die Aussagen von Sekundärquellen sind auf deren Seriosität und fachliche Qualität zu prüfen. Gute Hinweise darauf liefern u. a. die Quellen- und Literaturangaben.

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 z. B. zu 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

- Kriegsereignisse 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 tatsachenfern dargestellt werden.

Zeitzeugenaussagen sind stets mittels anderer Informationsquellen (z. B. mit Luftbildern, durch Aussagen weiterer Zeitzeugen sowie durch den Abgleich mit dem Gelände) zu überprüfen.

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 im Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 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 hellblau unterlegten Beispielen um regelmäßig auftretende Ursachen handelt.

Die Aufzählung erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. 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.

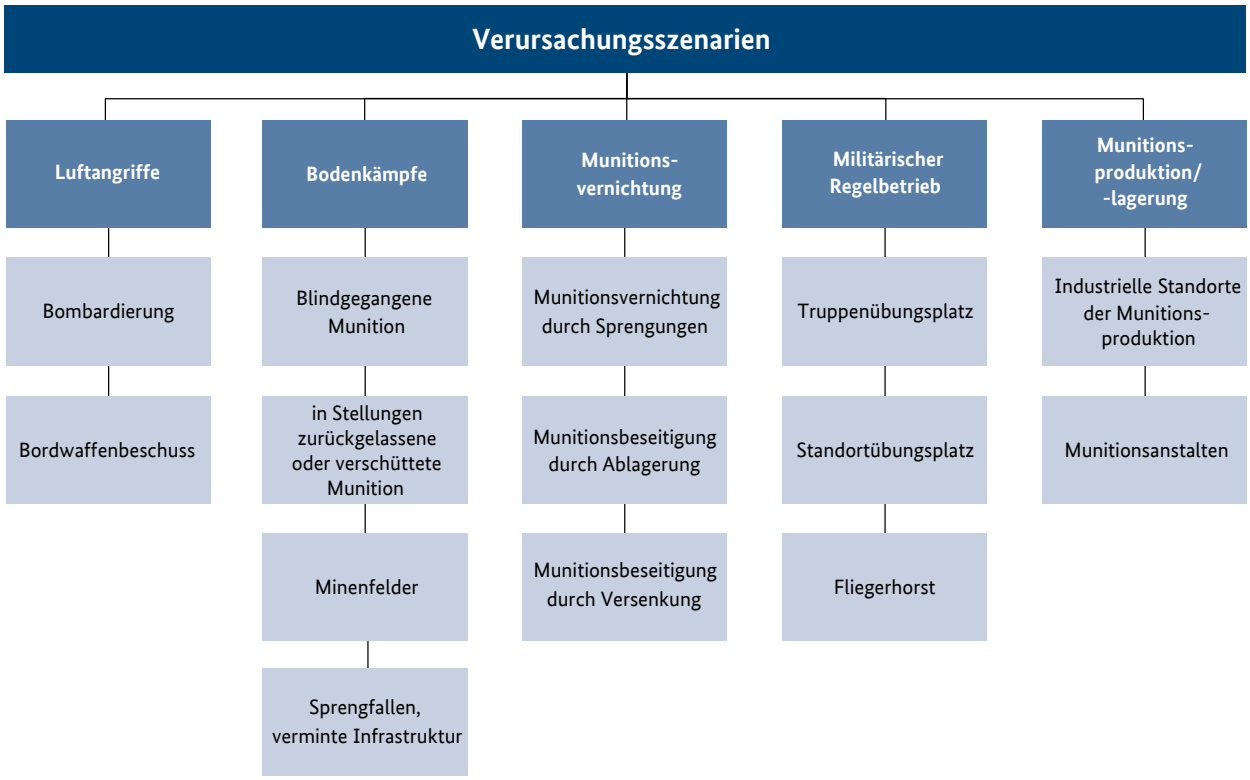


Abb. A-2.1-1 Verursachungsszenarien

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 (am 3.12.1939 auf 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, statistischen 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 mehrere 100.000 Strike Fotos geschätzt. Von diesen Beständen liegen beim NLBL 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 Angriffschronik lückenlos zu erarbeiten. Ein Beispiel für eine Angriffschronik gibt die folgende Abbildung (Abb. A-2.1-2).

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

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-Allmannsweiler 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.USAAF 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, Maybach Motorenwerke Wolkenbedeckung 10/10, Zielfindung mit Radargerät Gee-H	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
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*			

In die Angriffschronik können – wie im Beispiel der 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 Musterauswerteblatt wird in Abb. A-2.1-3 dargestellt.

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 zumeist durch eine schnellere Auswertung kompensiert. Die Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Auswertung steigt in jedem Fall an, wie das Beispiel in 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).

Datum: 20.07.1944		Mission: 88		F. Order:				Generelles Ziel: Friedrichshafen (P)		Quelle: AFHRA, 670.332, Filmrollen 1=A6467; 2=A6468						
AirForce	AD/ TAC	Wing	BG	Sqn/Box	Gest. a/c	Ang. a/c	Zeit	Ziel / Zielkode	Bomben (Anzahl od. Tonnage/Typ/Zünder)	Wetter	Zielfind.	Einflugwinkel/Höhe	Ergebnisse	Quelle/ Dokument	Seite	Bemerkungen
15		304	454		34 2	30 2	1101 1110	Maybach Motorenwerke Target Area	286 x 500 GP (1/10 x 1/100) 6 x 500 GP	clear	Vis	22300	unobserved	Mission Summary	1/1242 1/1245	Rauch und Nebel
		304	455		37	24	1101	Maybach Motorenwerke	328 x 500 GP (1/10 x 1/100)	clear	Vis	22000-23500	unobserved	Mission Summary	1/1242 ff.	Bombs in Target but smoke
		304	456		32	27 1 1	1102 1101	Maybach Motorenwerke 4700/1045 u. 4353/122S 4703/103S	260 x 500 IB (M17 Cluster) 6x500 4x500	clear	Vis	21500-21700	unobserved	Mission Summary	1/1242 ff.	Rauch und Nebel
		304	459		39	32 2 1	1058	Maybach Motorenwerke Casara A/F Conegliano M/Y	320 x 500 GP (1/10 x 1/100) 20 x 500	clear	Vis	20900-21900	good	Mission Summary Attack Sheet Briefing Sheet	1/1242 ff. 2/153	
15		47	98		28	27	1123	Löwental	63,75 t á 500 GP (255 Stk) (1/10 x 1/100 oder 1/10 x 1/250)			22300-23500	unobserved good	Narrative Report 85 Briefing Charte	2/8 2/117	teilweise Rauch (1/10 x 1/100)
			376		28	28	1120-1122	Löwental	67,5 t á 500 GP (270 Stk) (1/10 x 1/100)			20000-22500	unobserved	Narrative Report 88	2/30	Rauch
			449		28	26	1118	Löwental	63 t á 500 GP (252 Stk) (1/10 x 1/100)			23000-24300	good	Narrative Report	2/5	
			450		28	24	111S	Löwental	59,5t á 500 GP (238 Stk) (1/10 x 1/100)			22000	good	Narrative Report	2/11	Rauch
15		55	460					keine Angaben								
			464		35	29	105S	Zeppelinwerke	72 t á 1000 GP (144 Stk, AN M59) (1/10 x -)			22000		Narrative Mission Rp	2/13	
			465		31	24	1054	Zeppelinwerke	57 t á 1000 GP (114 Stk) (1/10 x -)	CAVU		24000	good		2/9	
			485		37	32	105S	Zeppelinwerke	79,5 t á 1000 GP (159 Stk) (1/10 x -)			23800			2/24	Target und M/Y getroffen
Bemerkungen: Umrechung Tonnen in Stücke mit der Maßeinheit "Short Tons" 1t = 907,185													Bearbeiter: SK			
													Datum: 16.11.2003			

Erläuterungen: AD/TAC: Air Division/Tactical Air Command; BG: Bomb Group; Sqn: Squadron; Gest. a/c: Anzahl gestarteter Flugzeuge; Ang. a/c: Anzahl d. angreifenden Flugzeuge; Zielfind: Art der Zielfindung; H/Alt: Flugrichtung (□) und Flughöhe (ft); Q-Umf: Umfang der Quelle. - Beispiel:

8	*2. AD*	*20*	*453*	*Lead*	*18*	*16*	*1230*	*Weingarten A/F, GU-1234*	*100x500GP(40x100), 120x250 IB(-/-)*	*7/10*	*Visual*	*234°/32000*	*exell*	*Bombing Data*	*123*	

Bericht: Imm. Interpretation Report No. K.3002	*Datum: 30.02.1945*	*BombPl: vorhanden*	*Kom. Luftbild: fehlt*	*Luftbild: 15 SAV, 1 Aufklärungsfoto mono*	*Qual: gut*	*Bem:. umfangreich Akte, keine Stereodetail-LB*

Dokumentation alliierter Luftangriffe, Standardfassung, Seite 1 von 1, □ Mathias Muckel 02/2000

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

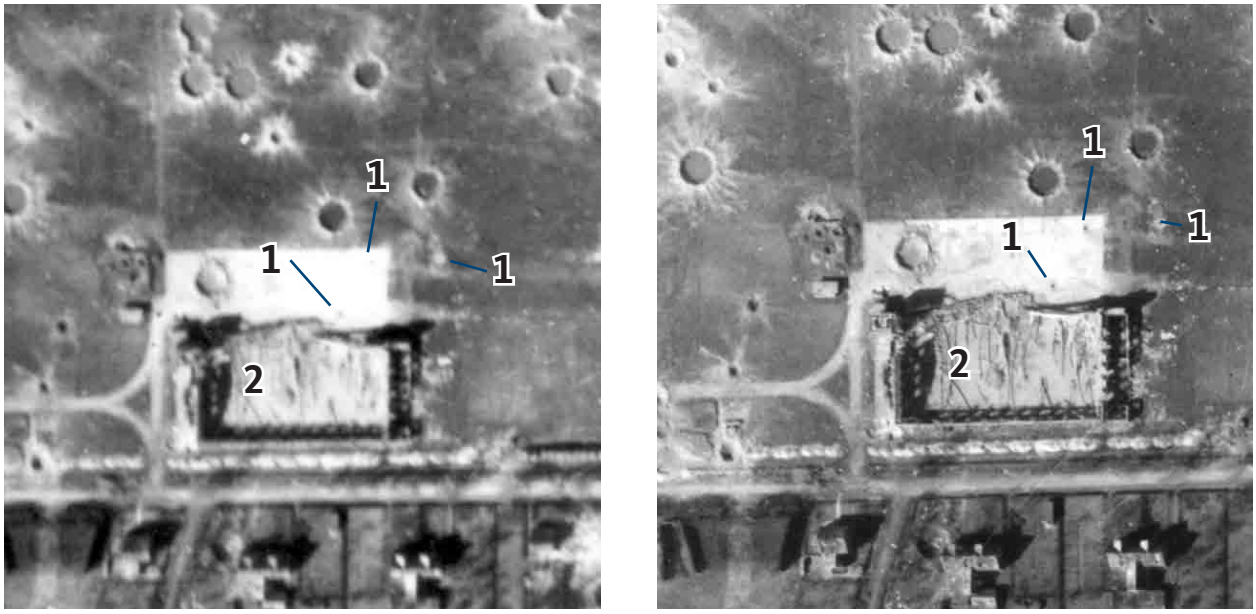


Abb. A-2.1-4 Qualitätsunterschiede bei Luftbildreproduktionen (rechts: Reproduktion vom Originalnegativ aus den USA; links: mehrfach umkopiertes Bild, welches in Deutschland verfügbar ist)

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)

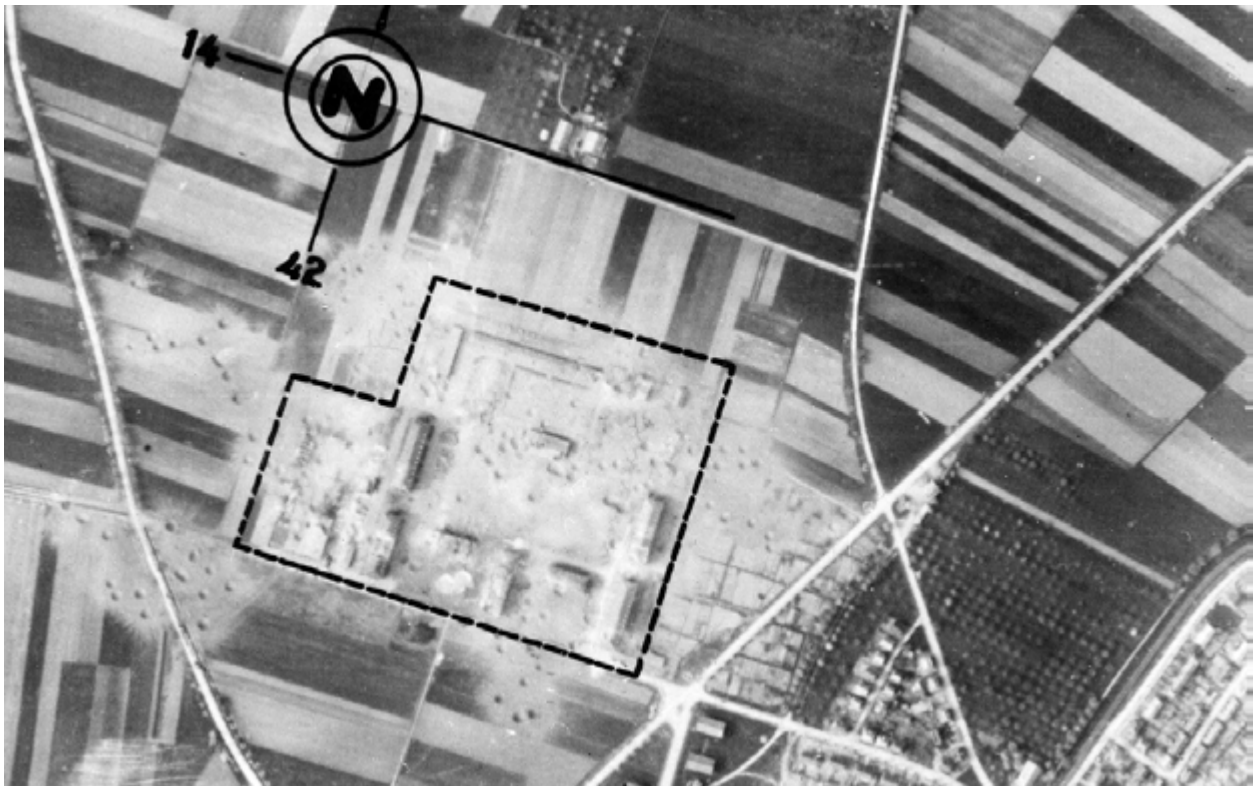


Abb. A-2.1-6 Treffergenauigkeit von Luftangriffen zum Kriegsende, Kaserne bei Weingarten, Luftbild nach dem Angriff aufgenommen, zeigt die Bombentrichter und den Trefferbereich

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 6.300 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.

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 Munition 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.

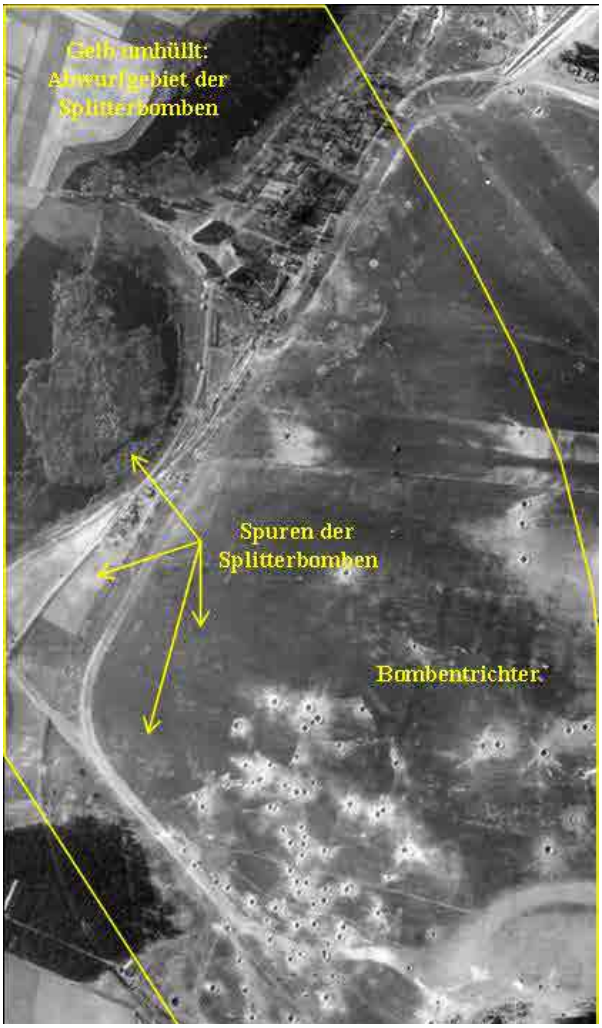


Abb. A-2.1-8 Beispiel für ein stark bombardiertes Gebiet, das im Luftbild nicht oder nur bedingt zu erkennen ist

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 ortungstechnische 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. Selbstdetonationsfähige 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 Luftbildauswertungen 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 verminte 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 „Munitionsvernichtung“ 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 den 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-, Divisions- 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 verminte 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 dem 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 die 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 mitsamt 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 bestimmten 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 Verursachungsszenarien

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

- die Vernichtung von Munition durch Sprengungen,
- die Beseitigung von Munition durch planmäßige und unplanmäßige 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 Verursachungsszenarium „Bodenkämpfe“ behandelt. Munitionssprengungen für die militärische Ausbildung sind im Verursachungsszenarium „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 wurde 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 wurde 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 Akten 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 mehr als einen 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 oberflächennahe Lage ist das Gefährdungspotenzial im Bereich von Sprengstellen als hoch einzuschätzen.

9 Relevanz der Kampfmittelbelastung aus heutiger Sicht

Die Kampfmittelbelastungen des Verursachungsszenariums „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 Vorbereiten auf die Aufgaben einer Armee erfordern Standorte zum Vorhalten und Lagern von Personal und Material sowie Infrastruktur zur Ausbildung. Je nach globalpolitischer Situation umfasst dies eine mehr oder weniger große Zahl über ein Staatsgebiet verteilter, militärisch genutzter 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, Rohrwaffen gegen Boden-, Luft- und Seeziele,
- → Feuerstellungen für die Artillerietruppe,
- → Sprengplätze für Pioniere,
- → Handgranatenwurfplätze,
- → Bombenabwurfplätze.

Derartige Ausbildungseinrichtungen bestanden aus den Stellungsbereichen, 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 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 zurückreichen 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 dazugehörenden 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 der relevanten Vorgänge 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 Kampfmitteln 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 der Tarnungsmöglichkeit 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): Rüstungsaltstandorte – Teil 2: Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltstandorten. – 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 Kampfstofferzeugung 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 (Schweiz)

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 Rüstungsaltstandort-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 Logistikabläufen 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 Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR 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. 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 Ersten 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 8. 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 besondere Anforderungen an 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, dem 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 mithilfe weiterer 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 Kampfmittelräumung

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 rüstungsaltlasten- 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 Standorten 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 Rüstungsaltlastenverdachtsstandorten ein einzigartiger Quellenwert zukommt.

Eine vergleichbare Vorgehensweise aus liegenschaftsbezogener und grundsätzlicher Recherche ist für kampfmittelbelastete 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

Das NLBL hat in seiner 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.

Mithilfe 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

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

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

Die Luftbilder sind ebenfalls datenbanktechnisch erfasst.

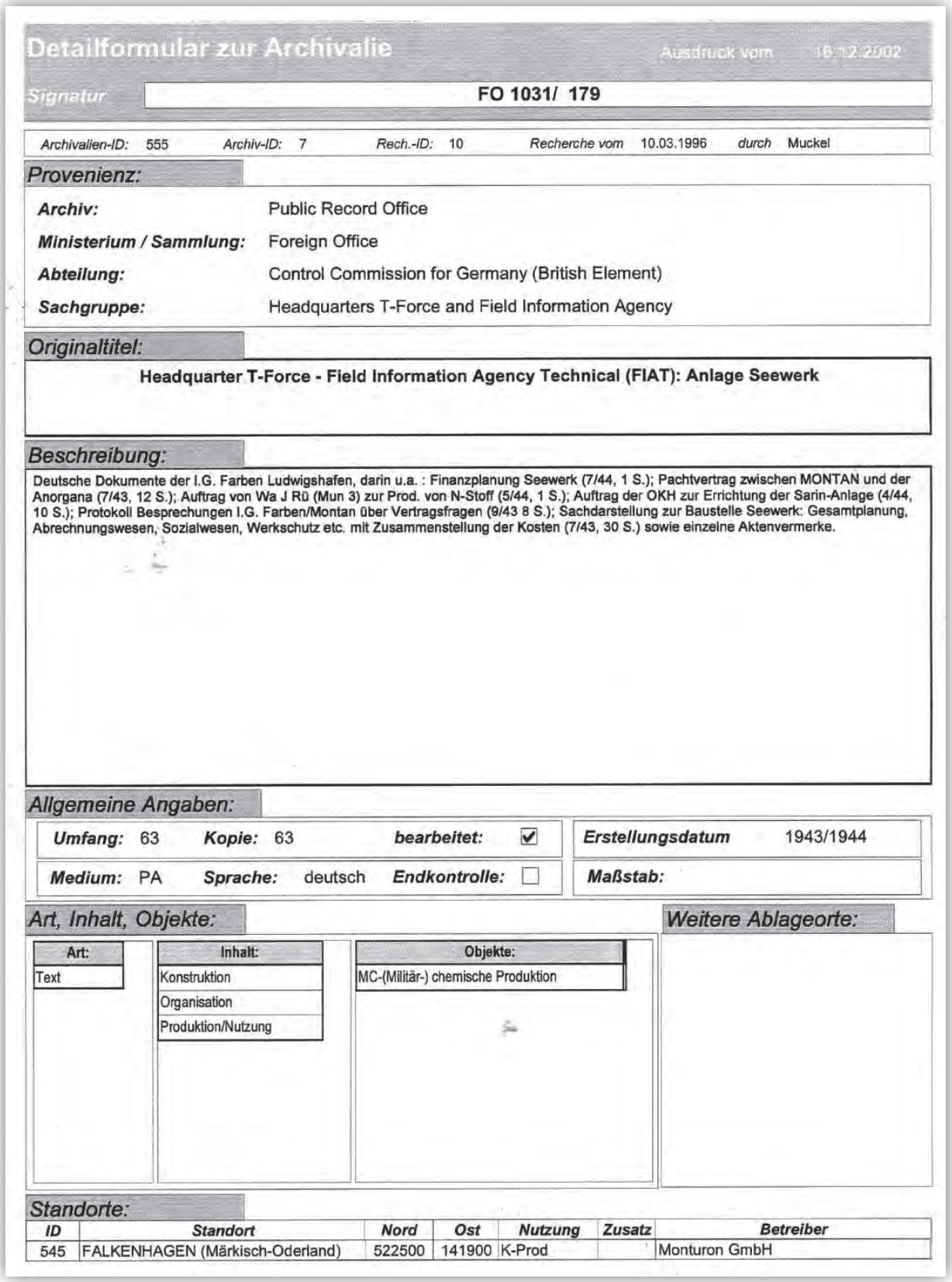
3 Datenbestand des NLBL

Bis April 2010 wurden in der Archivaliendatenbank des Bundes erfasst:

- → Die Ergebnisse aus ca. 400 Recherchen in 120 verschiedenen in- und ausländischen Archiven.
- → Ca. 75.000 bearbeitete Archivalien mit einem Gesamtumfang von ca. 8,3 Mio. Seiten.
- → Aus ca. 15.500 Archivalien wurden ca. 700.000 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. 15.500 Einzelstandorte erfasst.

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

Abb. A-2.2-1: Archivalien-Detailblatt



Detailformular zur Archivalie

Ausdruck vom 16.12.2002

Signatur FO 1031/ 179

Archivalien-ID: 555 *Archiv-ID:* 7 *Rech.-ID:* 10 *Recherche vom* 10.03.1996 *durch* Muckel

Provenienz:

Archiv:	Public Record Office
Ministerium / Sammlung:	Foreign Office
Abteilung:	Control Commission for Germany (British Element)
Sachgruppe:	Headquarters T-Force and Field Information Agency

Originaltitel:

Headquarter T-Force - Field Information Agency Technical (FIAT): Anlage Seewerk

Beschreibung:

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 (9/43 8 S.); Sachdarstellung zur Baustelle Seewerk: Gesamtplanung, Abrechnungswesen, Sozialwesen, Werkschutz etc. mit Zusammenstellung der Kosten (7/43, 30 S.) sowie einzelne Aktenvermerke.

Allgemeine Angaben:

Umfang:	63	***Kopie:***	63	***bearbeitet:***	☑
Medium:	PA	***Sprache:***	deutsch	***Endkontrolle:***	☐

Erstellungsdatum	1943/1944
Maßstab:	

Art, Inhalt, Objekte:

Art:	Inhalt:	Objekte:
Text	Konstruktion	MC-(Militär-) chemische Produktion
	Organisation	
	Produktion/Nutzung	

Weitere Ablageorte:

Standorte:

ID	Standort	Nord	Ost	Nutzung	Zusatz	Betreiber
545	FALKENHAGEN (Märkisch-Oderland)	522500	141900	K-Prod		Monturon GmbH

Abb. A-2.2-1 Archivalien-Detailblatt

A-2.2.2 Nutzungsbestimmungen für die Archivaliendatenbank durch Dritte

1 Einleitung

In der Archivaliendatenbank des Bundes werden die bei den Archivrecherchen für die Bearbeitung von kampfmittelbelasteten Flächen und Rüstungsaltstandorten 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. Das NLBL 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 des NLBL 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 zurückzugeben. Mit der Rückgabe der Archivalien übergibt der Anfragende ein Belegexemplar der Ausarbeitung leihweise zur Einsichtnahme durch das NLBL.

3 Verfahren

3.1 Anfrage

Alle Anfragen sind schriftlich an die

Niedersächsische Landesamt für Bau und Liegenschaften
Referat BL 15 – Archivaliendatenbank
Waterloostr. 4
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 (s. Anhang A-2.2.3) 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 Vorgaben zu Quellenzitaten, Hinweise zu Copyright-Bestimmungen

1 Einleitung

Die übergebenen Archivalien, Sekundärliteratur und andere Quellen stammen aus verschiedenen nationalen wie internationalen Archiven, Bibliotheken und Dienststellen. Um die Aussagen in den Ausarbeitungen nachvollziehen zu können, sind die verwendeten Quellen und deren Herkunft vollständig und eindeutig zu zitieren und nachzuweisen. Alle Ausarbeitungen (z. B. Gutachten, Berichte, Stellungnahmen) enthalten deshalb in der Regel

- → ein Quellenverzeichnis am Ende der Ausarbeitung, das alle verwendeten Quellen aufführt
- → und Fußnoten am Ende einer Textseite, die die jeweils aus einer Archivalie zitierten Schriftstücke genau benennen.

Grundsätzlich ist zu erläutern, durch wen die Unterlagen recherchiert und verfügbar gemacht wurden. Die Herkunft ist auf jeder vom NLBL übergebenen Archivalie vermerkt. Sollen die anliegenden Archivalien vervielfältigt oder veröffentlicht werden, ist die Genehmigung des jeweiligen Archivs durch das NLBL einzuholen.

2 Kenntlichmachen von Quellenangaben in der Ausarbeitung

In der Ausarbeitung (z. B. Gutachten, Stellungnahme) ist deutlich zwischen objektiv übernommenen Daten und subjektiven Interpretationen zu unterscheiden. Diesbezüglich ist folgende einheitliche Kennzeichnung zu wählen:

- → **Zitate im Original-Wortlaut in „…“.**

  Beispiel: „Anlieferung Januar 1944: 50.000 l Kerosin“

- → **Objektiv übernommene Angaben in ‘…’.**

  Beispiel: ‘Im Januar 1944 wurden 50.000 l Kerosin angeliefert’.

- → **Subjektive Interpretationen sind nicht weiter zu kennzeichnen.**

  Beispiel: Die im Januar 1944 angeblich angelieferten Kerosinmengen konnten nicht geliefert worden sein, weil der Transport nicht mehr möglich war.

3 Quellenverzeichnis

Das Quellenverzeichnis befindet sich am Ende einer Ausarbeitung. Es ist in folgende Abschnitte zu unterteilen:

- → Archivalien
- → Sekundärliteratur
- → Internet
- → Sonstige Quellen

Luftbilder werden in einer gesonderten Aufstellung dokumentiert.

3.1 Quellenverzeichnis für Archivalien

Im Quellenverzeichnis werden der Name des Archivs, der Dienstort sowie die gebräuchliche Abkürzung genannt. Zudem werden die Bestandskürzel, die genaue Bestandsbezeichnung und deren Laufzeit genannt. Schließlich folgt die Nennung der einzelnen Archivalien mittels Einzelsignatur, Titel und Laufzeit.

Beispiel für ein Archivalienverzeichnis:

Bundesarchiv-Militärarchiv (BA-MA)

BW 9
Dienststellen zur Vorbereitung des westdeutschen Verteidigungsbeitrages, 1950–1955

BW 9/86
Ausrüstung und Versorgung – NATO-Berichte, 1952–1955

BW 9/1642
Territorialorganisation, Luftbereiche und Infrastruktur in Frankreich, Deutschland und Italien, 1953–1954

Hessisches Hauptstaatsarchiv Wiesbaden (HHStAW)

Abt. 503
Hessisches Ministerium des Innern, 1945 ff.

Abt. 503/1312
Kassel – Wittich-Kaserne an der Drusselstrasse, 1952–1965

Die Gliederung eines Quellenverzeichnisses ist fallweise an die Besonderheiten der benutzten Archive und Bestände anzupassen.

3.2 Quellenverzeichnis für Sekundärliteratur

Publizierte Werke werden nach folgendem Schema aufgeführt: Name, Vorname des/der Verfasser: Titel, Ort, Jahr

Beispiel:
Müller, Martin: Zitierwesen, Göttingen 1990

Nicht publizierte Werke werden nach folgendem Schema aufgeführt: Name, Vorname des/der Verfasser: Titel, Art der Schrift, Institution, Ort, Jahr

Beispiel:
Müller, Martin: Zitierwesen, Magisterarbeit, Universität Göttingen, Göttingen 1990

Beiträge in Sammelbänden werden nach folgendem Schema aufgeführt: Name, Vorname des Verfassers eines Beitrags, Titel; in: Name, Vorname des Herausgebers des Sammelbandes, Titel des Sammelbandes, Erscheinungsort, Erscheinungsjahr, Seiten des zitierten Beitrages.

Beispiel:
Müller, Martin: Zitierwesen; in: Schulze, Gustav: Archivwesen, Göttingen 1990, Seiten 23-31

Zeitschriftenaufsätze werden aufgeführt mit dem Namen, Vornamen des Verfassers, Titel des Aufsatzes; in: Namen der Zeitschrift, Nummer des Bandes, Nummer des Heftes, Erscheinungsort, Erscheinungsjahr, Seiten des zitierten Aufsatzes.

Beispiel:
Müller, Martin: Zitierwesen; in: Zeitschrift für das Archivwesen, Band 32, Heft 3, Göttingen 1990, Seiten 23-31

3.3 Quellenverzeichnis für das Internet

Beim Zitieren von Fundstellen aus dem Internet ist die gesamte URL und das Datum der Recherche anzugeben, zudem – sofern ersichtlich – der Autor und der Name des Beitrags analog zu den oben erwähnten Schriften.

Beispiel:
http://www.bundesarchiv.de/fachinformationen/00999/index.html: Informationsforum „Bewährtes bewahren? – Geschäftsgang im Wandel“; zuletzt gesehen am 23.06.15.

3.4 Quellenverzeichnis für sonstige Quellen

Sonstige Quellen sind analog den o. g. Regeln aufzuführen. Sie sind so anzugeben, dass Verfasser, Inhalt und Herkunft der Quellen eindeutig nachvollzogen werden können.

4 Quellenangaben in Fußnoten

Die Fußnote wird im Text genau an der Stelle eingeführt, an der Zitate oder objektiv übernommene Angaben enden. Subjektive Interpretationen sind demgegenüber nicht weiter zu kennzeichnen.

In der Fußnote selbst können mehrere Quellen zitiert werden. Diese werden durch ein Semikolon voneinander getrennt.

Wird in zwei aufeinanderfolgenden Fußnoten auf ein und dieselbe Quelle verwiesen, reicht in der zweiten Fußnote ein „Ebenda“ oder die Abkürzung „Ebd.“ Dieses ist bedarfsweise um eine neue Seitenangabe zu ergänzen, z. B. „Ebenda, S. 14“.

4.1 Archivalien

In der Fußnote wird die zu zitierende Archivalie mit folgendem Schema genau bezeichnet:

Autor (Name des Autors und/oder die aufstellende Dienststelle, Einheit oder ähnliches, ggf. Aktenzeichen): Titel, ggf. Art der Quelle (z. B. Schreiben, Protokoll, Bericht, Denkschrift), Datum, Seitennummer, aus der die Information stammt und Quellenangabe.

Beispiel 1:
Bundesministerium der Verteidigung, Abteilung VA3: Reise nach Einsiedlerhof, Bericht, 16.05.1961, Seite 25, BA-MA BW 1/15678

Beispiel 2:
34. Bomb Group USAAF: Loading List, 14.01.1945, Seite 1, NARA RG 18 E 7A Bx 4

Beispiel 3:
Oberkommando der Marine, Abt. SK3 Qu 3/45: Anlage zum Bericht über die Farbe des Wassers, Schaubild, 29.02.1945, Seite 1, TNA WO 216/35

4.2 Sekundärliteratur

Sekundärliteratur wird in der Fußnote durch den Verfasser und das Erscheinungsdatum zitiert. Hinzu kommt die Seitenzahl, wo sich die Information befindet.

Beispiel:
Müller, Martin (1990), Seite 21

4.3 Internet

Internetquellen werden in der Fußnote durch die vollständige URL angegeben.

Beispiel:
http://www.bundesarchiv.de/fachinformationen/00999/index.html: Informationsforum „Bewährtes bewahren? – Geschäftsgang im Wandel“; zuletzt gesehen am 23.06.15.

4.4 Sonstige Quellen

Sonstige Quellen sind in der Fußnote so anzugeben, dass eine eindeutige Zuordnung zum Quellenverzeichnis möglich ist. Bedarfsweise sind Seitenzahlen oder weitere Beschreibungen anzugeben.

5 Abkürzungen für Archive

Für die bearbeiteten Archive sind folgende Abkürzungen zu verwenden:

Tab. A-2.2-3 Abkürzungen für Archive

Archive in Deutschland	Abkürzung
Bundesarchiv-Militärarchiv, Freiburg	BA-MA
Bundesarchiv, Berlin und Koblenz	BA
Hauptstaatsarchiv Stadt XYZ (die Stadt wird durch das Autokennzeichen abgekürzt)	HStA Wü
Staatsarchiv Stadt XYZ (die Stadt wird durch das Autokennzeichen abgekürzt)	StA Wü
Landeshauptarchiv Land (das Land wird abgekürzt)	LHA NRW
Landesarchiv Land (das Land wird abgekürzt)	LA NRW
Stadtarchive, Gemeindearchive und Kreisarchive werden mit dem Ortsnamen versehen	StadtA Ulm KreisA Ulm-Land GemA Tal
Akademie der Bundeswehr für Information und Kommunikation, Strausberg bei Berlin	AIK
Die Bundesbeauftragte für die Unterlagen des Staatsicherheitsdienstes der ehemaligen Deutschen Demokratischen Republik, Berlin	BStU
Deutsches Historisches Institut, verschiedene Orte	DHI
Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Berlin	GStA PK
Institut für Zeitgeschichte, München	IFZ
Militärgeschichtliches Forschungsamt, Potsdam	MGFA
Politisches Archiv des Auswärtigen Amts, Berlin	PA/AA

Archive im Ausland	Abkürzung
Air Force Historical Research Agency, Maxwell Air Force Base/USA	AFHRA
Imperial War Museum, London und Duxford/UK	IWM
Library of Congress, Washington/USA	LoC
National Archives, Washington/USA	NARA
The National Archives, London und Kew/UK (ehemals Public Record Office / PRO)	TNA

6 Vervielfältigung und Weitergabe von Archivalien

Die übergebenen Unterlagen stammen aus verschiedenen nationalen wie internationalen Archiven, Bibliotheken und Dienststellen. Die einzelnen Institutionen haben deutlich unterschiedliche Benutzungsordnungen und urheberrechtliche Bestimmungen. Deshalb sind die in den vorangegangenen Kapiteln gegebenen Hinweise für die Quellenverzeichnisse und Zitate einzuhalten.

Für die Vervielfältigung und Weitergabe bestehen ebenfalls sehr unterschiedliche Regelungen der einzelnen Archive. Aus formalrechtlichen Erwägungen müssen daher bei Übergabe von Archivalienkopien diese im Besitz des NLBL 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 des NLBL bzw. des jeweiligen Archivs. Die Genehmigung für Veröffentlichungen wird auf Anfrage durch das NLBL 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 Abschnitten 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 Feststellung und Bewertung einer potenziellen Kampfmittelbelastung notwendig sind. Dazu werden Hinweise im Abschnitt 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.

Das Scannen der Bilder erfordert die Einhaltung technischer und fachlicher Mindestanforderungen, um geometrische Beeinträchtigungen bzw. fotografische Informationsverluste des Bildmaterials während des Scanvorgangs 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 Lufbildscans 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 sind, unter Berücksichtigung der ohnehin eingeschränkten Genauigkeit des Ausgangsmaterials, mittels leistungsfähiger Photogrammetrie-Software zu vernachlässigen.

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. verfügt Software zur Bildbearbeitung über Funktionen zur Betrachtung der Graustufenverteilung.

Ein ausgewogenes Histogramm darf keine Lücken aufweisen und umfasst einen möglichst vollständigen Grauwertebereich, so dass die im analogen Luftbild enthaltenen und für den Verwendungszweck erforderlichen Informationen bestmöglich wiedergegeben werden. Die optimale Graustufenverteilung muss während des Scanvorgangs 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 Bearbeitungsschritte können in der Regel temporär in der Software zur Bildbetrachtung und -auswertung erfolgen. Von einer permanenten Änderung der Originalscans ist grundsätzlich abzusehen.

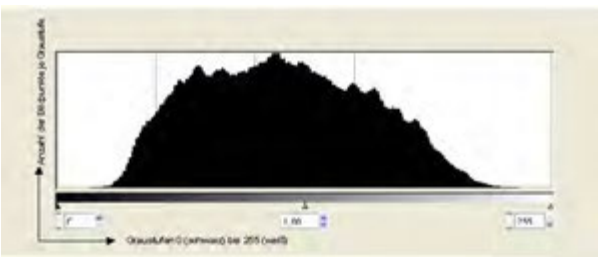


Abb. A-2.3-1 Histogramm mit Darstellung der Graustufenverteilung eines Luftbildes

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 Vorlagen 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 „Leistungsbeschreibung Phase A – 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.

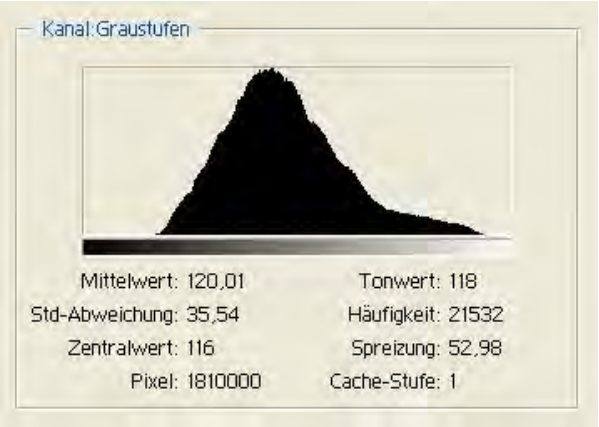
5.2 Prüfung der radiometrischen Qualität eines Luftbildscans

Ein analoges Luftbild hat keine radiometrischen Sprünge. Selbst bei scharfen Objektkanten gibt es keinen Grauwerteübergang über mehrere Stufen. Das Histogramm des Bildbereiches eines Luft-

bildscans 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.

Über das Histogramm kann während des Scanvorgangs der Bereich der auf dem Bild dargestellten Grauwerte auf den kompletten Wertebereich von 0 bis 255 gestreckt werden. Dadurch bleiben alle Bildinformationen erhalten und die Bildinhalte gewinnen i. d. R. an Kontrast.

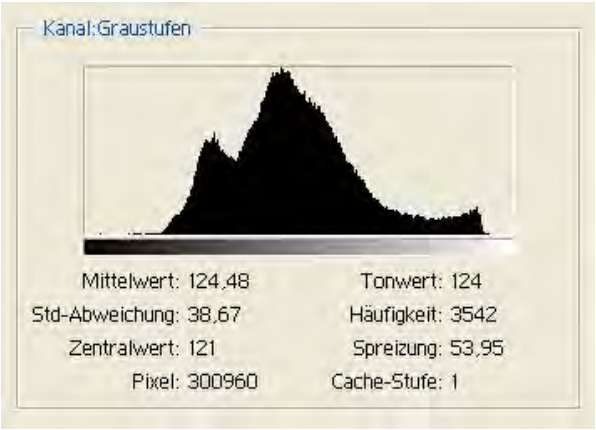
Beispiele für Histogramme und deren Bewertung sind den folgenden Abbildungen zu entnehmen.



Beispiel 1a
Gleichmäßige Graustufenverteilung, der vollständige Wertebereich von 0 bis 255 wird jedoch nicht genutzt.

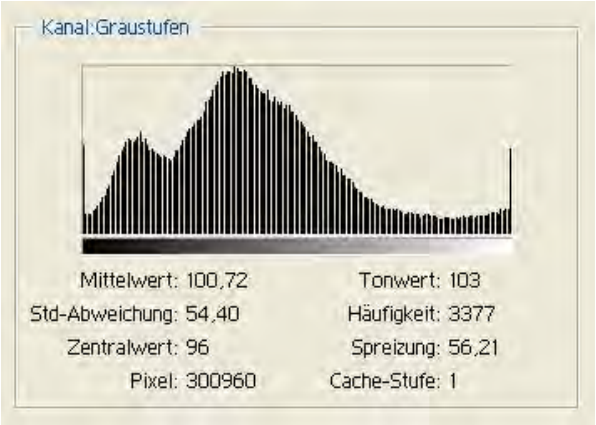
Beispiel 1b
Gleichmäßige Graustufenverteilung; durch Anpassung der Graustufenverteilung während des Scanvorgangs wird der Wertebereich von 0 bis 255 besser genutzt, das Bild enthält mehr Informationen.

Abb. A-2.3-2 Beispiele für Histogramme und deren Bewertung (Fortsetzung auf nächster Seite)



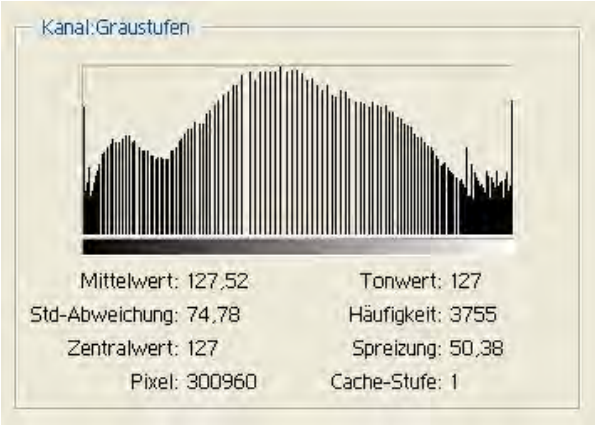
Beispiel 2a

Graustufenverteilung des Originalbildes, der vollständige Wertebereich von 0 bis 255 wird nicht genutzt.



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.



Beispiel 2c

Graustufenverteilung nach dem Versuch, eine Normalverteilung der Graustufen herzustellen, der zu einem inakzeptablen Informationsverlust im mittleren Graustufenspektrum führt.

A-2.3.2 Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung

1 Einleitung

Die Photogrammetrie beschreibt Messmethoden und Auswerteverfahren für Fotografien und digitale Bilder, mit deren Hilfe die räumliche Lage sowie Form und Größe von Objekten unterschiedlichster Art bestimmt werden können. Mit photogrammetrischen Auswerteverfahren können kampfmittelrelevante Informationen aus historischen Luftbildern erfasst und 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 A-9.2.4 „Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung“ und dem Anhang 7.2.3 „Leistungsbeschreibung Phase A – 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 „Auswertung von Luftbildern“ 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,
- in besonderem 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 in besonderem 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-Kontaktkopien 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 dargelegt, 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, das 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
⊕ Sehr gute Bildwiedergabe	⊕ In Abhängigkeit von der Qualität der Scans wird heute ebenfalls eine sehr gute Bildwiedergabe erreicht
⊕ Sehr guter räumlicher Eindruck bei Stereoluftbildpaaren	⊕ Sehr guter räumlicher Eindruck durch die Verwendung moderner stereoskopischer Auswertesysteme
⊖ Keine nachträglichen Bildverbesserungen möglich	⊕ Reversible Anpassung von Bildhelligkeit und -kontrast
	⊕ keine speziellen, hochpräzisen, mechanischen Geräteteile ⊕ keine mechanisch bedingten Messungenauigkeiten ⊕ keine Kalibrierung der Auswertegeräte ⊕ kein physischer Umgang mit Fotografien ⊕ geometrisch absolut stabile Lagerung (= Speicherung der Bilder) ⊕ Kombination von manueller, halbautomatischer und automatischer Messung/ Bildverarbeitung/Bildanalyse möglich ⊕ Kombination verschiedener Luftbildflüge möglich ⊕ Datengewinnung, -Verarbeitung, -Editierung, -Speicherung und -Verwaltung in einem System ⊕ Mehrbildverarbeitung (>2) möglich ⊕ Finden und Messen identischer Punkte in mehreren Bildern durch automatische digitale Grauwertkorrelation (z. B. automatische DHM-Messung)

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 relative Orientierung, auch gegenseitige Orientierung genannt, benötigt keine Passpunkte im Objektraum. Die Lage der Bilder zueinander im Raum wird wiederhergestellt, d. h. es wird lediglich die gegenseitige Ausrichtung der Strahlenbündel der Luftbilder in einem Modellkoordinatensystem zueinander mittels räumlicher Translationen und Rotationen bestimmt.

- Die äußere Orientierung der Luftbilder, d. h. die Bestimmung der Lage und Position der Kamera während der Aufnahme bezogen auf das fotografierte Gelände selbst.

- Erzeugung von Orthophotos unter Verwendung eines Digitalen Höhenmodells (DHM)

- 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 Rückwartsschnitt 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 Stereopaares 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. 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 Höhenmodels (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.

Tab. A-2.3-3 Aerotriangulation mit Bündelblockausgleich

Vorteile	Nachteile
→ Bereiche ohne Passpunkte lassen sich überbrücken, da nicht in jedem Bild Passpunkte benötigt werden. → Auch Bilder ohne Passpunkte werden i. d. R. zuverlässig georeferenziert. → Die Berechnung von Bildverknüpfungspunkten läuft über Bilderkennung automatisiert. → Die Bildblöcke können für eine digitale stereoskopische Auswertung verwendet werden. → 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).	→ Geländemodell erforderlich. → Bildüberlappung von min. ca. 60 % längs bzw. 20 % quer erforderlich, d. h. jedes Bild einer Sequenz muss eingebunden werden. → Bei Luftbildern mit einer kontrastarmen Textur ist evtl. das Setzen von manuellen Passpunkten erforderlich. → Kamerainformation erforderlich.

Tab. A-2.3-4 Räumlicher Rückwärtsschnitt

Vorteile	Nachteile
→ Die Geländetopographie wird berücksichtigt. → Die Zentralperspektive eines Bildes wird korrigiert, alle Bildpunkte werden lagerichtig abgebildet. → Keine Bildüberlappung erforderlich.	→ Geländemodell erforderlich. → Kamerainformation 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.

Tab. A-2.3-5 Direkte Lineare Transformation (DLT)

Vorteile	Nachteile
→ Es werden keine Kamerainformationen benötigt. → Die Zentralperspektive eines Bildes wird korrigiert, alle Bildpunkte werden lagerichtig abgebildet. → Keine Bildüberlappung erforderlich. → Die Geländemorphologie wird berücksichtigt.	→ Ineffizient bei großen Bildmengen (in jedem Bild müssen mindestens sechs Vollpasspunkte gemessen werden). → Systematische Bildfehler können nicht korrigiert werden. → Hoher manueller Aufwand bei der Erstellung von Orthofotos.

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 Berechnungsalgorithmen sinnvoll 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.

Bei der Luftbildentzerrung (Orthorektifizierung) ist ein hoher Automatisierungsgrad möglich. Die Topographie des Geländes wird berücksichtigt, es gibt keinen lagebedingten Höhenversatz. Eine Korrektur von systematischen Bildfehlern ist möglich (z. B. von geometrischen Fehlern 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.

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.

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 Geländemodell 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 einem Senkrechtbild gesprochen werden kann. Reproduktionsbedingte Mängel entstehen z. B. durch Abfotografieren der Bildoriginale oder durch Reproduktionen mittels High End-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.

Grundvorrausetzung bei diesen Verfahren ist die möglichst gleichmäßige Verteilung einer größeren Anzahl von Passpunkten (10 oder mehr) und eine sorgfältige Prüfung lokaler Abweichungen der georefenzierten 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.

Zur Überprüfung der erzielten Lagegenauigkeit sind die Lagekoordinaten korrespondierender Punkte im aktuellen Orthophoto und im zu überprüfenden historischen Orthophoto/referenzierten Luftbild zu bestimmen und die Differenzen zu berechnen. Diese Kontrollpunkte sind unabhängig von den zur Orientierung verwendeten Passpunkten zu bestimmen. Sollten nicht genügend unabhängige Kontrollpunkte auf Grund einer schlechten Passpunktlage vorhanden sein, so sind Strecken wie z. B. Gebäudelängen oder Distanzen zwischen Kreuzungen als Kontrollstrecken heranzuziehen. Die Messergebnisse sind in tabellarischer Form aufzuführen und die minimalen sowie maximalen Werte und der Median der euklidischen Distanz zu ermitteln. Durch einen Vergleich lässt sich die Genauigkeit des historischen Orthophotos/referenzierten Luftbildes einordnen und untereinander in Relation setzen. Eine zusätzliche Visualisierung der überhöhten Differenzen auf Grundlage des historischen Orthophotos/referenzierten Luftbildes ist wünschenswert, da so eine übersichtliche und optische Vergleichsmöglichkeit zur Suche nach systematischen Fehlern geschaffen wird.

Auf der nächsten Seite sind beispielhaft überhöhte Kontrollpunktdifferenzen eines aus historischen Luftbildern generierten Orthophotomosaiks dargestellt.

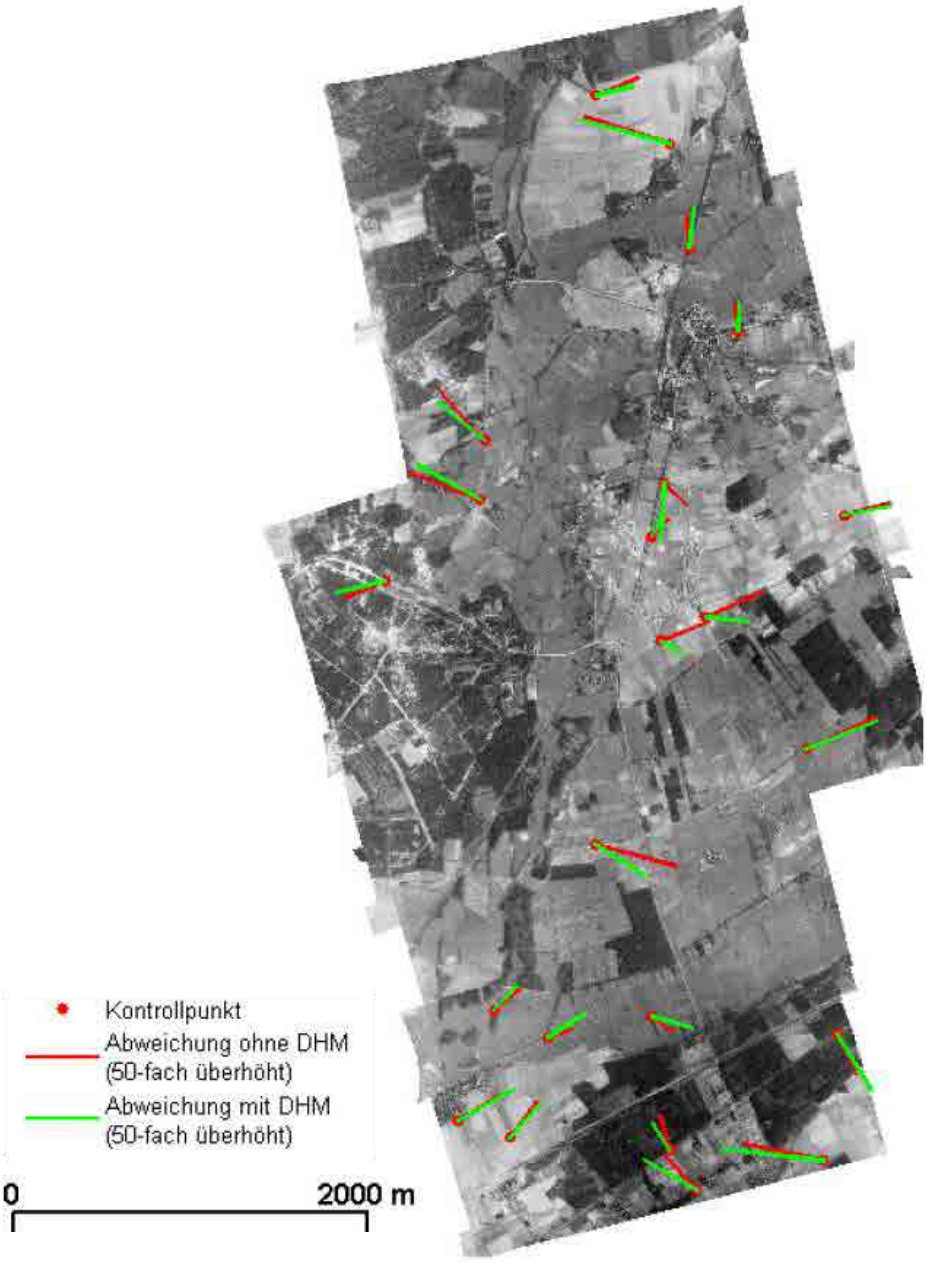


Abb. 2.3.2-1 Mit Matlab® erstellter Plot zur grafischen Visualisierung der Abweichungen der aus historischen Luftbildern (Flug US 33/2570) generierten Orthophotos und Referenzorthophotos. Die Abweichungen an den Kontrollpunkten sind mit 50-facher Überhöhung dargestellt (Quelle Luftbilder: NCAP/ncap.org; Quelle: Bachelorarbeit „Untersuchung zur zweidimensionalen Qualitätskontrolle von Bildmosaiken“ von Oskar Wage, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation der Leibniz Universität Hannover, 11. November 2015)

A-2.3.3 Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken

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.

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 A-9.2.5 „Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken“ 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 Angriffsereignis zugeordnet werden können. Wenn sich für spezifische Fragestellungen keine temporalen Anhaltspunkte ergeben, sind Luftbilder nach dem Kriterium „hinreichende 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 Gesichtpunkten 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 Luftbildauswertung 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 dies 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 und A-9.2.4) einzusetzen.

3 Durchführung der Auswertung

3.1 Spezifizierung von Auswertezielen

Die genaue Festlegung der Ziele der Luftbildauswertung 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: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung“ beschrieben. Sofern die Verortung der Auswerteergebnisse 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 Luftbildinformationen 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 Auswerteergebnisse ist damit in besonderem Maße 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 Auswerteergebnisse 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 „Leistungsbeschreibung Phase A – Luftbildorientierung und Luftbildauswertung“ 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 Auswerteergebnisse muss für den Auftraggeber nachvollziehbar sein. Die Rahmenbedingungen und Verfahrenschritte 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 Geodatenbestände. 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
Auftraggeber
Auftragnehmer
Projektnummer
Liegenschaft
Projekttitel
Thema Geodaten
Dateiname
Datenformat
Inhaltliche Beschreibung
Erstellungsdatum
Raumbezugssystem
Bearbeitungsstatus
Beschreibung Attribute 1 bis n
```

A-2.3.5 Digitales Geländemodell aus Laserscandaten

1 Einleitung

Die Gründe für die Nutzung eines Digitalen Geländemodells (DGM) aus luftgestützten Laserscandaten („airborne laserscanning", ALS) ergeben sich aus den Einschränkungen der Luftbildauswertung:

Historische Luftbilder aus der Zeit des Zweiten Weltkrieges und der frühen Nachkriegszeit dokumentieren den aufgenommenen Geländeausschnitt unmittelbar, unverfälscht und realitätsgetreu. Sichtbare Bombardierungseinwirkungen wie Bombentrichter oder Gebäudeschäden geben Aufschluss über das Ausmaß von Kriegsschäden und ermöglichen eine Lokalisierung und Abgrenzung von potentiell kampfmittelbelasteten Flächen. Die Interpretationsmöglichkeiten der Luftbildauswertung sind allerdings ausgeschöpft, sobald die Bodensicht durch Baumbestand, Belaubung, dichtes Unterholz und Schattenwurf eingeschränkt ist. Dort können Erkenntnislücken entstehen, so dass die Aussagekraft über eine potentielle Belastung des Untergrundes mit Kampfmitteln geschmälert wird.

Erfahrungsgemäß bleibt die Geländebeschaffenheit im Wald bei geringem Einfluss durch den Menschen über Jahrzehnte hinweg nahezu unverändert. Unter der Voraussetzung, dass der zu untersuchende Waldbereich seit dem Zweiten Weltkrieg besteht, können anhand eines Digitalen Geländemodells Hohlformen (z. B. Bombenkrater, Laufgräben) bzw. Vollformen (z. B. Bunkeranlagen) aus der Kriegszeit noch heute nachgewiesen werden.

Eine bessere Abgrenzung der bombardierten Flächen im Wald und eine Verifizierung der unsicheren Befunde wird durch die kombinierte Verwendung von historischen Luftbildern und eines Digitalen Geländemodells ermöglicht.

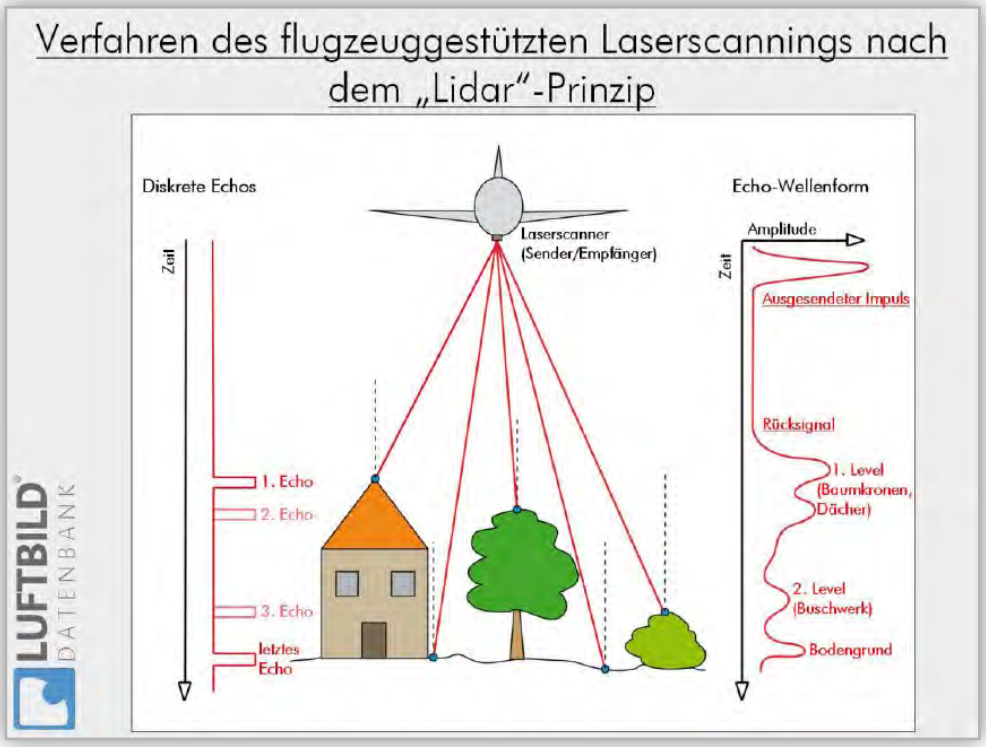


Abb. A-2.3-2
Verfahrensskizze „Lidar" (Quelle: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH)

2 Grundlagen

Lidar (Light detection and ranging) ist eine dem Radar sehr verwandte Methode zur optischen Entfernungsmessung mittels Laserstrahl. Hierzu werden Laserpulse ausgesendet und das von einem Objekt reflektierte Licht detektiert. Aus der Laufzeit der Signale wird dann die Entfernung zum Objekt berechnet. Luftgestützte Laserscanner (ALS) werden in Flugzeugen oder Helikoptern eingebaut und sind optische Systeme zur Vermessung von Landschaftsoberflächen und -strukturen und dienen der Erstellung von digitalen Gelände- und Oberflächenmodellen. Die Scanner registrieren mehrere Reflexionen (und deren Intensität) eines einzelnen Laser-Pulses und sind so in der Lage, z. B. über Waldgebieten sowohl die Baumkronen als auch den Boden zu erfassen.

3 ALS-Datenerfassung

Die Aufnahme mittels Laserscanning erfolgt in mehreren Schritten:

1) Planung der Aufnahme (Flugplanung)
Die Planung des Fluges richtet sich nach den Vorgaben für die Aufnahme. Das Aufnahmegebiet ist vollständig mit der erforderlichen Punktdichte aufzunehmen. Die Aufnahme sollte bei Laub- und Schneefreiheit erfolgen, um auch bei dichtem Bewuchs den Boden entsprechend den Vorgaben erfassen zu können.

Aus den Projektvorgaben (i. d. R. der mittleren gewünschten Punktdichte) und den physikalischen Parametern des eingesetzten Scanners (Aufzeichnungsrate, Zeilenfrequenz, Öffnungswinkel) ergeben sich die Flughöhe sowie der Abstand der einzelnen Flugstreifen.

2) Befliegung (Aufnahme)
Neben den Laserscandaten muss zu jedem Zeitpunkt die Position und Lage des Fluggerätes (in allen drei Raumrichtungen) aufgezeichnet werden.

3) Berechnung der Flugpfade (Trajektorien)
Nach der Aufnahme werden die tatsächlichen Flugpfade aus den aufgezeichneten Positions- und Bewegungsmessungen berechnet.

4) Echoextraktion
Aus den aufgezeichneten reflektierten Signalen werden die eigentlichen Echos extrahiert.

5) Kalibrierung des Aufnahmesystems und Georeferenzierung der Laserdaten
Im Rahmen der Kalibrierung des Aufnahmesystems wird ermittelt, wie die Komponenten des Aufnahmesystems zur Aufnahmezeit zueinander orientiert waren, und es wird eine Reihe von Parametern des Scanners und der Aufnahme ermittelt (Maßstab, Nullpunktverschiebung, atmosphärische Korrekturen).

6) Klassifikation der Laserdaten
Je nach Projektvorgaben werden die Daten nun in verschiedene Höhenklassen eingeteilt (z. B. Boden, niedrige Vegetation, hohe Vegetation, Gebäude, Oberleitungen).

7) Berechnung der Rasterdaten und sonstigen Ergebnisse
Aus den klassifizierten Daten werden regelmäßige, quadratische Raster berechnet, da Rasterdatensätze wesentlich einfacher bearbeitet werden können als Punktwolken.

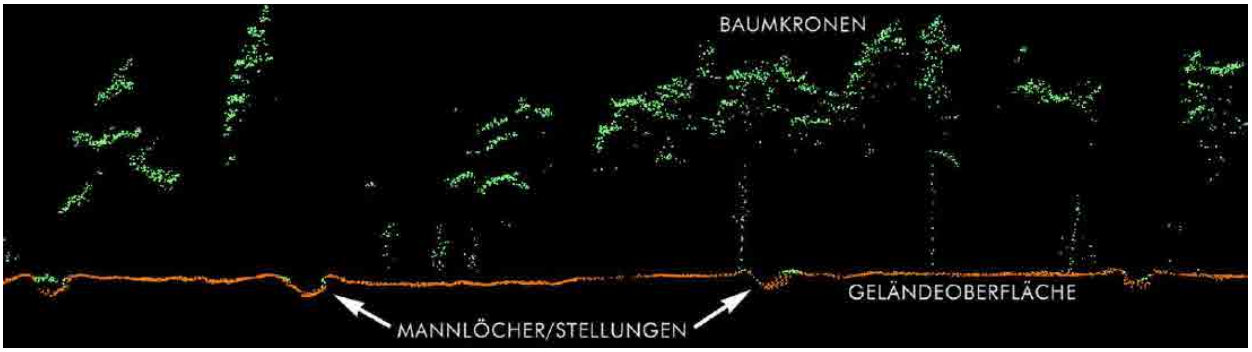


Abb. 2.3-3 Querschnitt durch eine Punktwolke (Quelle: Daten: NLBL, Darstellung: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH)

Qualitätskriterium digitaler Geländemodelle

Das Qualitätskriterium ist die räumliche Auflösung (Rasterweite) des DGM. Mit steigender Rasterweite des DGM (also abnehmender Auflösung) steigt – ähnlich wie bei kleiner werdenden Maßstäben topographischer Karten – der Grad der Generalisierung der realen Erdoberfläche durch das Modell. Die Höhengenauigkeit der Rasterzellen des DGM ist neben der Rasterweite auch von der Neigungsstärke der realen Erdoberfläche und der Größe der Reliefformen abhängig. Bei zunehmender Neigungsstärke (Steilheit) und kleiner werdenden Reliefformen ist mit einer Abnahme der Höhengenauigkeit des DGM zu rechnen. Kleinformen unterhalb der Rasterweite können natürlich von einem DGM nicht wiedergegeben werden.

Verfügbarkeit

Ein DGM 1 (Rasterweite 1 m) wird nicht von allen Bundesländern geführt. Aktuelle Angaben zur Verfügbarkeit in den einzelnen Ländern erteilen die jeweiligen Landesvermessungsämter oder die Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen (AdV, **www.adv-online.de**).

Für einen Erkenntnisgewinn – z. B. bezüglich der Abgrenzung von bombardierten Flächen im Wald – ist ein von den Landesvermessungsämtern bezogenes DGM 1, falls verfügbar, insbesondere wegen der relativ günstigen Beschaffungskosten meist ausreichend.

Eine gesonderte Befliegung (dann am besten mit höherer Auflösung, z. B. Rasterweite 0,2 m) wird aufgrund des relativ hohen Aufwandes nur im Einzelfall in Betracht kommen (Kosten-Nutzen-Betrachtung).

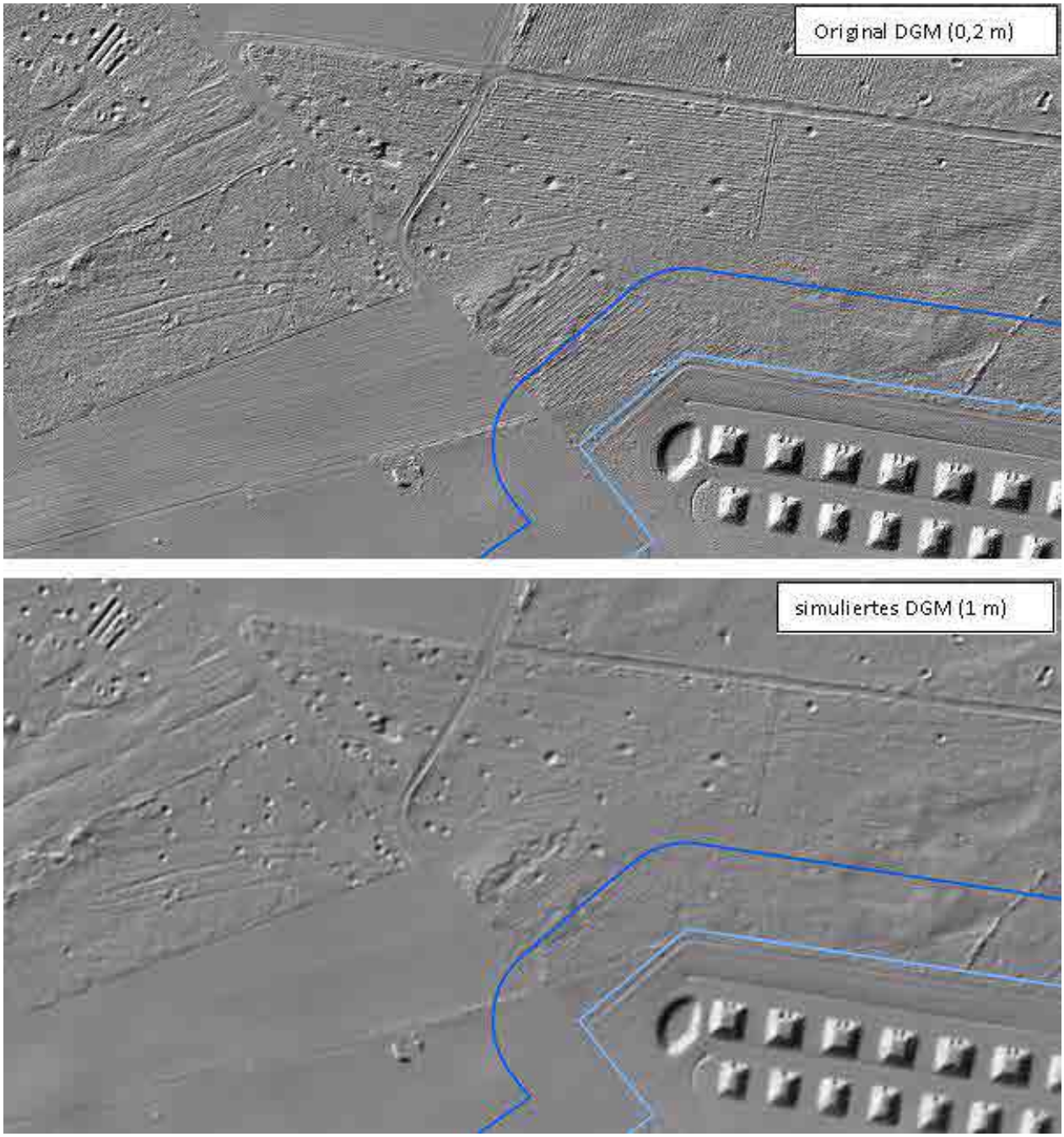


Abb. A-2.3-4
DGM 0,2 und DGM 1 im Vergleich

Oben
Schräglichtschummerung der Originaldaten des DGM (0,2 m Auflösung)

Unten
Durch Komprimierung und Glättung der Originaldaten angenäherte Darstellung eines DGM 1 (1 m Auflösung) (Quelle: Daten: NLBL, Darstellung: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH)

4 Möglichkeiten und Grenzen

Die Lagegenauigkeit von Bodenobjekten im Digitalen Geländemodell ist vergleichbar mit der Auflösung und Präzision eines aktuellen Digitalen Orthofotos. Das DGM bildet u. a. Wege, Abflussrinnen und Flurkanten ab, die in aktuellen Orthophotos von Vegetation verdeckt werden, aber als zusätzliche Passpunkte für die Georeferenzierung von historischen Luftbildern dienen können. Außerdem können Lageabweichungen von bereits georeferenzierten Luftaufnahmen und kartierten Befunden auf Grundlage des Geländemodells korrigiert werden. Potentiell kampfmittelrelevante Befunde, die in den Kriegsluftbildern erkennbar sind, lassen sich anschließend mit den Daten des Geländemodells abgleichen. In einigen Fällen können weitere Bombentrichter ausgewiesen werden, die im Kriegsluftbild aufgrund der eingeschränkten Bodensicht nicht zu registrieren sind. Gegebenenfalls besteht auch die Möglichkeit, einen Kampfmittelverdacht durch das DGM zu entkräften.

Weiterhin besteht durch die Nutzung eines Digitalen Geländemodells die Möglichkeit, Oberflächenanalysen durchzuführen. So geben bspw. Geländeprofile Aufschluss über die Beschaffenheit von Hohl- und Vollformen, und zwar deutlich detaillierter als dies nur über Schräglichtschummerungen möglich ist.

Neben Bombentrichtern können auch militärisch bedingte Hohlformen wie Stellungssysteme und Laufgräben anhand ihrer Querschnitte im DGM identifiziert werden (z. B. schmale Öffnung und steile Wände bei Laufgräben). Das DGM ermöglicht somit eine differenzierte Klassifizierung von Hohlformen, die das Luftbild naturgemäß nicht bietet.

Digitale Geländemodelle stoßen in der Kampfmittelerkundung dort auf Grenzen, wo während der vergangenen 70 Jahre eine anthropogene Überprägung des Geländes erfolgt ist. Hierzu zählen u. a. Ackerbau, Weidewirtschaft, forstwirtschaftliche Maßnahmen, Bautätigkeiten oder militärischer Regel- und Übungsbetrieb. Bombentrichter aus der Kriegszeit können in diesem Fall meist nicht mehr oder nur noch partiell nachgewiesen werden.

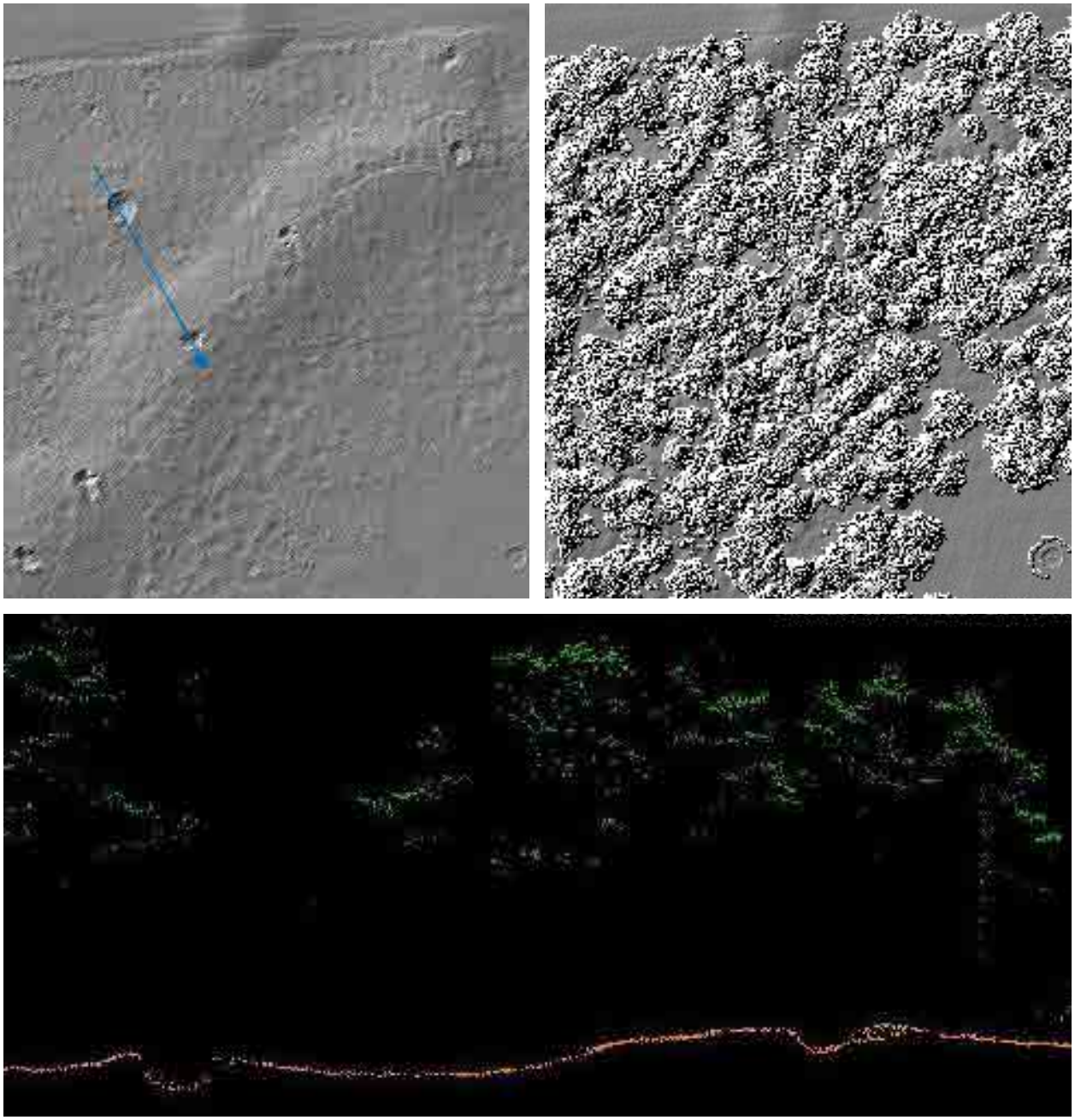


Abb. A-2.3-5 Schützenlöcher im Wald

links: Bodenmodell (DGM, also letzte Reflexion des Laser-Pulses)

rechts: digitales Oberflächenmodell (DOM, d. h. erste Reflexion, hier: Baumkronen/Vegetation);

unten: Querprofil entlang des blauen Pfeils.

Die Mulden sind im DOM nicht erkennbar. An der Form ist bereits in der Schummerung erkennbar, dass es sich hierbei nicht um Bombentrichter handelt.

Die Senke im NW (links im Profil) könnte zwar von der Form her ein Bombentrichter sein, aufgrund der steilen, scharf dargestellten Ränder ist sie aber erheblich jüngeren Datums (Quelle: Daten: NLBL, Darstellung: Luftbilddatenbank Dr. Carls GmbH).

A-2.4 Handlungsanweisung Rüstungsaltstandorte/ -altablagerungen und Kampfmittelräumung

Die Handlungsanweisung „Bearbeitung von Rüstungsaltstandorten und Rüstungsaltablagerungen – Durchführung von Kampfmittelräumungen“ kurz „Handlungsanweisung Rüstungsaltstandorte/-altablagerungen und Kampfmittelräumung“ wurde durch die Leitstelle Boden- und Grundwasserschutz / Kampfmittelräumung erarbeitet und durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (heute Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) 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 Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz als auch dieser Baufachlichen Richtlinien Kampfmittelräumung und weiterhin uneingeschränkt gültig.

Die Handlungsanweisung „Bearbeitung von Rüstungsaltstandorten und Rüstungsaltablagerungen - Durchführung von Kampfmittelräumungen“ steht Ihnen als PDF-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 (s. a. 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 fünf Verursachungsszenarien 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 anzutreffenden Kampfmittel für jedes Verursachungsszenarium benannt. Sie werden in sieben 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 Verursachungsszenarien einzeln ausgewiesenen Kampfmittelverdachtsflächen werden den fünf Flächenkategorien (s. Textteil der AH KMR, Kap. 5) zugeordnet. Dabei werden die höchstmögliche 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 Verursachungsszenarien zu einer Kampfmittelbelastung geführt haben können. Für jedes Verursachungsszenarium 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_A bis K_A 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 Verwechselungen vermieden und klar gemacht, dass diese Einstufung auf den Ergebnissen 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.

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.

Tab. A-2.5-1 Zuordnung der Kampfmittel zu Fundklassen

Fund-klasse	Beschreibung (Funde von ... möglich)	Beispiel	Klassifizierung nach AH KMR
D_A	Waffen, Waffenteile	Gewehr-, Geschützreste	Kampfmittel
E_A	Kampfmittel mit Explosivstoffen ohne Zünder	10,5 cm Granate ohne Zünder, Splitter/Fragment mit Explosivstoffanhaftung	
F_A	Kampfmittel mit Explosivstoffen und Zünder	3,7 cm SprGr mit Zünder	
G_A	Kampfmittel mit Explosivstoffen und selbstdetonationsfähigem oder aufgrund mittelbarer Energiezufuhr wirkfähigem Zünder	8,8 cm PzSprGr	
H_A	Kampfmittel, die flüchtigen Brand-, Reiz- oder Nebelstoff enthalten	Nebeltopf, nicht ausgenebelt, Phosphorbrandbombe	
J_A	Kampfmittel, die strahlende Substanzen enthalten oder aus diesen bestehen	Wuchtgeschosse aller Kaliber, die als DU-Munition (depleated 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_A	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.	

7 Bewertung

Im Textteil erfolgt in Kapitel 5.2 eine Kategorisierung von kampfmittelverdächtigen und kampfmittelbelasteten Flächen:

Kategorie	Erläuterung
1	Der Kampfmittelverdacht hat sich nicht bestätigt. Außer einer Dokumentation besteht kein weiterer Handlungsbedarf.
2	Auf der Fläche werden Kampfmittelbelastungen vermutet oder wurden festgestellt. Für die Gefährdungsabschätzung sind weitere Daten erforderlich. Es besteht weiterer Erkundungsbedarf.
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.
4	Die festgestellte Kampfmittelbelastung stellt eine Gefährdung dar, die eine Beseitigung erfordert.
5	Die Kampfmittelbelastung wurde vollständig geräumt.

Die sieben Fundklassen können durch die damit verbundene Beurteilung des Verdachts in die fünf 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. Bohrlochsondierung) und unmittelbar anschließende Räumungen (gem. Technischer Spezifikation A-9.4.5 „Räumung 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 seit dem 2. Weltkrieg routinemäßig bei der Suche nach Landminen zum Einsatz. Bis heute erfolgt eine stetige Weiterentwicklung dieser Technik, die seit den 1990er Jahren auch für die Detektion von größeren Objekten im tieferen Untergrund eingesetzt wird. Es ist absehbar, dass die aktiven Verfahren auch in der Zukunft eine bedeutende Rolle spielen werden.

Als weitere Technik wird in jüngerer Zeit das Georadar (GPR, Ground Penetrating Radar) auch für die Zwecke der Kampfmittelsuche eingesetzt. Die hauptsächlichen Einsatzgebiete sind derzeit noch die militärische Kampfmittelsuche und die humanitäre Entminung. Die Arbeitsweise des GPR basiert auf der Aussendung sowie dem Empfang reflektierter elektromagnetischer Wellen, typischerweise in einem Frequenzbereich zwischen 200 MHz und einigen GHz.

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 (natürlicher, ungestörter Untergrund, bindige/nicht bindige bzw. elektrisch leitfähige Böden, Böden mit einem Bestand an ferrimagnetischen Mineralen, 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.

2.1.1 Herkunft und Art der Kampfmittel

Die Herkunft der Kampfmittel lässt sich den fünf Verursachungsszenarien (s. Anhang A-2.1.4) zuordnen. In der Regel wird hierdurch auch ihre Art bestimmt.

Aus **Luftangriffen** ist mit allen Arten von Abwurfmunition (z. B. Spreng-, Brand- und Splitterbomben, Luftminen) aus strategischen und taktischen Angriffen (auch Einzelabwürfe durch Jagdbomber) zu rechnen („Bombenblindgänger“). Hinzu kommen Kampfmittel aus dem Beschuss von Bodenzielen durch Bordwaffen und Raketen.

Bei **Bodenkämpfen** entstanden Kampfmittelbelastungen durch blindgegangene Munition bei Kampfhandlungen sowie Belastungen durch zurückgelassene oder verschüttete Munition und Waffen in Feuerstellungen, Stellungen und Stellungssystemen oder in Trichtern, Gruben und natürlichen Hohlformen im Bereich von Kampfgebieten. Hierzu gehören auch Belastungen durch Minenfelder und Belastungen durch vermine oder mit Sprengeinrichtungen versehene Infrastruktur (z. B. Brücken).

Bei der **Munitionsvernichtung** wurden Kampfmittelbelastungen durch die Vernichtung von

Kampfmitteln jeglicher Art durch Sprengungen, die Beseitigung von Munition durch Ablagerung und Entsorgung sowie durch Versenkung in Gewässern oder die Behandlung von Munition durch nicht berechtigte Personen zur Wertstoffgewinnung erzeugt. Sie sind unabhängig von Kampfhandlungen während der beiden Weltkriege und der Folgezeit entstanden.

Unter dem Begriff **Militärischer Regelbetrieb** werden die Vorgänge während des normalen Betriebs einer militärischen Liegenschaft im Kommandobereich militärischer Befehlsstrukturen in Friedens- und Kriegszeiten zusammengefasst. Dabei kann unterschiedlichen Standorttypen grundsätzlich auch ein unterschiedliches Kampfmittelinventar zugeordnet werden. Auf Standorten des Ausbildungs- und Übungsbetriebs ist ein großes Spektrum an Kampfmitteln zu erwarten. Zusätzlich können an Standorten des Versuchsbetriebs seltene, nur in geringen Stückzahlen hergestellte Erprobungsmunition und ungewöhnliche Beutemunition vorkommen.

Aus der **Munitionsproduktion und -lagerung** als Regelbetrieb entstammen die unterschiedlichsten Arten und Typen von Munition. Hierbei kann es sich genauso um schussfertige Munition und bezünderte Abwurfmunition handeln wie um Teile hiervon in den unterschiedlichen Stadien der Vorbereitung und Montage. Die Kampfmittel können das gesamte Spektrum der produzierten und gehandhabten Munition umfassen.

2.1.2 Tiefenlage der Kampfmittel

Bombenblindgänger liegen je nach Größe, Gewicht und Beschaffenheit des Untergrundes bis zu 10 Meter tief unter der Geländeoberkante bzw. der Sohle von Gewässern, selten tiefer. Dabei durchdringen Bombenblindgänger den Untergrund häufig auf einer kreisartigen Bahn und befinden sich daher nicht unmittelbar unterhalb des Einschlagsortes. Teile wie z. B. das Leitwerk werden oftmals beim Eindringvorgang abgerissen und befinden sich im Verlauf dieser Bahn.

Ebenfalls in größerer Tiefe können die im Rahmen von Bodenkämpfen in Stellungen, Trichtern, Gruben und natürlichen Hohlformen **zurückgelassenen oder verschütteten Kampfmittel** liegen. Auch aus dem militärischen Regelbetrieb und aus der Munitionsvernichtung können Kampfmittel in solche Hohlformen eingebracht worden sein. Gerade zur Beseitigung von Fundmunition wurden aber häufig auch Wasserflächen aller Art wie Kanäle, Flüsse, Seen, Teiche oder Becken genutzt, insbesondere an damals verkehrsgünstigen/zugangsgünstigen Stellen.

Gegen Kriegsende oder auch danach im Zuge der **Munitionsvernichtung** durch Sprengen weggeschleuderte Kampfmittel (angesprengte Munition) befinden sich meistens in der oberen Boden- bzw. Sedimentschicht auf den seinerzeitigen Sprengplätzen, manchmal auch mehr als 1.000 Meter davon entfernt. Im Bereich der bei der Vernichtung entstandenen Sprengtrichter dringen Kampfmittel jedoch auch bis zu 2 Meter weit in die Trichtersohle oder -wand ein. Im Zusammenhang mit einer starken Nutzung der Sprengtrichter wurden Kampfmittel dadurch bis in Tiefen von 20 m unter Ursprungsgeländeoberkante nachgewiesen.

Minen liegen in der Regel auf oder unmittelbar unter der Gelände- bzw. Sedimentoberkante.

Während des Krieges oder im Übungsbetrieb verschossene, aber nicht explodierte Munition (**Blindgänger**) liegt häufig in den oberen Dezimetern des Geländes/Sediments. Je nach Kaliber und Untergrundbeschaffenheit können aber auch Tiefenlagen zwischen 1 m und 6 m erreicht 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. Mithilfe 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. Marschenböden, anmoorige Böden, Moore, locker gelagerte Sande) liegen Bombenblindgänger zum Teil noch in Tiefen bis zu 10 m. Hier müssen zur Ortung Sondierungsbohrungen herangezogen werden.

Die oben aufgeführten Überlegungen beziehen sich nur auf natürliche Bodenverhältnisse. Durch Bodenumlagerungen/Aufschüttungen können die Bombenblindgänger auch tiefer liegen als sie natürlicherweise zu erwarten sind.

3 Anforderungen an die geophysikalische Untersuchungsmethodik

Für die Ortung von Einzelobjekten (Einzelanomalien) bis in größere Tiefen ist die Nutzung von Sensoren mit großer Tiefenerfassung von der Geländeoberkante bzw. Sedimentoberkante erforderlich.

Für eine Modellierung des Störkörpers (Bombe) inkl. einer Tiefenbestimmung ist die flächenhafte Erfassung des durch die Bombe hervorgerufenen Anomalienfeldes notwendig.

Bei größeren Objekten ist ein Profilabstand von 0,25 m für die Messungen ausreichend.

Bei Objekttiefen, die nicht durch Messungen von der Geländeoberkante bzw. Sedimentoberkante aus erfasst werden können, muss eine Ortung durch Einbringen von Messbohrungen erfolgen.

Sind die Einschlagsorte von möglichen Blindgängern (z. B. aus der Luftbildauswertung) bekannt, muss bei der Ortung trotzdem auch das Umfeld abgesucht werden. Neben der Lageungenauigkeit des Blindgängerverdachtspunktes aus der Luftbildauswertung (s. Anhang A-2.3.4) ist zu berücksichtigen, dass sich Bombenblindgänger nicht immer direkt unter dem Einschlagsort befinden. Der seitliche Abstand kann 6 – 10 m vom Einschlagspunkt betragen, die Tiefe bis zu 10 m erreichen. Die Abweichung ist abhängig von der Bodenbeschaffenheit. Bei weichen oder lockeren Böden muss der Suchradius daher 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.

Bei Verdachtsflächen in Gewässern ist dagegen eine Einzelfallbetrachtung erforderlich (Strömungsrichtung, Sedimentumlagerungen u. ä.). Vergrabene, verschüttete oder versenkte Kampfmittel kommen sowohl als kleinere Einzelobjekte als auch als Ansammlung im Boden vor. Aufgrund der kleinen Abmessungen der Kampfmittel ist die Nutzung von hochauflösenden Sensoren und die Einhaltung eines Spurabstandes von < 0,25 m notwendig.

Objektansammlungen können mit den vorhandenen Messverfahren 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, dessen Einzelanomalien nicht mehr objektbezogen ausgewertet werden können.

Verschossene oder versprengte Munition liegt meist oberflächennah. Aufgrund der häufig geringen Größe der Einzelobjekte sind empfindliche Sensoren mit einer an die erforderliche Suchtiefe angepassten Tiefeneindringung notwendig. Die Einhaltung eines Spurabstandes der Sensoren < 0,25 m ist notwendig.

Die Datenaufzeichnung hat flächenhaft zu erfolgen, da meist keine Vorab-Informationen über mögliche Fundstellen vorhanden sind.

Grundsätzlich ist bei Verdachtspunkten oder -flächen im Wasser eine geeignete Unterwassersensorik einzusetzen. Die Sondentechnik ist dabei im gleichmäßigen Abstand ohne Verkippung dicht über der Gewässersohle zu führen.

4 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 (geologischem) 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 Methodentests, 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 elektrisch stark leitfähigen Böden oder sehr heterogenem Untergrund).
- 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.

5 Dokumentation

Alle durchgeführten Arbeiten müssen in Form von Feldprotokollen und in zusammengefasster Form im Ergebnisprotokoll dokumentiert werden. Hierzu gehören (s. a. 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 Isolinienplänen 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 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 und 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.

6 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 Anhängen 3.1.2 bis 3.1.4.

6.1 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 vier 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.

6.2 Elektromagnetik

→ **Kontrolle der Geräteparameter und der Messwertreproduzierbarkeit:** Vor jeder Messreihe ist die Null-Lage der Anzeigeinstrumente 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.

6.3 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 Laufzeiten ist die Art der Bestimmung anzugeben: CMP (*Common Mid Point*, beim Georadar teilweise auch als WARR = *Wide Angle Reflection and Refraction* bezeichnet), Bohrlochmessung, Bestimmung der Dielektrizitätszahl an Proben oder mittels TDR-Sonde *(Time Domain Reflectometry)* im Gelände, 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 (s. a. 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 nordsuchenden 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).

Außerdem fallen die magnetischen Pole nicht mit den geografischen zusammen, sondern bilden zwischen ihren Achsen einen Winkel von ca. 11,4°. 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° an den Polen und annähernd 0° 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° in Richtung zum geografischen Nordpol in die Erdoberfläche ein und haben eine Flussdichte von ca. 50.000 nT.

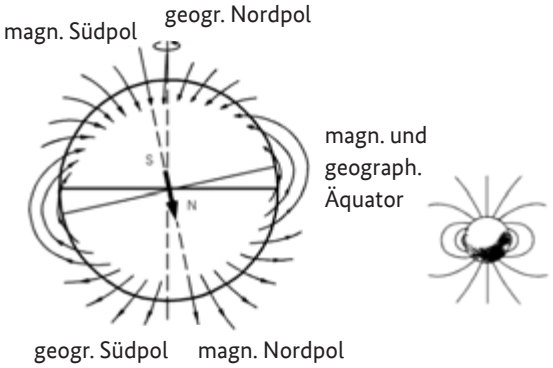


Abb. A-3.1-1 Das Magnetfeld der Erde (vereinfacht)

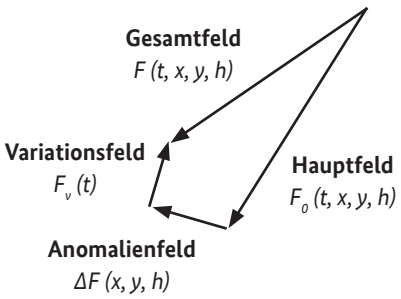


Abb. A-3.1-2 Zusammensetzung des magnetischen Gesamtfeldes (KNÖDEL et al., 1997)

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).

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 Anomalienfeld zu erfassen und daraus Aussagen über dessen Ursachen abzuleiten. Dazu müssen das Haupt- und das Variationsfeld eliminiert werden. Dargestellt wird das Anomalienfeld 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 dem Störkörper in Nord-Süd-Richtung.

Die Intensität des Erdmagnetfeldes wird in Nanotesla (nT) gemessen (1 nT = 10^{-9} Tesla). Als Beträge der magnetischen Flussdichte sind in Europa für das Hauptfeld 40.000 bis 52.000 nT, für das Variationsfeld 0,1 bis einige 100 nT und für das Anomalienfeld bis zu einigen 1.000 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.

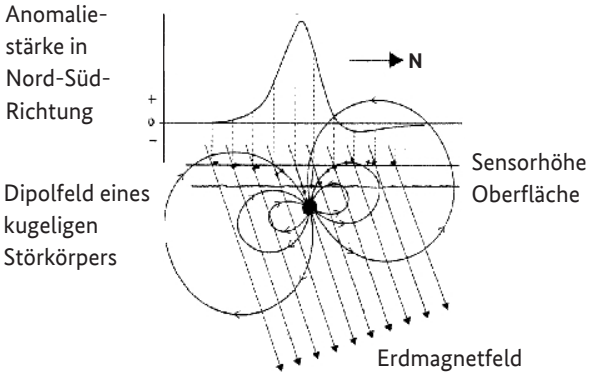


Abb. A-3.1-3 Dipolfeld eines kugeligen Störkörpers mit zugehörigem Anomalienbild (NEUBAUER, 1990)

Induzierte und remanente Magnetisierung

Das magnetische Anomalienfeld 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 κ und die relative magnetische Permeabilität μ sind Maßzahlen, welche die stofflichen Eigenschaften magnetischer Stoffe widerspiegeln. In der angewandten Magnetik rufen technisch hergestellte Ferromagnetika wie z. B. reines Eisen mit $\mu \approx 1.000$ und reines 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 zeigt das für Mitteleuropa (I = 60 – 70°) 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 zu 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 größer sein kann als die induzierte Magnetisierung. 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 Kampfmittelräumung 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. 3-Achs-Magnetometer messen sowohl die einzelnen Komponenten des Magnetfeldes (Vertikal- und Horizontalintensität) als auch die Totalintensität bzw. in Mehrfachanordnung deren Gradienten sowie die Winkeldifferenz der Horizontalkomponenten.

Einsatzbereiche von Magnetometern

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).

Abb. A-3.1-4 Eisendetektor EL 1303 der Firma Vallon im Einsatz (Foto: Vallon)

Im Folgenden werden die Eigenschaften des Fluxgate-Magnetometers (s. 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 Spulenkerne, die durch ein periodisches Wechselfeld bis zur Sättigung magnetisiert werden, zur Messung der Magnetfeldkomponente (Gleichfeld) parallel zur Kernachse (B = magnetische Flussdichte; H = magnetische Feldstärke). Mit Fluxgatemagnetometern ist eine kontinuierliche Messung möglich. So können 40 Messwerte pro Sekunde beim Abschreiten eines Messprofiles 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

Empfindlichkeit	0,1 nT
Messgenauigkeit	±1 nT
Dynamikbereich	±2.000 bzw. 30.000 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 zur 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 Gradientmessungen 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 Messvorgangs den Störpunkt 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 Kampfmittelräumung hauptsächlich eingesetzten Geräte sind im Differenzmessverfahren arbeitende Gradiometer unterschiedlicher Ausführung bezüglich ihres inneren Aufbaus. 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 (s. 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/ Typen-bezeichnung	Stufen	Empfindlichkeitsbereiche		Bemerkungen
Foerster GmbH & Co.KG **FEREX-Detektoren**	Stufe 1 – linear Stufe 2 – linear Stufe 3 – linear Stufe 4 – linear Stufe 5 – linear Stufe 6 – linear Stufe 7 – linear Stufe 8 – linear Stufe 9 – logarithmisch	0 – 3 nT/m 0 – 10 nT/m 0 – 30 nT/m 0 – 100 nT/m 0 – 300 nT/m 0 – 1.000 nT/m 0 – 3.000 nT/m 0 – 10.000 nT/m 0 – 10.000 nT/m		Diese „Stufen“ sind am Gerät nicht als „Stufe Nr. X“, sondern als Skalenwert in nT bzw. in nT/10 angegeben.
Ebinger Prüf- und Ortungstechnik GmbH **MAGNEX 120**	Stufe 1 – linear Stufe 2 – linear Stufe 3 – linear Stufe 4 – linear Stufe 5 – linear Stufe 6 – linear	0 – 3.000 nT/m 0 – 1.000 nT/m 0 – 300 nT/m 0 – 100 nT/m 0 – 30 nT/m 0 – 10 nT/m		
Vallon GmbH **EL1302D1**	Stufe 1 – linear Stufe 2 – linear Stufe 3 – linear Stufe 4 – linear Stufe 5 – linear Stufe 6 – linear Stufe 7 – linear	**lin x 1** 0 – 2.000 nT/m 0 – 600 nT/m 0 – 200 nT/m 0 – 60 nT/m 0 – 20 nT/m 0 – 6 nT/m 0 – 2 nT/m	**lin x 10** 0 – 20.000 nT/m 0 – 6.000 nT/m 0 – 2.000 nT/m 0 – 600 nT/m 0 – 200 nT/m 0 – 60 nT/m 0 – 20 nT/m	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.

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, Schlüsselbunde, 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. Beim Einsatz von Baugeräten sollte z. B. der Abstand zwischen Messort und Baugerät mindestens 4 m betragen. Zur Markierung georteter Störpunkte sind geeignete nichtmetallische Gegenstände zu verwenden.

3.2 Feldmessung ohne computergestützte Datenaufnahme (Flächensondierung)

Vor Beginn der eigentlichen Sondierung, wie die Tätigkeit in der Kampfmittelräumung 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 Räumpaare abgeteilt. Ein Räumpaar besteht aus einem Geräteführer und einem Räumarbeiter. Das Räumpaar 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).

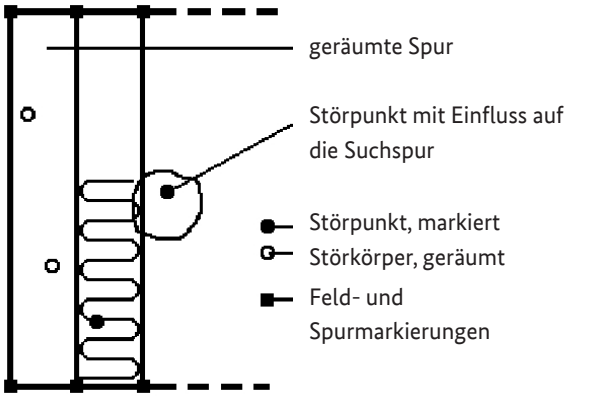


Abb. A-3.1-5 Der Suchvorgang

Bei Störsignalgrößen an der Grenze des Messbereiches ist in die nächstniedrigere Empfindlichkeitsstufe zurückzuschalten. Störpunkte sind mit geeigneten Mitteln zu markieren und die dort befindlichen Störkörper 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.

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 Messvorgangs 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. SAPOS®, 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.

Die Abbildungen A-3.1-6 bis -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)

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)

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 zu überprüfen. Dabei spielt die Genauigkeit der Datenaufnahme einschließlich ihrer Koordinaten eine bedeutende Rolle. Abweichungen von bis zu einem Meter im Umkreis bei behelfsmäßiger Vermessung erfordern ein erneutes Sondieren vor Ort. Uneffektiv ist es auch, eine hoch belastete Fläche mit bspw. mehr als fünf Störpunkten pro m^2 auf diese Weise zu räumen. 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.

3.4 Bohrlochsondierung

Bohrlochsondierungen werden eingesetzt, wenn mit der oberflächennahen Geophysik die erforderliche Detektionstiefe (= Kampfmittelhorizont) nicht erreicht werden kann (z. B. tiefliegende Bomben, hohe ferromagnetische Belastung an der Oberfläche).

Grundsätzlich wird hierbei unterschieden zwischen der Bohrlochsondierung und der Drucksondierung.

Bei der Bohrlochsondierung wird unter Sicherheit und mit schonenden Verfahren (drehend/spülend) ein Bohrloch errichtet und meist mit Kunststoffrohren ausgebaut. In dieses Bohrloch wird bspw. eine geomagnetische Sonde mit EDV-Aufzeichnung eingeführt (Differenzfeldstärke- oder Totalfeldmessung). Aber auch Elektromagnetik und Bohrlochradar, letzteres vorwiegend zur Überprüfung und genaueren Charakterisierung von magnetischen Anomalien, werden zunehmend in der Kampfmittelräumung eingesetzt.

Die Drucksondierung hat ihren Ursprung in der Baugrunderkundung. Hierbei wird eine Sonde mit kegelförmiger Spitze mithilfe eines Gestänges in den Boden gedrückt unter kontinuierlicher Aufzeichnung von Bodenparametern (CPT – *Cone Penetration Test*). Bei der Kampfmittelräumung wird dieser Sonde ein Magnetometer nachgesetzt. Die Aufzeichnung erfolgt kontinuierlich während des Drückens. Da die Datenaufzeichnung dabei in Echtzeit visualisiert werden kann, ermöglicht dieses Verfahren den unmittelbaren Eingriff in die Messung während der Ausführung (z. B. bei Annäherung an einen ferromagnetischen Störkörper). Zudem können die ermittelten geotechnischen Werte als Grundlage für die Bestimmung der örtlich spezifischen Eindringtiefe von Abwurfmunition verwendet werden und ggf. direkt bei der laufenden Sondierung Berücksichtigung finden.

Ausgangspunkt für beide Verfahren ist die Suche nach Bombenblindgängern bzw. der Verdacht auf Bombenblindgänger als Ergebnis der Luftbildauswertung. Bombenblindgänger liegen in der Regel nicht an ihrem Einschlagspunkt. Sie haben sich in einer charakteristischen Bahn unter der Erde fortbewegt und liegen meist in einem gewissen Abstand und in größerer Tiefe vom Einschlagspunkt.

Die Koordinaten des Einschlagspunktes werden aus Luftbildern ermittelt und im Gelände eingemessen. Dieser Verdachtspunkt ist auch gleichzeitig der Ort der ersten Sondierung. Um diesen Punkt wird ein Raster gelegt. Die Rasterweite ist abhängig von der Größe des zu suchenden Kampfmittels und vom Signal-Rausch-Verhältnis des Untergrundes.

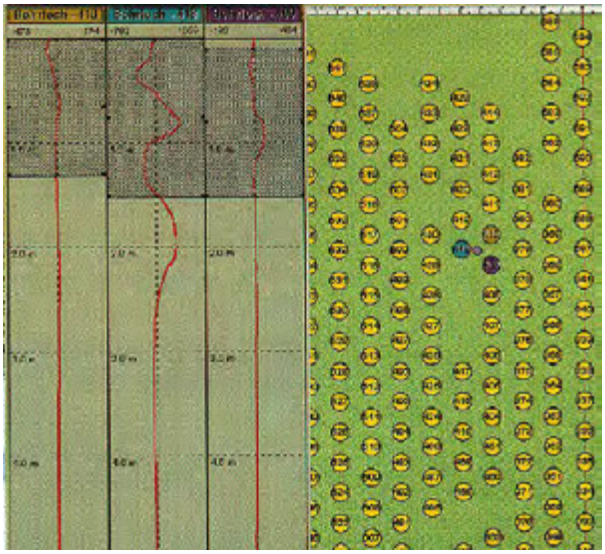


Abb. A-3.1-10 Beispiel eines Bohrlochfeldes inkl. einer Störkörperortung mit Magnetik

Neben der Überprüfung von luftbildsichtigen Bombenblindgängerverdachtspunkten werden Bohrlochsondierungen in bombardierten Gebieten bspw. auch zur Freigabe von Verbauachsen oder Pfahlgründungen eingesetzt.

Bei der Bohrlochsondierung ist das Niederbringen der ersten Bohrung unter sicherheitstechnischen Gesichtspunkten als am gefährlichsten einzustufen, da dieser Punkt vorher nicht ausreichend sondiert werden kann. Deshalb ist festgelegt, dass in diesem Fall das erste Bohrloch schrittweise jeweils um 1,0 m zu bohren und danach zu sondieren ist, um eine Anomalie zu erkennen und eventuellen Unfällen vorzubeugen. Nachdem das erste Bohrloch fertiggestellt ist, erfolgt die erste vollständige 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 unter gleichzeitiger Aufzeichnung der Wegstrecke oder in festen Zeittakten im Datenaufnahmegerät gespeichert. Die Wegstreckenaufzeichnung führt zu einer Verringerung von Tiefen-Messfehlern und wird daher in der Praxis bevorzugt eingesetzt. Die Sonde misst alle größeren ferromagnetischen Störkörper im Umkreis um das Bohrloch. Bei Ausbleiben eines Störkörpersignals können danach die benachbarten Bohrlöcher des Rasters ohne Gefahr direkt bis in die geforderte Tiefe abgebohrt 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 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.

Bei der Drucksondierung entfällt das schrittweise Vorgehen bei der ersten Sondierung, sofern die Daten in Echtzeit ausgewertet werden.

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-3.1-11b).

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-3.1-11c).

Die Störungen des Erdmagnetfeldes verteilen sich an der Erdoberfläche und bestehen meist aus einem positiven und einem negativen Bereich (s. a. 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-3.1-13 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.

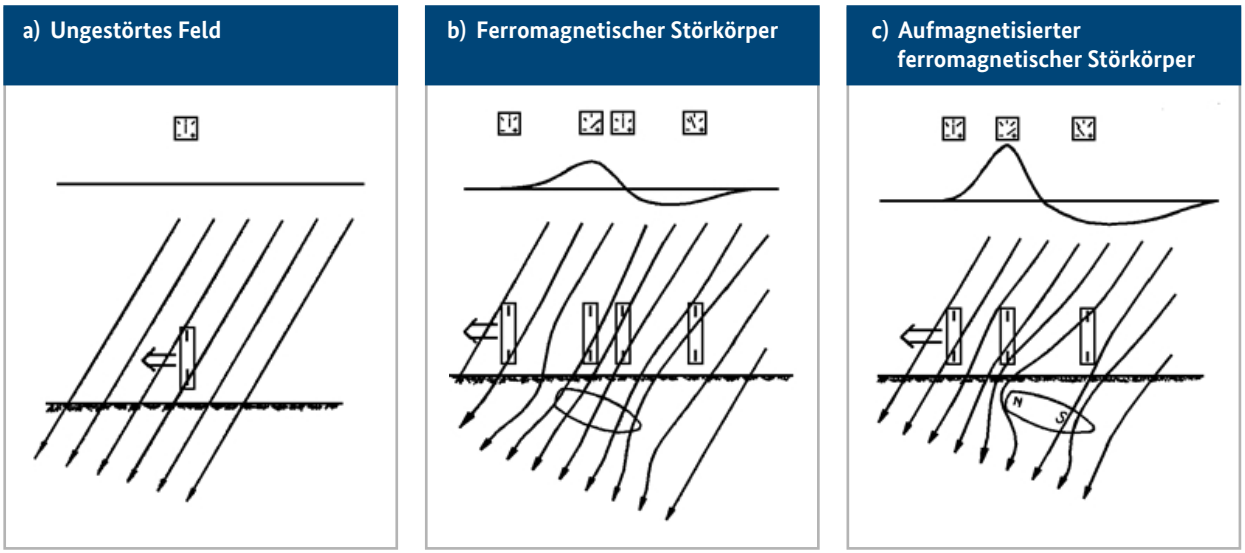


Abb. A-3.1-11 Feldlinienverlauf und Störgrößen

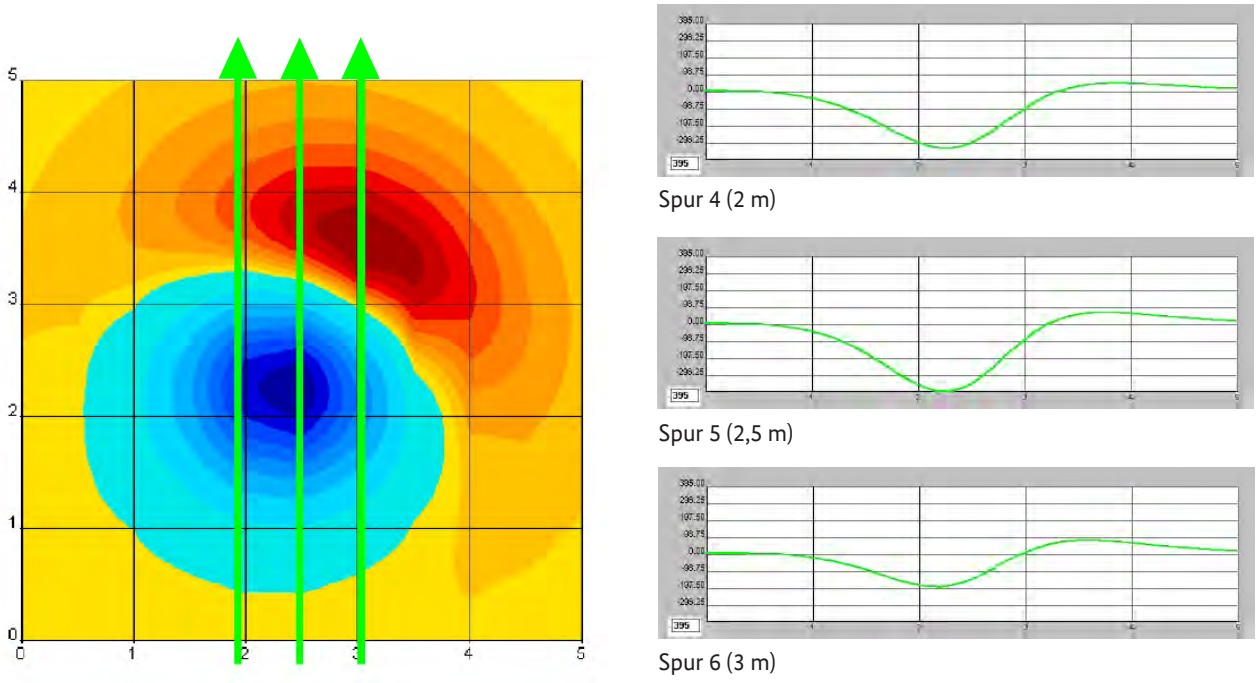


Abb. A-3.1-12 Anomalie eines Störkörpers und drei ausgewählte Spuren

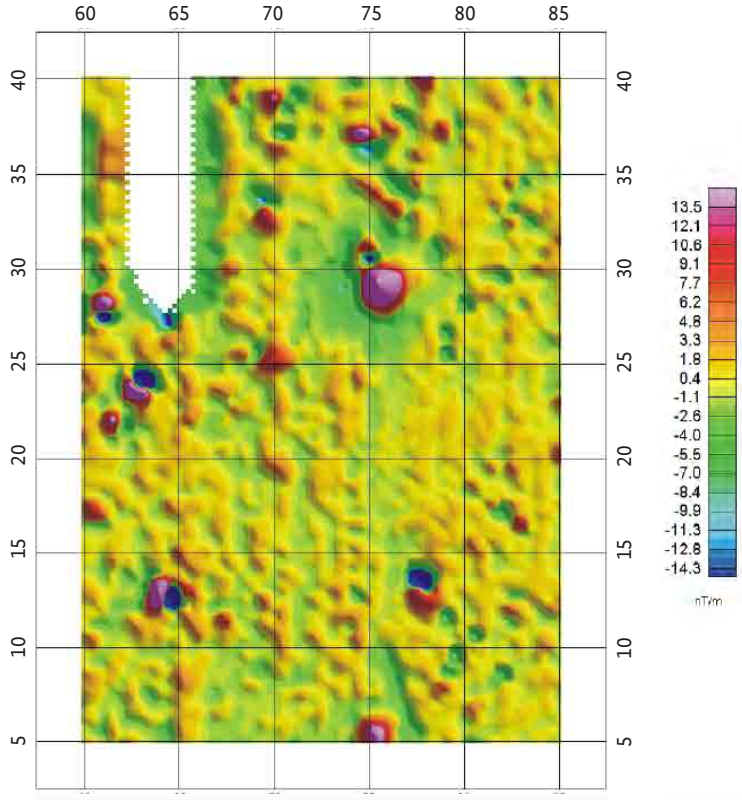


Abb. A-3.1-13 Feldmessung mit einem Gradiometer auf einem geplanten Neubaugebiet, Größe der Fläche: 25 x 35 m. Deutlich sind markante Einzelanomalien zu erkennen, die auf singuläre Störkörper im Untergrund hinweisen (geoFact GmbH).

Zum Einsatz kam bei der Messung ein Gradiometer (FM36, Geoscan Research), der Spurabstand 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.

Bezüglich der Lage eines magnetischen Störkörpers ergeben sich folgende Erkenntnisse über die Anomalienform:

Ein waagerecht 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).

Nach einer magnetischen Feldaufnahme müssen die Daten zur Interpretation aufbereitet werden.

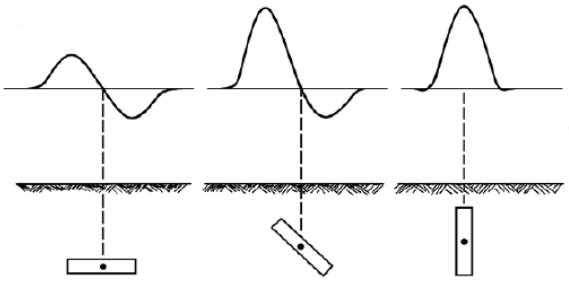


Abb. A-3.1-14 Signalformen in Abhängigkeit von der Lage des Störkörpers

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 Profilen. 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 mithilfe einer entsprechenden Software. Dies ist ein großer Vorteil gegenüber anderen Positionierungssystemen, da die Messungen nicht unmittelbar an Profile oder Messgitter

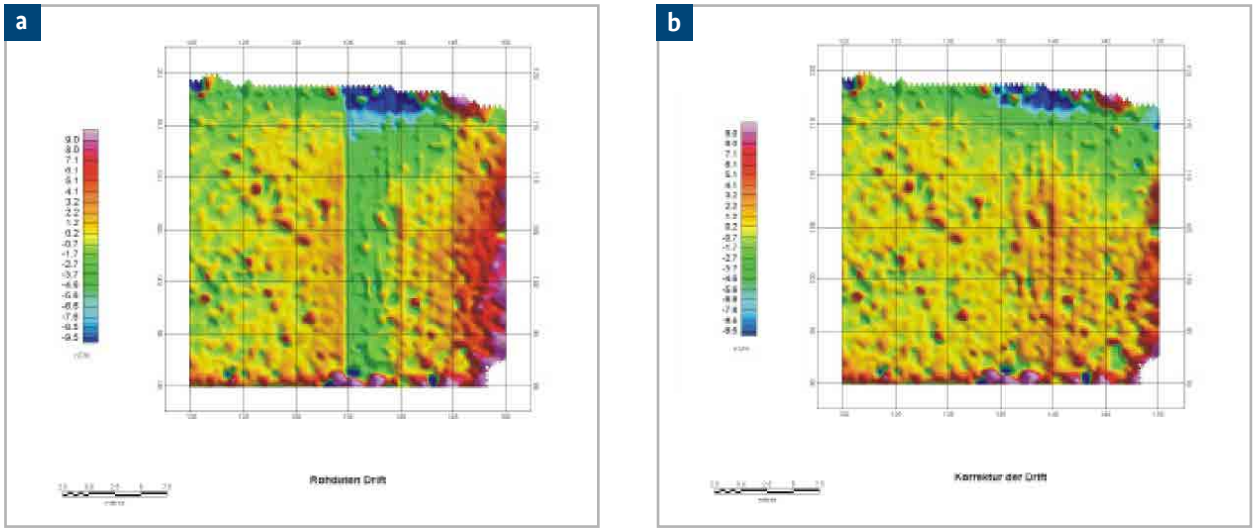


Abb. A-3.1-15 Bearbeitung magnetischer Daten durch Nullabgleich und Driftkorrektur, a) Zwei zusammengesetzte an unterschiedlichen Tagen gemessene Teilfelder, b) Die gleichen Teilfelder nach Nullabgleich und Driftkorrektur

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 wird. 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-3.1-15a 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-3.1-15b 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 der zeitlich bedingte Sprung korrigiert. Andere Ursachen für Sprünge in den Messdaten können auch Stöße gegen das Instrument während einer Messung sein.

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 (s. 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-Süd-Richtung,
- → Tiefenermittlung nach der Halbwertemethode ohne Beachtung der Nord-Süd-Richtung sowie
- → Tiefenermittlung durch Messung in zwei unterschiedlichen Höhen und Verwendung eines entsprechenden Auswertealgorithmus,
- → vereinfachte Tiefenermittlung bei kleinen Störkörpern in Oberflächennähe.

Die Auswertung der Halbwertsbreite liefert schnell eine erste Abschätzung über die Tiefenlage des Störkörpers. Im Folgenden wird kurz das Prinzip erläutert:

Für einen magnetischen Störkörper in Form eines horizontalen Zylinders gilt, dass sich die Tiefe 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).

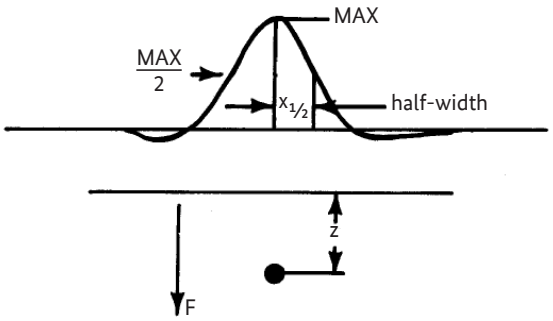


Abb. A-3.1-16 Bestimmung der Tiefe einer Kugel / eines horizontalen Zylinders aus der Halbwertsbreite der magnetischen Anomalie, z = 2 X ½ (aus BREINER, 1973)

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.

In der Praxis wird die Tiefe eines Störkörpers meistens nach der Halbwertemethode ohne Berücksichtigung der Nord-Süd-Richtung 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:

$$\Delta z = \frac{M}{z^3} \qquad \text{in der Höhe z}$$

$$T_z + \Delta z = \frac{M}{(z + \Delta z)^3} \qquad \text{in der Höhe z + Δz}$$

Durch Division der beiden Gleichungen und anschließender Auflösung nach z ergibt sich:

$$z = \frac{\Delta z}{\left(\frac{T_z}{T_z + \Delta z}\right)^{\frac{1}{3}} - 1}$$

mit

Δz	Abstand der beiden Sensoren
Tz	Messwert der Totalfeldanomalie in der Höhe z
$T_{z+\Delta z}$	Messwert der Totalfeldanomalie in der Höhe z + Δz

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 magnetischen 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 Tiefenberechnung 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 Tiefenberechnung 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.

Tiefenbestimmung 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 Targetinformationen

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 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., 1992). 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 des Störkörpers vorliegen.

Wenn der vorgegebene Strukturfaktor richtig gewählt wurde, 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.

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 Masse und Tiefenlage dienen. 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.

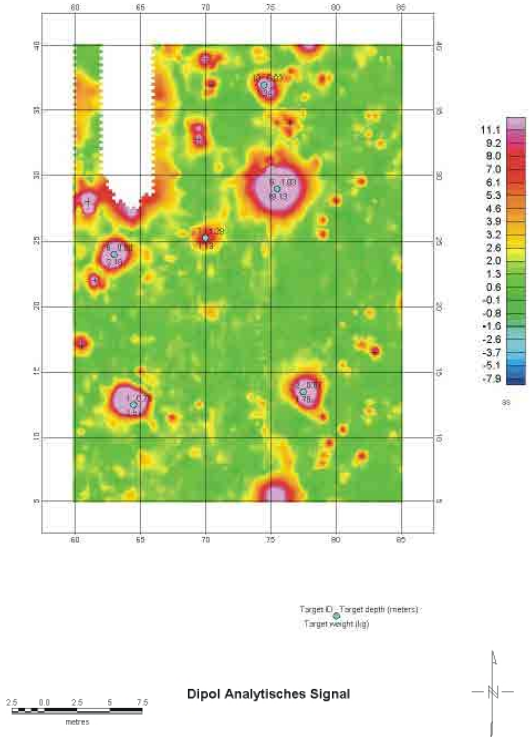


Abb. A-3.1-17 „Analytisches Signal mit Tiefenbestimmung“ für die Felddaten von Abbildung A-3.1-13

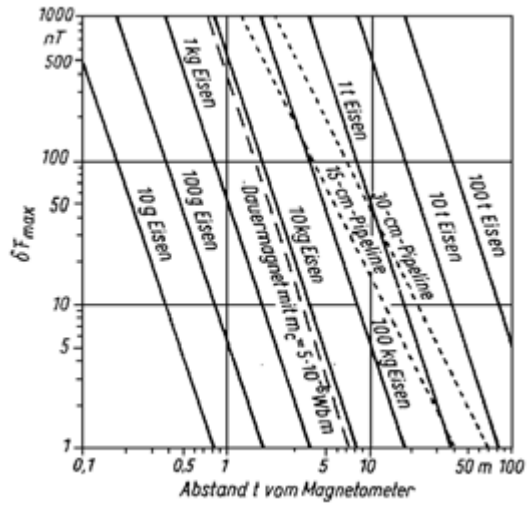


Abb. A-3.1-18 Nomogramm zur Abschätzung der maximalen Störwirkung dF_{max} von Eisenobjekten mit mc = 5 * 4 π * 10^{-8} Wb m je Kilogramm nach BREINER (1973), entnommen aus KNÖDEL et al. 1997. Beachte: dF_{max} kann sich in Abhängigkeit von der Härte des Eisens, der Inklination sowie der Lage des Vektors der remanenten Magnetisierung um den Faktor 5 ändern.

Tab. A-3.1-5 Targetliste aller identifizierten Anomalien aus Abb. A-3.1-13/-17 mit zugehöriger Objektbeschreibung

UXO		Target_ID	Targetliste				
X (m)	Y (m)		Mag_Depth (m)	App_weight (kg)	Bkgrd_fld	Depth_err (%)	XY_err
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
75,5	**29**	**9**	**1,93**	**19,13**	**-0,06**	**4,86**	**0**
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

UXO		Target_ID	Targetliste				
X (m)	Y (m)		Mag_Depth (m)	App_weight (kg)	Bkgrd_fld	Depth_err (%)	XY_err
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
75,5	**29**	**9**	**1,93**	**19,13**	**-0,06**	**4,86**	**0**
74,5	37	13	0,93	1,24	2,59	5,14	0

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 Probesondierungen und Probeangrabungen vorgenommen werden oder von Teilstücken bzw. der Gesamtfläche eine Datenaufnahme gemacht wird (s. a. 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 der Störpunkte bestimmt. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Tiefe, Lage im Raum und das Gewicht/Volumen der Störkörper zu bestimmen. Zum Abschluss werden die Störpunkte im Feld ausgepflockt.

Das erste Verfahren bietet sich bei stark belasteten Flächen mit kleinkalibriger Munition und Splittern bis 0,6 m Tiefe 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 lb) auf einem ehemaligen Militärgelände

Auf einem ehemaligen Militärgelände war aufgrund von Vorinformationen die ungefähre Lage einer Fliegerbombe aus dem Zweiten Weltkrieg bekannt. Mithilfe 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® 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, Tiefen und scheinbaren Gewichten.

Abb. A-3.1-19 zeigt einen Screenshot 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.

Die Auswertung ergibt unterhalb der Untersuchungsfläche elf kleinere Objekte, die sich im oberen halben Meter befinden. Nur ein Objekt befindet sich in ca. 1,7 m Tiefe 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 lb-Bombe, die sich horizontal liegend in ca. 1,5 m Tiefe befand.

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.

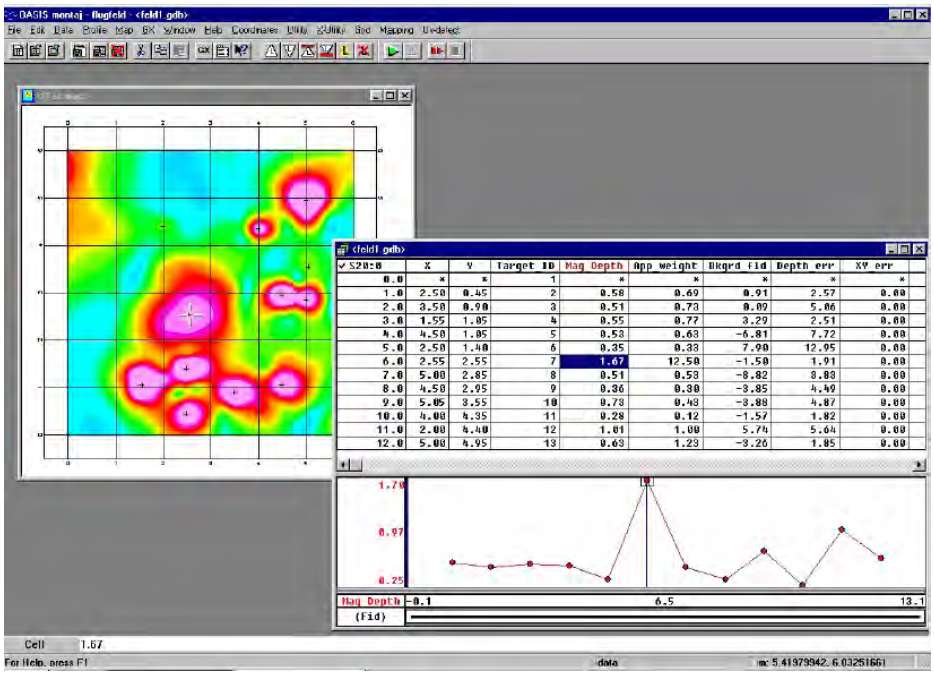


Abb. A-3.1-19
Auswertung einer Gradiometermessung zur Ortung einer Fliegerbombe auf einem Flugfeld (100 lb-Bombe, 1,5 m Tiefe, liegend)

Abb. A-3.1-20 Geborgene Fliegerbombe (100 lb) (Foto: Krummel)

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 (s. Abb. A-3.1-21). Durch einen Blick auf die Koordinaten und die dazugehörigen Anomalienformen (schwarz umkreist) erkennt man sofort, dass es sich bei dem Objekt in 1,8 Tiefe (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 Tiefe.

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.

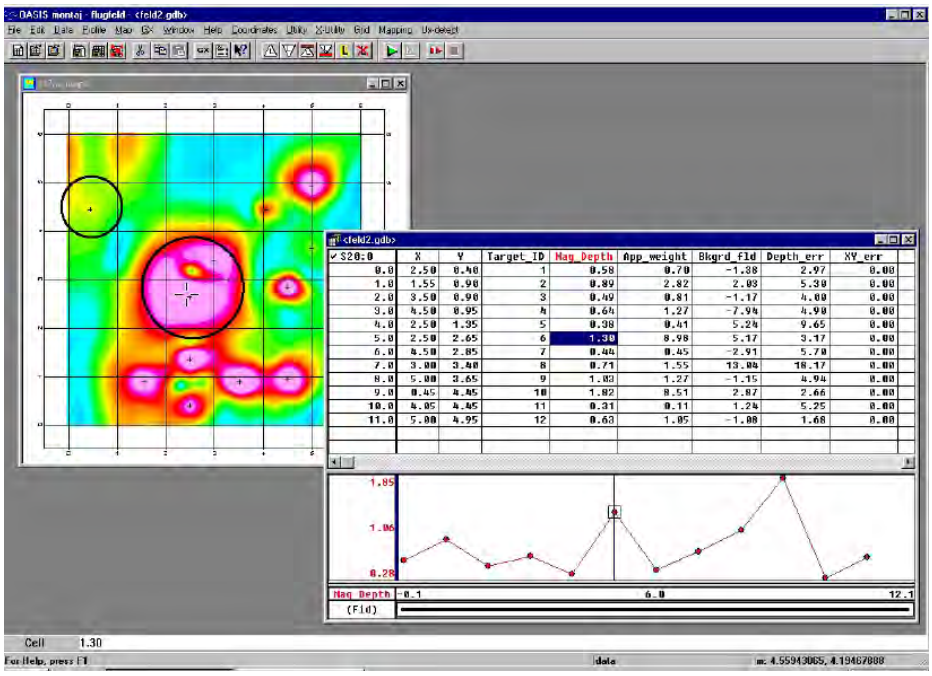


Abb. A-3.1-21 Auswertung einer Gradiometermessung zur Ortung einer Fliegerbombe auf einem Flugfeld (100 lb-Bombe in 1,5 m Tiefe, gekippte 45° Lage)

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 sieben 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 bis 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.

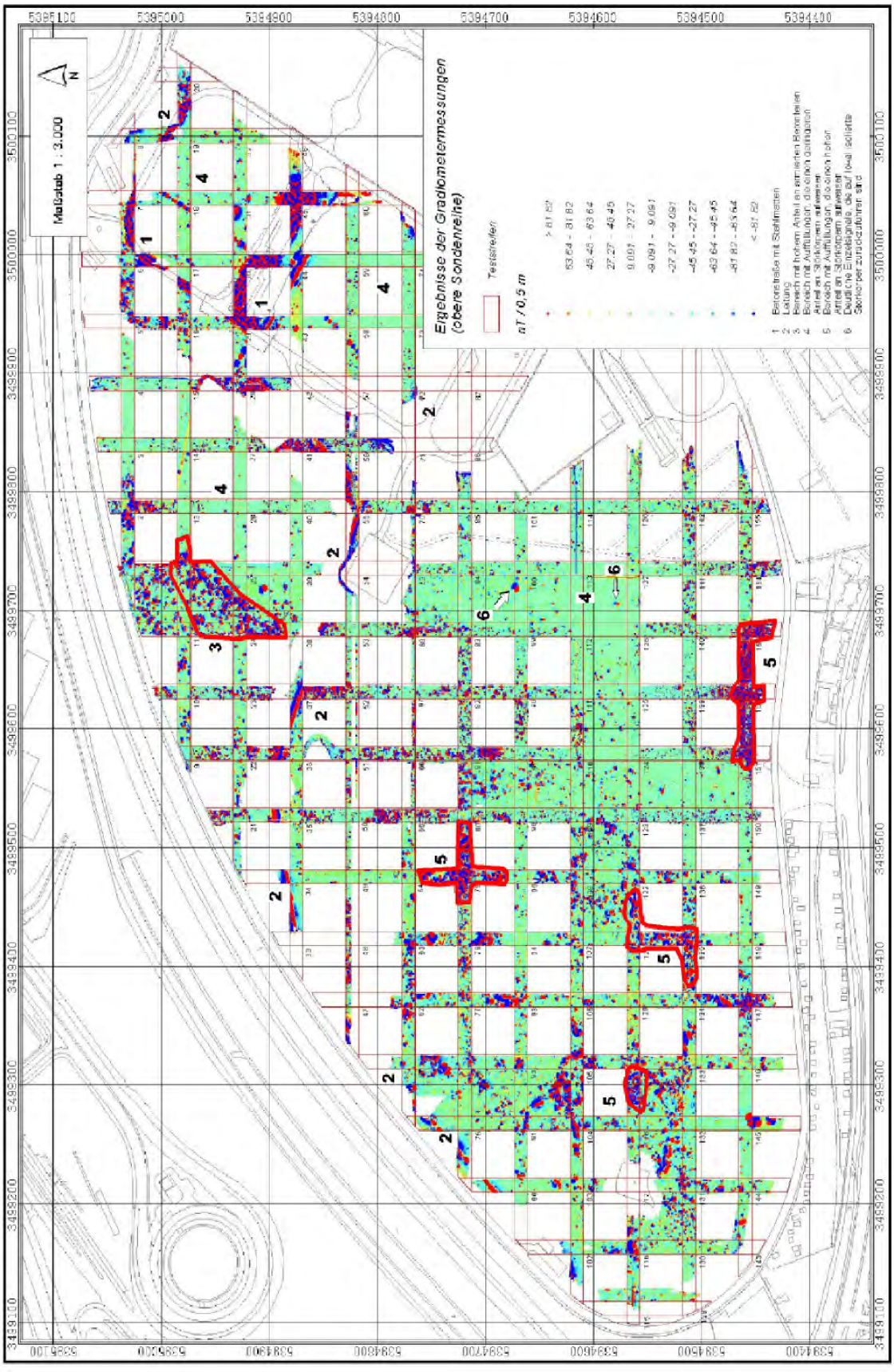


Abb. A-3.1-22 Magnetische Kartierung eines Flugfeldes

A-3.1.3 Verfahren Elektromagnetik (+TDM)

1 Einsatzbereiche von Metalldetektoren

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 nach Waffen und anderen Gegenständen, bei den Sicherheits-, Zoll- und Grenzbehörden und bei der Suche nach Minen und Blindgängern im militärischen und humanitären 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.

Abb. A-3.1-23
Minensuchgerät MINEX 2FD 4.500 der Firma Förster (Foto: Förster)

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 Kampfmittelräumung 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 entgegengerichtet 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.

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.

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 elektronischen 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.

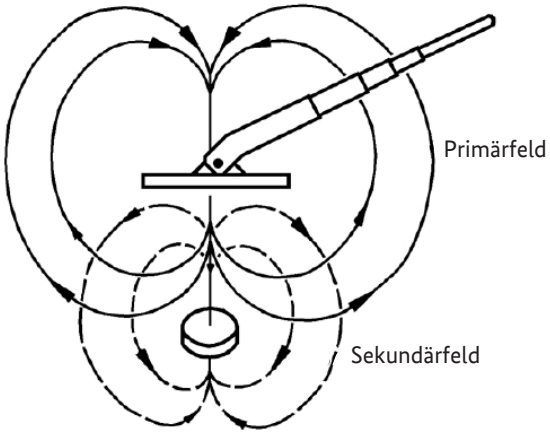


Abb. A-3.1-24 Primär- und Sekundärfeld bei aktiven Ortungsverfahren

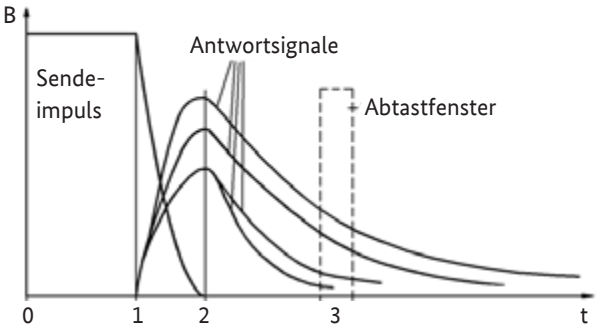


Abb. A-3.1-25 Signale beim Pulsinduktionsverfahren

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 schwächer leitfähigen Materialien (z. B. metallhaltige Böden oder auch Salzwasser) äußerst gering. Eventuell doch vorhandene Differenzen können durch elektronische Phasenverschiebungen zusätzlich unterdrückt werden.

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

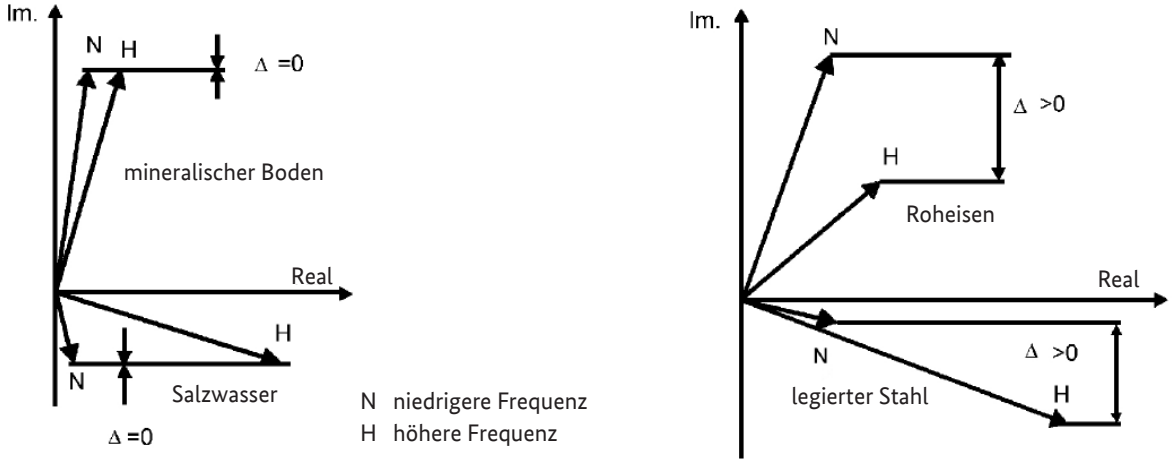


Abb. A-3.1-26 Arbeitsprinzip beim Zweifrequenzverfahren

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. Tief eindringende 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 (s. 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 (wieder aufladbare) Akkumulatoren gleicher Baugröße wie bei den Sonden verwendet. Die Batterien gewährleisten bei mittleren Temperaturen eine Arbeitsbereitschaft von 30 bis 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 sogenannten tief eindringenden 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 tief eindringender 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 zweite Empfangsspule 40 cm oberhalb der Sende- und Empfangsspulen angebracht werden. Sie dient der Messwertaufnahme in einem zweiten Abstand zum Untersuchungsobjekt. Zwei unterschiedliche Messhöhen ermöglichen eine bessere Tiefenabschätzung von detektierten Objekten und den Nachweis von oberflächennahen störenden Metallteilen.

Abb. A-3.1-28 bis -32 zeigen verschiedene Ausführungen von Metalldetektoren unterschiedlicher Hersteller.

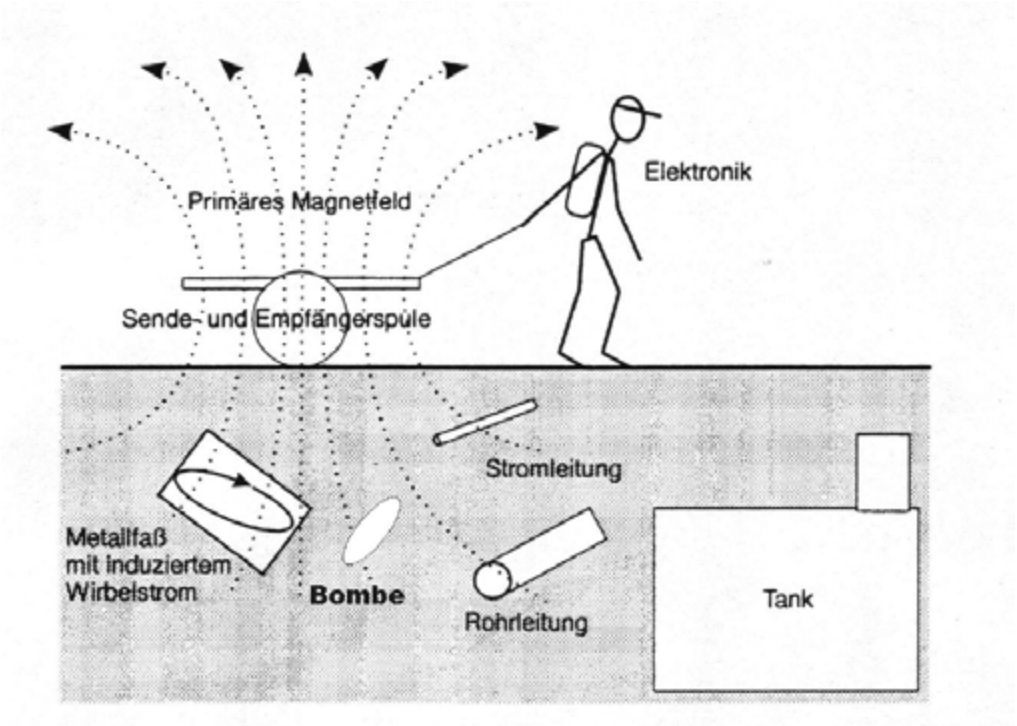


Abb. A-3.1-27 Schematische Funktionsweise und typische Untersuchungsobjekte des tiefeindringenden Metalldetektors (entnommen und modifiziert aus KNÖDEL et al., 1997)

Abb. A-3.1-28

Abb. A-3.1-29

Abb. A-3.1-30

Abb. A-3.1-31

Abb. A-3.1-32a

Abb. A-3.1-32b

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-3.1-32a/b
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 (s. 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 bis 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** (s. a. 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 Objekttiefen. 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, geringere Wirbelströme erzeugt als in Vollmaterial und ein senkrecht im Boden stehender Körper ist bei gleicher Tiefe schlechter zu erfassen als ein waagerecht 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 lb) auf einem ehemaligen Militärgelände

Auf einem ehemaligen Militärgelände war aufgrund von Vorinformationen die ungefähre Lage einer Fliegerbombe aus dem Zweiten Weltkrieg bekannt. Mithilfe verschiedener geophysikalischer Verfahren wurde im Verdachtsbereich eine flächenhafte Kartierung durchgeführt (s. a. A-3.1.6). Hier werden die Ergebnisse mit dem Metalldetektor EM61 der Firma Geonics (s. 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 Tiefenbestimmung 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.

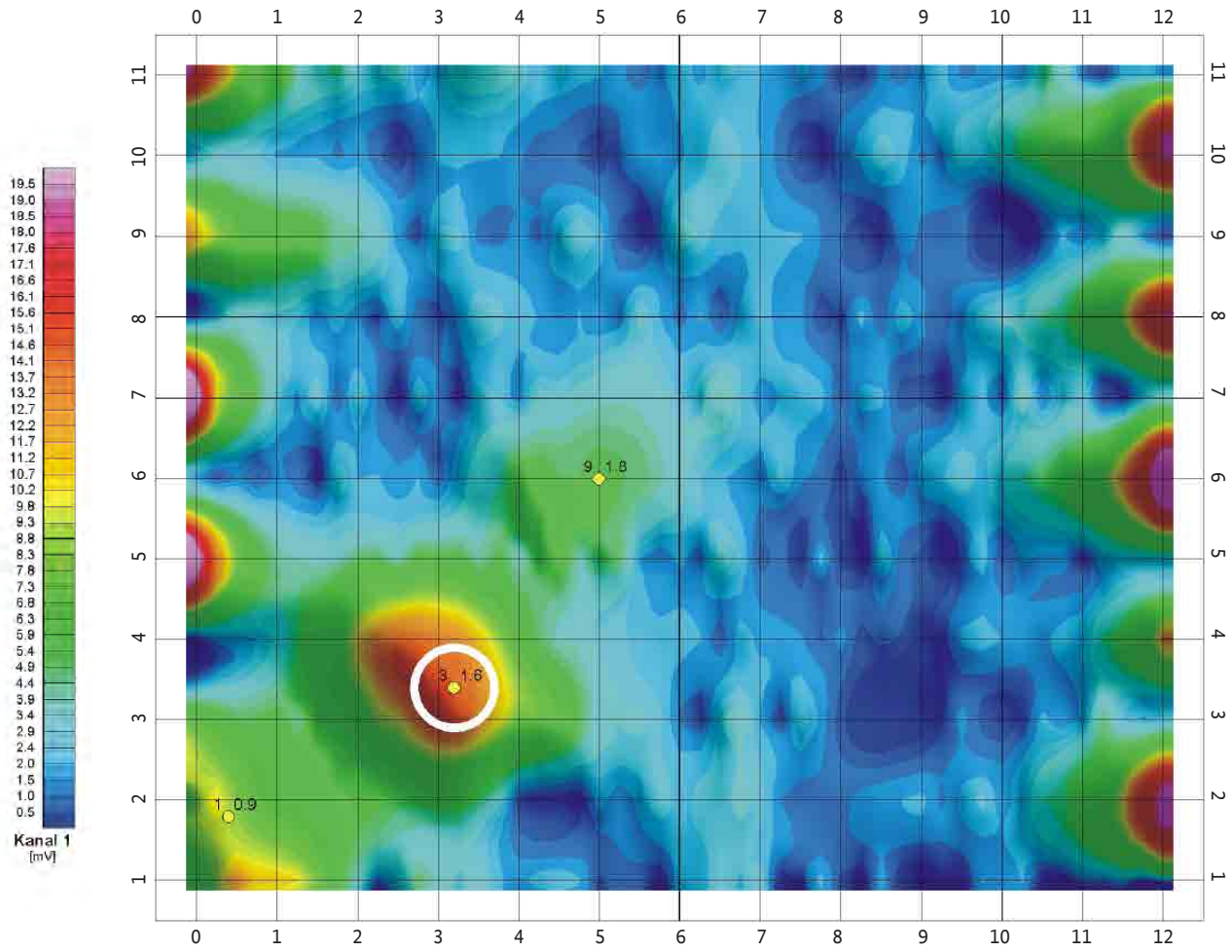


Abb. A-3.1-33 EM61: Rohdaten inkl. Auswertung. Bei dem markierten Objekt handelt es sich um eine waagerecht liegende 100 lb-Bombe in 1,5 m Tiefe.

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 drei 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 Tiefenbestimmung ergibt einen Wert von 1,6 m. Tabelle A-3.1-6 enthält die Informationen zu den automatisch gefundenen Targets noch einmal im Überblick.

Bei dem Objekt handelte es sich um eine waagerecht liegende 100 lb-Bombe in 1,5 m Tiefe.

Tab. A-3.1-6 Targetliste zur EM61-Auswertung (Bombe in 1,5 m Tiefe, 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 Tiefe, 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 Tiefenbestimmung ergibt 1,2 m. Im Vergleich zur waagerecht liegenden Bombe erzeugt die gekippt liegende Bombe ein höheres (stärkeres) Signal.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Einsatz eines tief eindringenden 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.

Mithilfe von geophysikalischen Messungen sollte eine Lokalisierung der Splitterbomben erfolgen. Abb. A-3.1-34 zeigt die Untersuchungsfläche mit einer Größe von ca. 360 m², 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)

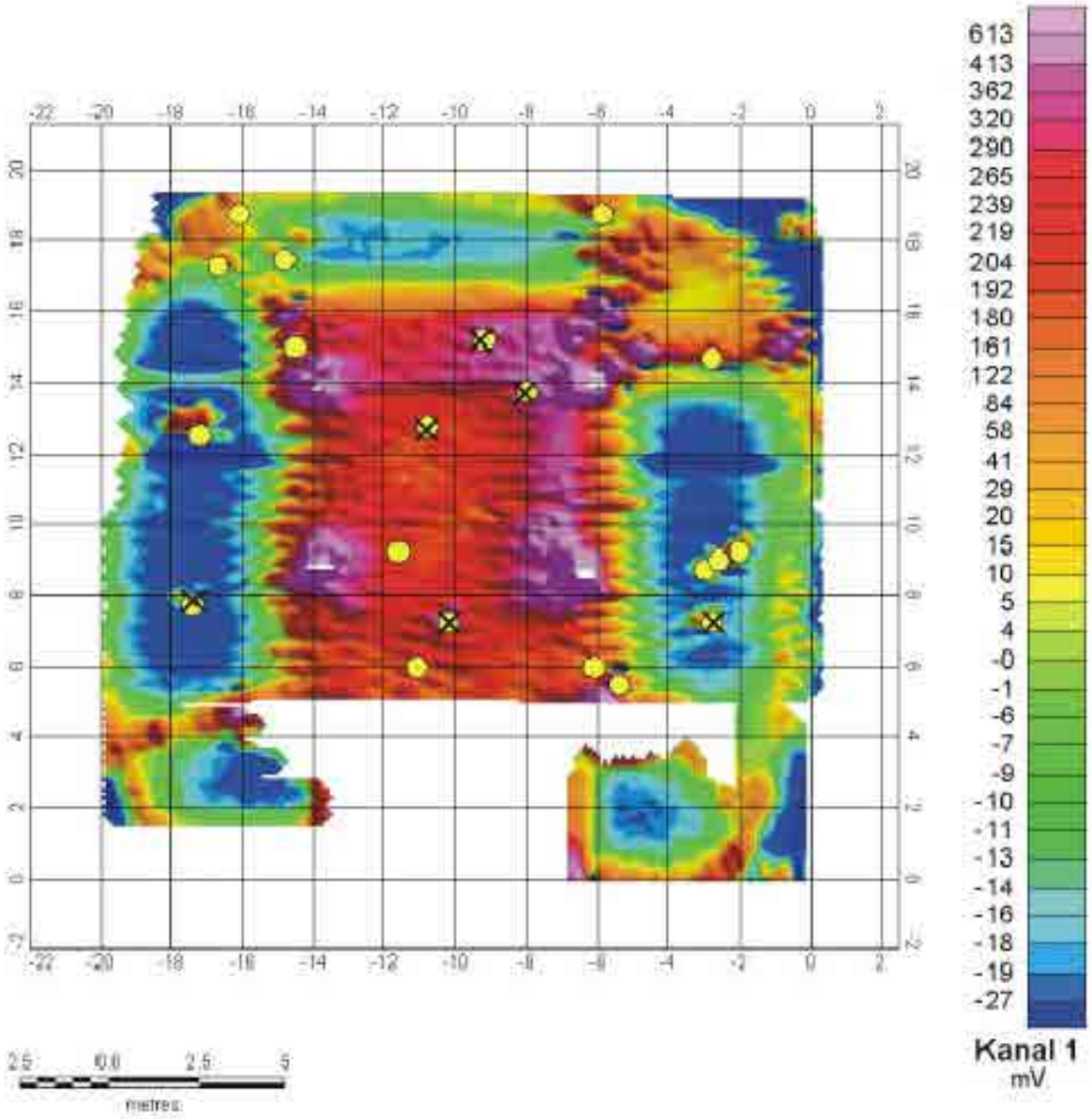


Abb. A-3.1-35 Ergebnis der elektromagnetischen Kartierung der Untersuchungsfläche Munitionsbunker (vgl. Abb. A-3.1-34) mit Interpretation der Verdachtsstellen (gelbe Punkte) auf Kampfmittel. Fundstellen von Splitterbomben (Typ SD1) sind mit einem zusätzlichen schwarzen Kreuz markiert.

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)

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 Informationen von vier Zeitfenstern ermöglichen eine Unterscheidung der Metallobjekte nach ihrer Größe. Die frühen Zeitfenster orten sowohl kleine als auch 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.

Vergleichende Messungen auf einem Testfeld

Auf dem Truppenübungsplatz Bergen in Niedersachsen wurde ein Testfeld angelegt, das von der geoFact GmbH für vergleichende Messungen mit unterschiedlicher Detektionstechnik genutzt wurde. Das Testfeld hatte eine Ausdehnung von 60 x 80 m und war mit Testkörpern präpariert, die in Tiefen von 0 – 2 m eingebaut waren. Bei den Testkörpern handelte es sich um Granaten im Kaliber von 2 bis 12 cm, die als Einzelkörper oder in Form von Anhäufungen im Boden lagen. In Abb. A-3.1-37 werden die Ergebnisse der Messungen mit einem magnetischen (links) und elektromagnetischen (rechts) Verfahren gezeigt.

Mit der Magnetik werden ausschließlich Fe-Störkörper detektiert, wobei auch aus der Geologie herrührende Kontraste wie bespielsweise Steine mit Anteilen an ferrimagnetischen Mineralen registriert werden. Im Vergleich mit der Elektromagnetik ist die Erkundungstiefe der Magnetik größer.

Mit der Elektromagnetik werden zusätzlich zu den Fe-Metallen auch Nichteisenmetalle detektiert, wobei hier die Einflüsse des natürlichen Untergrunds schwächer sind. Die Erkundungstiefe ist deutlich geringer als die der Magnetik. Die Messungen werden deutlich weniger als bei der Magnetik von seitlichen Störkörpern beeinflusst, woraus eine höhere laterale Auflösung auch von kleinen Objekten resultiert. In der Abbildung ist gut erkennbar, dass mit der Elektromagnetik eine lagegenaue, präzise und gut abgegrenzte Darstellung auch von kleineren Testkörpern erzielt wird.

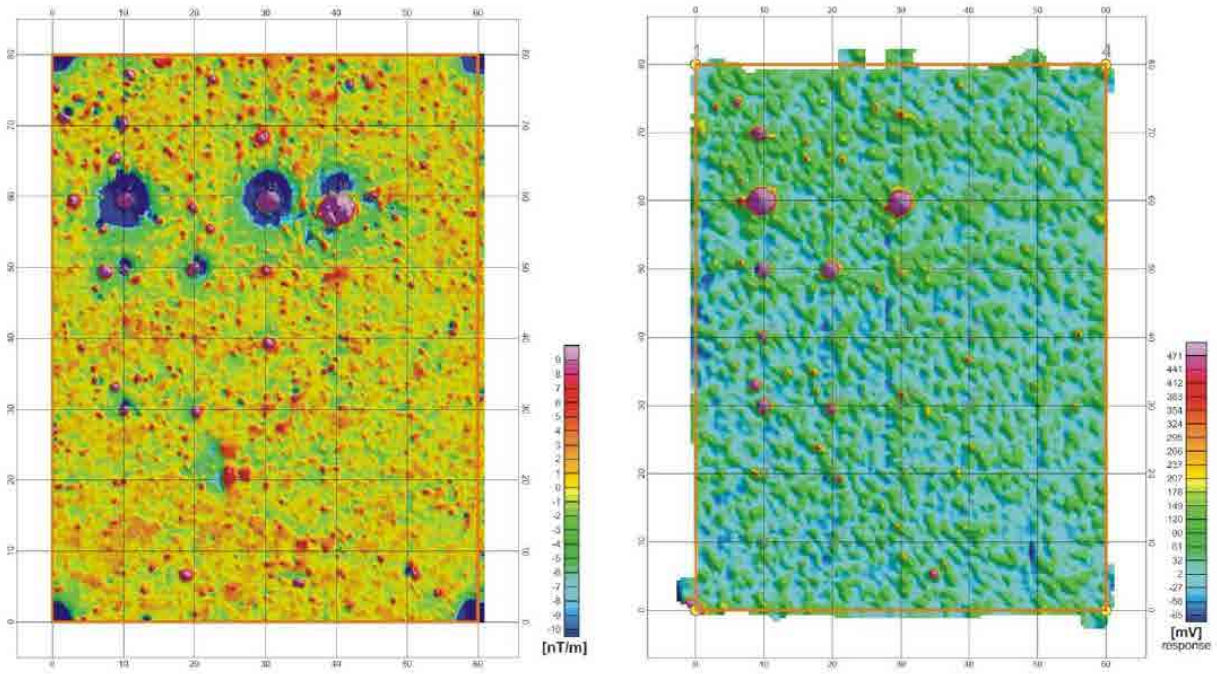


Abb. A-3.1–37 Ergebnis vergleichender Messungen mit Magnetik und Elektromagnetik. Das linke Bild zeigt die Auswertung einer Magnetik-Messung (Gradiometer) mit der Ferex-Sonde der Fa. Förster und das rechte Bild eine elektromagnetische Messung mit dem EM 61 von Geonics (Messung und Auswertung: geoFact GmbH).

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 (Ground Penetrating Radar, GPR) oder Bodenradar ist ein elektromagnetisches Impulsreflexionsverfahren, das auf ähnlichen Grundlagen wie die Reflexionsseismik und die Entfernungsmessung mit Sonar und Radar beruht. Beim Georadar werden mit einer Sendeantenne hochfrequente elektromagnetische Impulse in den Untergrund abgestrahlt und mit einer Empfangsantenne das an Schichtgrenzen und vergrabenen Objekten zurückgeworfene Wellenfeld registriert.

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 bis 1.200 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 Mes-

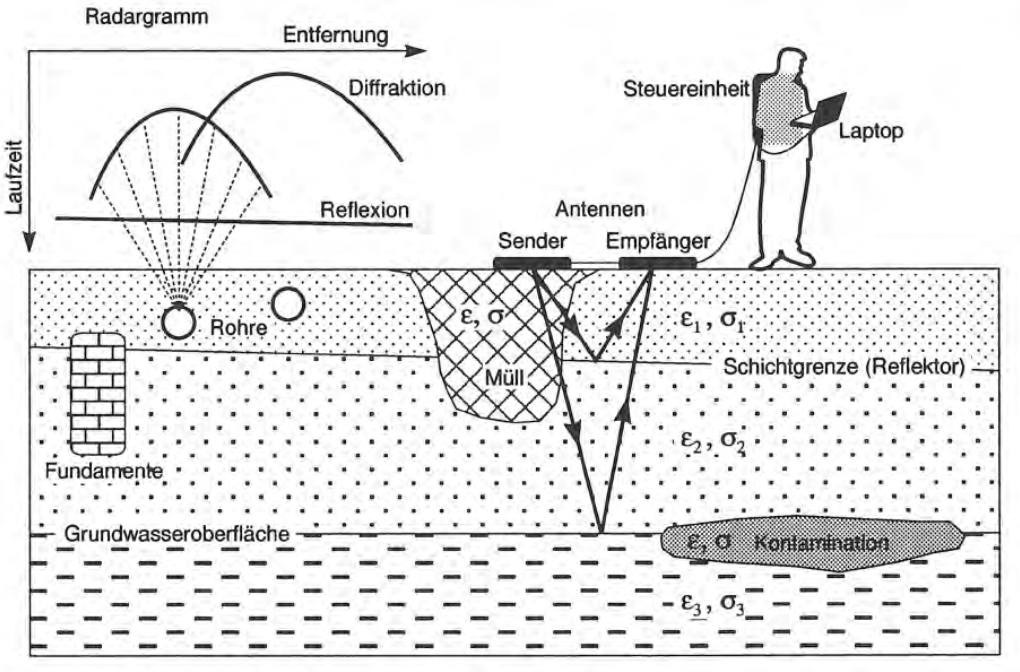


Abb. A-3.1-38 Prinzipschema des Georadars (aus KNÖDEL et al., 1997)

sungen mit bewegter Antennenanordnung (Abb. A-3.1-38). 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 fm 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 hochfrequentere 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

Häufige Anwendungen von Georadar sind die Ortung von Rohrleitungen, Kabeln und anthropogenen Einlagerungen (z. B. Fässer, Fundamente etc.) sowie von Hohlräumen, die Straßenzustandserfassung (Asphaltdicke, Unterbau) und Bauwerksuntersuchungen (Risse, Armierung). In der Kampfmittelräumung kommt das Verfahren derzeit immer häufiger zum Einsatz. Die Anwendung dieser Technik setzt jedoch intensive Erfahrungen mit der Auswertung der Radargramme voraus.

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. Der Einsatz ist oftmals als Unterstützung an Standorten sinnvoll, an denen wegen eines hohen anthropogenen Metallanteils im Boden keine brauchbaren Messungen mit elektromagnetischen und magnetischen Verfahren erzielt werden.

Neuere Entwicklungen zielen auf die Kopplung mehrerer Radargeräte mit unterschiedlichen Frequenzen bzw. den Zusammenschluss mehrerer Geräte zu einem Array ab. Diese Systeme sind vielfach fahrzeuggestützt, womit der Messfortschritt gesteigert werden soll.

Flächenhafte Erkundungen bzw. Kartierungen des Untergrunds werden, wie in Abb. A-3.1-38 schematisch dargestellt, mit einer Sende- und Empfangsantenne von der Geländeoberfläche aus durchgeführt. Darüber hinaus werden bei der Kampfmittelräumung auch Bohrlochmessverfahren eingesetzt. Hierbei werden zwei verschiedene Methoden angewandt. Entweder werden die Messungen als Reflexionsmessung, vergleichbar dem Schema in Abb. A-3.1-38, ausgeführt, wobei sich die Sende- und Empfangsantenne gemeinsam in einem Bohrloch befinden. Bei der anderen Variante handelt es sich um Transmissions- bzw. Durchstrahlungsmessungen, bei denen sich die Sende- und Empfangsantennen in verschiedenen Bohrlöchern befinden und der dazwischen liegende Untergrund in Form einer Tomografie erfasst wird. Entscheidend für die Detektion von Kampfmitteln ist in allen Fällen ein ausreichender Kontrast der elektromagnetischen Eigenschaften des Zielobjekts (was bei Blindgängern aus Stahl eigentlich immer gegeben ist), eine ausreichende Erkundungstiefe bzw. Reichweite der Radarwellen, sowie eine ausreichende räumliche Auflösung. Die beiden letzteren hängen von der eingesetzten Messfrequenz und damit der Wellenlänge ab.

Georadar-Messungen lassen sich vor allem bei hochohmigem Untergrund wie zum Beispiel trockenen Sanden mit geringem Tonanteil erfolgreich einsetzen.

Eine starke Einschränkung kann die Detektionsleistung des Georadars auf Böden mit hoher elektrischer Leitfähigkeit erfahren, da hierdurch die Amplitude der elektromagnetischen Welle gedämpft wird, was zu einer Verringerung der Detektionstiefe führt. Böden mit höherer elektrischer Leitfähigkeit sind häufig tonreiche Böden sowie Böden aus Löss und salzhaltige Böden im Küstengebiet. Jedoch sind nicht alle tonreichen Böden problematisch für den Einsatz des Georadars, da deren elektrische Leitfähigkeit von der Art der Tonminerale bestimmt wird (maßgeblich sind hier Tonminerale mit hoher Kationenaustauschkapazität). Eine Voraussetzung für das Auftreten erhöhter elektrischer Leitfähigkeiten im Untergrund ist aber immer das Vorhandensein einer ausreichenden Bodenfeuchtigkeit. Generell tritt das Problem der Dämpfung bei trockenem Untergrund nicht auf.

Die stärkste Einschränkung für das Georadar wird jedoch von der Heterogenität des Untergrunds verursacht. Das Georadar detektiert primär Kontraste der Dielektrizitätskonstanten (Permittivität), welche im Boden vor allem vom Wassergehalt verursacht werden. Die Wassergehaltsverteilung wiederum variiert aufgrund von Unterschieden in der Porenraumverteilung, die auf Variationen der Lagerungsdichte, der Textur, der Gehalte an organischer Substanz etc. zurückgehen. Nicht zuletzt bilden Steine im Boden Kontraste, die bei der Messung mit dem Georadar als Reflexionen oder deutliche Diffraktionen detektiert werden. Letztere weisen oft die gleiche Form wie die gesuchten Objekte auf. Hieraus ergibt sich, dass vor allem in natürlichen, stark steinhaltigen Böden sowie in heterogenen Aufschüttungen immer mit einer Störung der Detektionsleistung aufgrund vielfältiger reflektierender Strukturen gerechnet werden muss.

Gute Bedingungen für die Kampfmittelsuche mit dem Georadar bieten hingegen homogen strukturierte Böden mit geringen Steingehalten und durchschnittlich hohen (bzw. niedrigen) elektrischen Leitfähigkeiten.

3 Messgeräte

Eine Radar-Apparatur besteht aus folgenden Komponenten:

- → Impulsgenerator,
- → Sende-Antenne zur Abstrahlung des hochfrequenten elektromagnetischen Impulses (Mittenfrequenzen je nach Einsatzbereich: 40 bis 1.200 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 1.000 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 sind die Mittenfrequenz der Radarimpulse und die maximale Eindring-(Erkundungs-)tiefe zu ermitteln.

Zur Abschätzung der Absorption bzw. Dämpfung der Radarwellen und damit der maximalen Eindringtiefe können beispielsweise die Ergebnisse von geoelektrischen Messungen herangezogen werden, um die Größenordnung der elektrischen Leitfähigkeit der Sedimente am Untersuchungsort zu ermitteln. Problematisch ist die Anwendung des Georadars auf Böden mit hoher elektrischer Leitfähigkeit. Dies können feuchte tonige oder salzhaltige Böden sein. Auch künstliche Aufschüttungen wie Schichten aus metallhaltigen Schlacken unter Wegen und Plätzen können 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 λ der verwendeten Mittenfrequenz f_m wählen.

Beispiel

f_m = 250 MHz

Material: trockener Sand (v = 0,15 m/ns)

→ $\lambda = v / f = 0{,}15 / (10^{-9} \times 250 \times 10^{6})$ m = 0,60 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. A-3.1-39). Meist wird aus der Lage des Scheitelpunktes der Hyperbel direkt auf die Lage des Diffraktionszentrums geschlossen (z. B. bei der Leitungs-, aber auch Blindgängerortung).

Die Daten profilhafter Messungen werden aufgrund der hohen Messpunktdichte oft als Grautstufen- oder Rasterplots komprimiert dargestellt (Abb. A-3.1-39). 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, steht eine Vielzahl von Datenbearbeitungsschritten (Filterung, Dekonvolution, Migration etc.) zur Verfügung. Die Interpretation von Radarmessungen kann durch Modellrechnungen begleitet und überprüft werden.

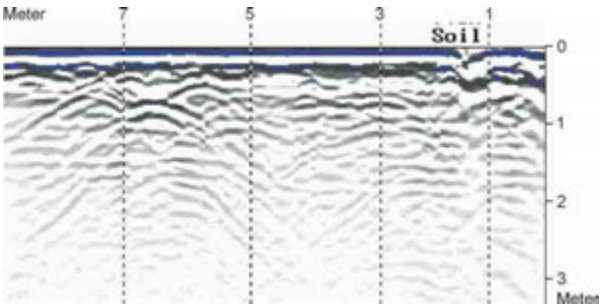


Abb. A-3.1-39 Typisches Radargramm mit einer Vielzahl von Diffraktionshyperbeln, die auf lokale Störkörper im Untergrund schließen lassen. Die Daten wurden mit einer 250 MHz-Antenne aufgenommen (geoFact GmbH).

6 Beispiel

Beim Georadar werden elektromagnetische Wellen von einer Sendeantenne in den Untergrund abgestrahlt. Treffen diese auf eine Schichtgrenze oder Objekte im Untergrund, werden sie zurückgeworfen und können mit einer Empfangsantenne registriert werden.

Die Amplitude und Form der Reflexion im Radargramm hängt von der Größe, Form, Ausrichtung und elektrischen/dielektrischen Eigenschaften des Objekts ab. Metallische Objekte haben aufgrund ihrer extrem hohen elektrischen Leitfähigkeit einen Reflexionskoeffizienten von 1 (d. h. die gesamte Energie der Elektromagnetischen Welle wird zurückgeworfen), und sie sind deutlich vom Untergrund unterscheidbar. Sind die Objekte in etwa gleich groß oder etwas kleiner als die Wellenlänge der verwendeten Radarwellen (ca. 1 m bei 100 MHz bis ca. 10 cm bei 1 GHz), so kann ihre geometrische Form nicht aufgelöst werden. Man spricht dann von Diffraktion und man kann diese Objekte im Radargramm anhand von Diffraktionshyperbeln erkennen. Die Ausdehnung der Objekte kann erst abgebildet werden, wenn sie deutlich größer als die Wellenlänge sind.

Radarantenne mit Mittenfrequenz von 200 MHz

Radarantenne mit Mittenfrequenz von 400 MHz

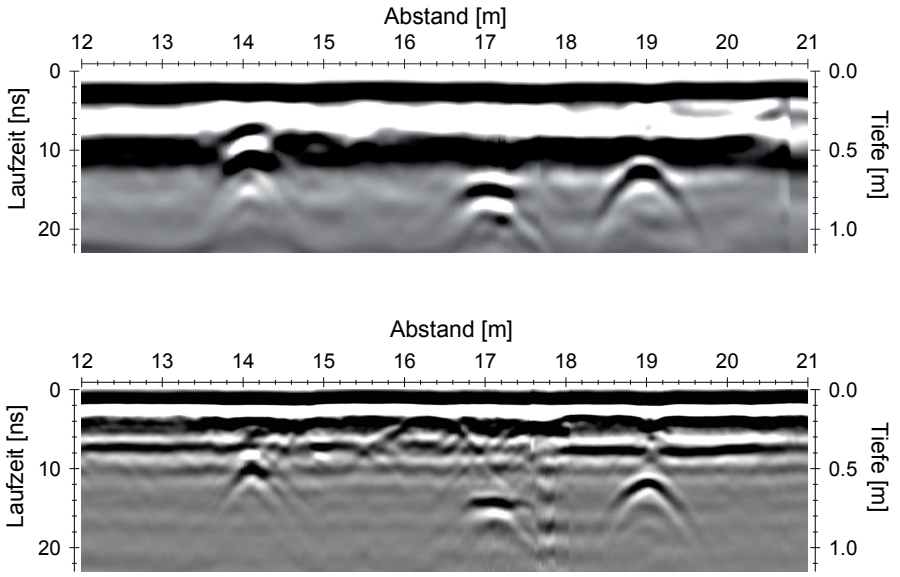


Abb. A-3.1-40 Detektion eines Plastikkanisters, zweier liegender Mörsergranaten und einer Panzerabwehrmine in einem Testboden mit zwei unterschiedlichen GPR-Antennen (LIAG Hannover)

In der Abbildung A-3.1-40 wird das Ergebnis der Detektion von drei verschiedenen Objekten mit zwei unterschiedlichen Georadarantennen dargestellt. Die Messung wurde vom Leibniz-Institut für Angewandte Geophysik Hannover (LIAG) auf einem mit verschiedenen Objekten bestückten Testboden aus schwach feuchtem Löss durchgeführt, um die Leistungsfähigkeit von GPR-Verfahren in der Kampfmitteldetektion zu untersuchen. Im hier gezeigten Beispiel wurden geschirmte Radarantennen mit einer Mittenfrequenz von 200 MHz und 400 MHz eingesetzt. Bei den Testkörpern handelt es sich von links nach rechts um einen 20 l-Plastikkanister, zwei horizontal nebeneinander liegende 120 mm-Mörsergranaten und eine Panzerabwehrmine. Die Oberkanten der Objekte befinden sich in Tiefen von 30, 60 und 50 cm (von links nach rechts). Wie aus der Abbildung ersichtlich ist, bilden sich alle drei Ziele durch deutliche Diffraktionshyperbeln im Radargramm ab. Eine Ortung der Objekte in diesem relativ homogenen Substrat ist mit dieser Technik gut möglich.

Allgemein bleibt festzuhalten: Beim Einsatz von Georadar sind gute Ergebnisse bei einem Untergrund aus Kiesen, Sanden oder Torfen sowie im Süßwasser zu erwarten. Die Einsatzfähigkeit wird hingegen begrenzt durch einen Untergrund mit einer hohen elektrischen Leitfähigkeit (z. B. Tone und Lössböden mit hoher Kationenaustauschkapazität sowie im Salzwasser) oder durch einen stark heterogenen Untergrund.

A-3.1.5 Detektion metallfreier Störkörper

1 Detektion metallfreier Störkörper

Die Detektion metallfreier bzw. -armer Störkörper ist bei der klassischen Kampfmittelräumung 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 bzw. -arme Störkörper kommen aus der Landminensuche.

Daher werden im Folgenden kurz einige Grundlagen der Minensuche dargestellt.

Man ging noch vor 10 Jahren von einer Anzahl von ca. 100 Millionen Landminen aus, die weltweit im Boden vergraben sind. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Minentypen, die sich in ihren Materialeigenschaften zum Teil erheblich unterscheiden.

Seit der auf elektromagnetischer Induktion basierende Metalldetektor als Standardsuchgerät für die Minendetektion eingesetzt wird, wurde der Metallgehalt moderner Landminen systematisch verringert und als Reaktion hierauf hat man die Detektionsleistung der Detektoren in den letzten Jahrzehnten drastisch verbessert. Nebenwirkungen der Verfeinerung der Detektionstechnik sind jedoch höhere Falschalarmraten und eine größere Sensitivität der Detektoren für die magnetischen Eigenschaften des Bodens, in denen die Minen eingebettet sind. In Einzelfällen können die vom Boden verursachten Messsignale deutlich stärker als diejenigen des kleinen Metallanteils der Minen sein, woraufhin diese dann nicht mehr geortet werden können.

Es handelt sich dabei um Böden, in denen ferrimagnetische Minerale wie Magnetit oder Maghemit angereichert sind oder die vulkanische Gesteine wie z. B. Basalte enthalten, in denen häufig ferromagnetische Minerale vorkommen. Diese Minerale weisen eine hohe magnetische Suszeptibilität (κ) auf, welches der physikalische Bodenparameter ist, der letztlich das störende Signal im Metalldetektor hervorruft.

Böden sind Mineralgemische und schon geringe Anteile von < 1 % an ferrimagnetischen Mineralen können Signale im Metalldetektor erzeugen, die stärker als diejenigen der geringen Metallanteile der Landminen sind. Für eine Einschätzung des Einflusses auf die Metalldetektion können die folgenden κ-Werte dienen (alle Angaben massenbezogen in SI $10^{-6} m^3 kg^{-1}$): Die ferrimagnetischen Eisenminerale Magnetit und Maghemit haben Suszeptibilitäten von 500 bis 1.000 bzw. ca. 400.

Bei den Fe-Oxiden und Hydroxiden, welche die Hauptmasse des Eisens im Bodens ausmachen – wie Hämatit und Goethit – liegen die Werte dagegen bei ca. 1 bzw. < 1. Alle weiteren natürlichen Eisenverbindungen und -minerale in Böden sind paramagnetisch mit Werten < 1 bzw. meistens < 0,1. Hieraus ist ersichtlich, dass nicht die natürlichen Eisenanteile der Böden, die auf den verbreitetsten Fe-Oxiden und -Hydroxiden beruhen, eine Störung der Metalldetektion verursachen. Die Ursache dafür sind allein die ferrimagnetischen Anteile wie Magnetit und Maghemit. In Böden, die diese Minerale nicht enthalten, gibt es keine Probleme für die mit elektromagnetischer Induktion arbeitenden Metalldetektoren. Für die Arbeit mit Metalldetektoren können zur Orientierung empirische Werte der volumenbezogenen magnetischen Suszeptibilität (κ) herangezogen werden. Hiernach bereiten die häufigsten Werte natürlicher Böden, die zwischen 0 und 50 SI 10^{-5} liegen, keine Probleme. Einschränkungen in der Detektionsleistung treten bei vielen Detektortypen erst ab Werten von ca. 2.000 SI 10^{-5} auf (CEN 2008).

Um dem häufig auftretenden negativen Bodeneinfluss auf die Metalldetektion sowie der stark verbreiteten und störenden Anwesenheit von Metallschrott im Boden zu begegnen, wurde in jüngerer Zeit die Entwicklung von Dual-Sensoren vorangetrieben. Dabei handelt es sich um eine Kombination aus Metalldetektor und Georadarantenne, welche im hochfrequenten Bereich (> 1 GHz) arbeitet. Diese Geräte werden derzeit noch überwiegend in der rein militärischen Entminung eingesetzt und finden allmählich auch Eingang in die Aktivitäten der humanitären Entminung.

2 Entwicklung weiterer Suchtechniken

Auf elektromagnetischer Induktion basierende Metalldetektoren und zunehmend auch Georadar sind die verfügbaren Standardtechniken bei der Suche nach metallarmen Kampfmitteln. Auf wissenschaftlicher Ebene werden Versuche mit weiteren, das gesamte elektromagnetische Spektrum umfassenden Techniken und weiteren physikalischen Verfahren durchgeführt. Die Verfahren lassen sich in zwei große Kategorien unterteilen. Die erste umfasst Techniken, mit denen das Gehäuse des Sprengkörpers detektiert wird und die zweite beinhaltet Techniken, mit denen eine direkte Detektion des Sprengstoffanteils erfolgt.

2.1 Verfahren, die keine Sprengstoffe detektieren

Gleichstromgeoelektrik

Die Gleichstromgeoelektrik, die auch als geoelektrische Widerstandsmessung oder -kartierung bezeichnet wird, ist ein klassisches geophysikalisches Verfahren zur geowissenschaftlichen und -technischen Erkundung des Untergrunds. Bei der Gleichstromgeoelektrik wird die effektive elektrische Impedanz des Untergrunds gemessen, indem Ströme in den Boden eingespeist und die Oberflächenpotentiale gemessen werden. Ihr Einsatz zur Kampfmittelsuche, speziell zur Erkundung größerer Sprengkörper, befindet sich in einem sehr frühen Forschungsstadium.

Passive Mikrowellentechnik

Die passive Mikrowellentechnik oder Mikrowellen-Radiometrie basiert auf der Messung natürlicher Schwarzkörperstrahlung im Mikrowellenband, die vom gesuchten Objekt ausgeht. In vereinfachter Darstellung beruht die Methode auf der Annahme, dass vergrabene Objekte wie z. B. Landminen oder auch nur die Störung der natürlichen Lagerungsdichte des Bodens Temperaturanomalien an der Bodenoberfläche mit

gleichförmigem Emissionsgrad verursachen. Die Messung des Emissionsgrades und/oder der Temperaturanomalie erfolgt mit radiometrischen Methoden. Die Anwendung dieser Verfahren befindet sich in einer sehr frühen Entwicklungsphase.

Akustik/Seismik

Aktive akustische Verfahren basieren auf der Einspeisung akustischer Energie in den Untergrund und der anschließenden Messung der reflektierten akustischen Energie, welche durch die Unterschiede der akustischen Impedanz zwischen gesuchtem Objekt bzw. gestörtem Boden und ungestörtem Boden hervorgerufen werden. Die Ansätze zur Verwendung akustischer Verfahren in der Kampfmittelsuche waren bislang nicht von Erfolg gekrönt.

Optische Technologien

Auch optische Verfahren werden dahingehend entwickelt, um sie bei der Detektion von Landminen einzusetzen. Da jedoch die Eindringtiefe elektromagnetischer Strahlung im optischen Wellenbereich bei opaken Materialien, wie z. B. Böden nur < 1 mm beträgt, können damit nur Eigenschaften der Bodenoberfläche gemessen werden, die im Zusammenhang mit der Vergrabung von Landminen stehen. Anwendungen werden für die Wellenlängen im Infrarot-, im sichtbaren Wellenlängen- und im Ultraviolett-(UV)Bereich entwickelt.

Im Einzelnen basieren die drei optischen Technologien auf folgenden Grundlagen:

Infrarot

Die thermische Infrarot-Detektion oder Infrarot-Radiometrie beruht auf der Messung des unterschiedlichen Spektrums oder der Intensität der Infrarotstrahlung des Bodens über einer vergrabenen Landmine im Vergleich zum angrenzenden ungestörten Boden. Die Unterschiede in der Strahlung werden dabei üblicherweise als Differenzen der Oberflächentemperatur registriert und die Ursachen hierfür liegen in dem gegenüber dem Boden veränderten Wärmefluss einer Landmine, welcher eine veränderte Emissivität der Bodenoberfläche bewirkt. Infrarot-Imager mit ausreichender räumlicher Auflösung sowie Temperaturauflösung von ~ 0,1 °C sind kommerziell verfügbar und werden bereits in Multisensor-Systemen des Militärs eingesetzt.

Wellenlängen im sichtbaren Bereich

Mit sichtbaren Wellenlängen werden optische Eigenschaften wie Reflexion oder Polarisation der gestörten Bodenoberfläche über Landminen gemessen. Diese unterscheiden sich von denjenigen der ungestörten Umgebung. Darüber hinaus kann die Vegetation über Landminen andere Spektralcharakteristiken als diejenige auf ungestörtem Untergrund aufweisen. Aktuelle Forschungsansätze in diesem Bereich wenden sich den hyperspektralen Systemen zu, die wesentlich mehr und engere Spektralbänder aufweisen als die ältere Multispektralsensorik. Es wird derzeit versucht, mithilfe von Mustererkennungen zwischen gestörtem und ungestörtem Boden sowie einem Wechsel der Vegetation zu unterscheiden. Die Ansätze befinden sich noch im Anfangsstadium.

Ultraviolett (UV)

Die Messung der UV-Reflexion des Bodens nutzt entweder die Solarstrahlung oder künstliche Quellen und registriert ausschließlich Eigenschaften der Bodenoberfläche, welche zwischen gestörtem und ungestörtem Boden unterscheiden können.

2.2 Verfahren zur Detektion von Sprengstoffen

Bei der Detektion des Sprengstoffs ist zu unterscheiden zwischen Verfahren, welche die Sprengstoffmasse detektieren und der Detektion von Spurenelementen. Bei den Verfahren zur Detektion der Sprengstoffmasse werden Resonanz-Absorption-Spektroskopien wie beispielsweise Kernquadrupol-Resonanz-Messungen angewandt, mit denen Eigenschaften des Sprengstoffs gemessen werden, die sich von denen des Bodens oder der Vegetation unterscheiden. Sprengstoffe haben weit größere Stickstoffanteile (10 – 40 %) als Böden (< 1 %). Die effektive Kernladungszahl von Sprengstoffen liegt zwischen 5 und 7, was ähnlich der von organischer Substanz ist, aber unterschiedlich zu mineralischen Anteilen des Bodens, in denen sie 11 bis 12 beträgt. Die häufigsten Lagerungsdichten von Böden (1,2 – 2,0 g/cm³) sind hingegen denen von Sprengstoffen ähnlich (1,6 - 1,8 g/cm³). Bei der Detektion von Spurenelementen werden die sprengstoffspezifischen Moleküle dagegen in Boden- und Luftproben analysiert, die aus der Nähe des Sprengkörpers stammen.

Kernquadrupol-Resonanz (Nuclear Quadrupole Resonance, NQR)

Die Verfahren der Resonanz-Absorptions-Spektroskopie arbeiten mit der selektiven Absorption von Energie aus einem elektromagnetischen Feld, das aus Resonanzen entsteht, die sich ihrerseits aus der Wechselwirkung zwischen elektrischen oder magnetischen Momenten von Atomkernen oder Elektronen und externen oder internen Feldern bilden. Hierzu gehören grundlegende Methoden wie Kernspinresonanz (Nuclear Magnetic Resonance, NMR), Elektronenspinresonanz (Electron Paramagnetic Resonance, EPR), oder Kernquadrupol-Resonanz-Messungen (NQR).

Unter diesen Verfahren ist nur die letztere von Bedeutung für die Sprengstoffdetektion, da damit eindeutig Sprengstoffe identifiziert werden können.

Thermische Neutronenaktivierung (Thermal Neutron Activation, TNA)

Seit Langem wird an den Möglichkeiten zur Sprengstoffdetektion mittels Verfahren der Kernstrahlungsspektroskopie geforscht. Hierzu gehören die Methoden der Neutronenmoderation und der Röntgenrückstreuung, die sich noch im Stadium der Erforschung befinden. Das Verfahren der Thermischen Neutronenaktivierung (Thermal Neutron Activation, TNA) kommt hingegen als Bestandteil von fahrzeuggestützten Untersuchungssystemen des Militärs zur Anwendung. Diese Methode basiert auf der Detektion von Gammastrahlen, die von N14-Isotopen des Sprengstoffs emittiert werden.

Detektion von Spurenelementen des Sprengstoffs

Diese Techniken beinhalten die Untersuchung von Partikeln, die aus den Sprengstoffen ausströmen unter Separation der konstituierenden Moleküle, Atome und Ionen. Mit einer Reihe von Verfahren können die Dämpfe der Sprengstoffe detektiert werden. Dazu gehören Massenspektrometrie (MS), Ionen-Mobilitätsspektrometrie (IMS), laseroptische Techniken, Gaschromatographie, Raman-Spektroskopie etc.

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 werden 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 können. Zur Positionierung wird ein Differential-GPS (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.

Für Flächenräumungen wird in der Regel ein zweistufiges Verfahren angewandt. In der ersten Stufe werden die oberflächennahen Störkörper geortet und geräumt. Danach können in der zweiten Stufe tiefer liegende Objekte lokalisiert werden, da durch die Räumung der oberflächennahen Metallobjekte die Störeinflüsse auf die magnetischen und elektromagnetischen Messungen minimiert werden.

Je nach Tiefenlage der Störkörper 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 auch in größeren Tiefen 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 derzeit noch selten eingesetzt. Die Eindringtiefe der Radarwellen hängt von den örtlichen Boden- und Grundwasserverhältnissen ab. So werden Radarwellen in Böden mit sehr hoher elektrischer Leitfähigkeit stark gedämpft. Erfolgreiche Georadarmessungen werden vor allem auf homogen ausgebildeten Böden mit niedriger elektrischer Leitfähigkeit erzielt. Auch für die Tiefenbestimmung von Einzelobjekten kann die Technik eingesetzt werden, wobei die Georadarmessungen sowohl von der Erdoberfläche als auch vom Bohrloch aus durchgeführt werden können.

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

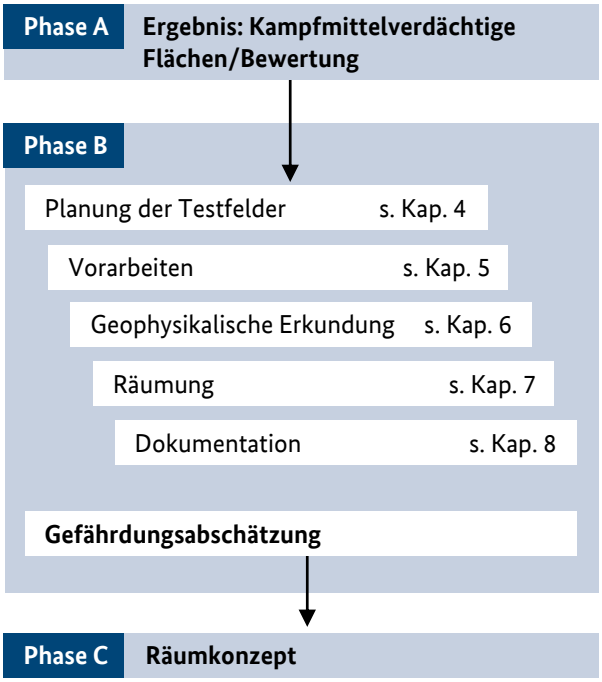


Abb. A-3.2-1 Vorgehensweise bei der Testfeldräumung

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 Kampfmittelverdachtes.

Mit Testfeldern lässt sich der Kampfmittelverdacht aufgrund einer Bombardierung nicht überprüfen. Hierzu sind mögliche Bombenblindgänger zu unregelmäßig innerhalb einer Verdachtsfläche verteilt. Dies würde aus statistischen Gründen zu einer sehr hohen, nicht vertretbaren Zahl von Testfeldern führen.

Zur Ermittlung des Untergrundaufbaus als Grundlagenermittlung für die Planung von Kampfmittelräumungen innerhalb bombardierter Flächen können jedoch Bodenaufschlüsse erforderlich sein (ggf. als Phase C1).

Die grundsätzliche Vorgehensweise verdeutlicht die Abb. A-3.2-1.

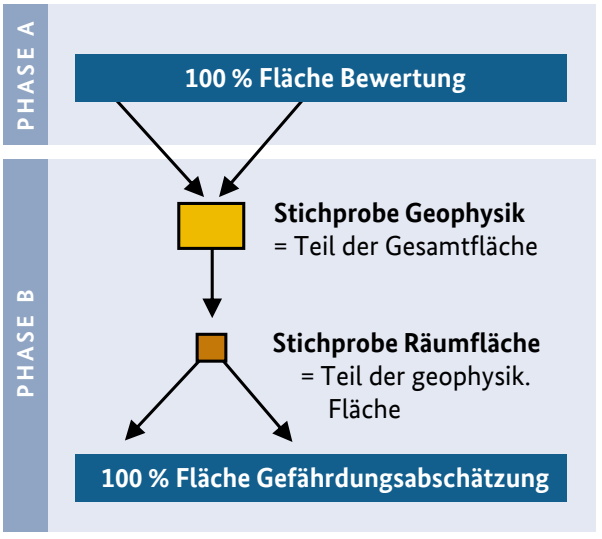


Abb. A-3.2-2 Flächenanteile bei der Einrichtung von Testfeldern (unmaßstäblich)

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.

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 (s. A-2.1 „Historische Erkundung“ und A-2.5 „Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A“).

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 (s. A-3.4 „Statistik“).

Eine Aussage über den notwendigen zu untersuchenden Flächenanteil mithilfe 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. Unter dem Gesichtspunkt der Repräsentativität sind aber viele kleine Testfelder 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 eine 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.

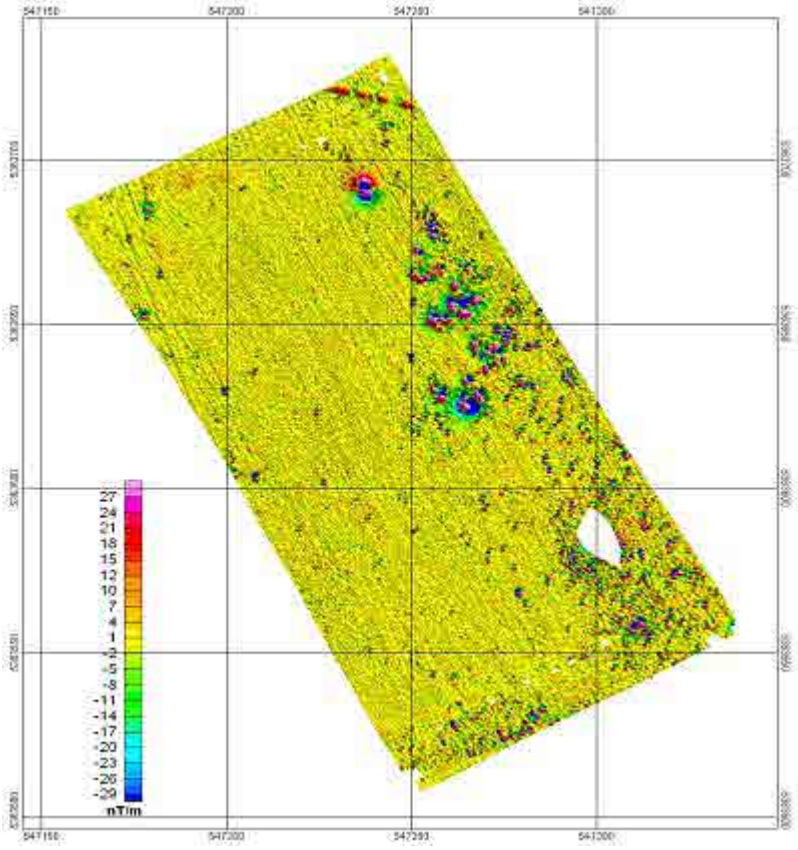


Abb. A-3.2-3 Ungleichmäßige Verteilung der Störkörper in einem 2 ha großen Testfeld

In der Abbildung A-3.2-3 ist beispielhaft das Ergebnis eines 2 ha großen Testfeldes dargestellt.

Detektiert wurden bei diesem Testfeld in einer ungleichmäßigen Verteilung 565 Störpunkte. Der modellierte Tiefenschwerpunkt der zugehörigen Störkörper lag bei 0,3 m.

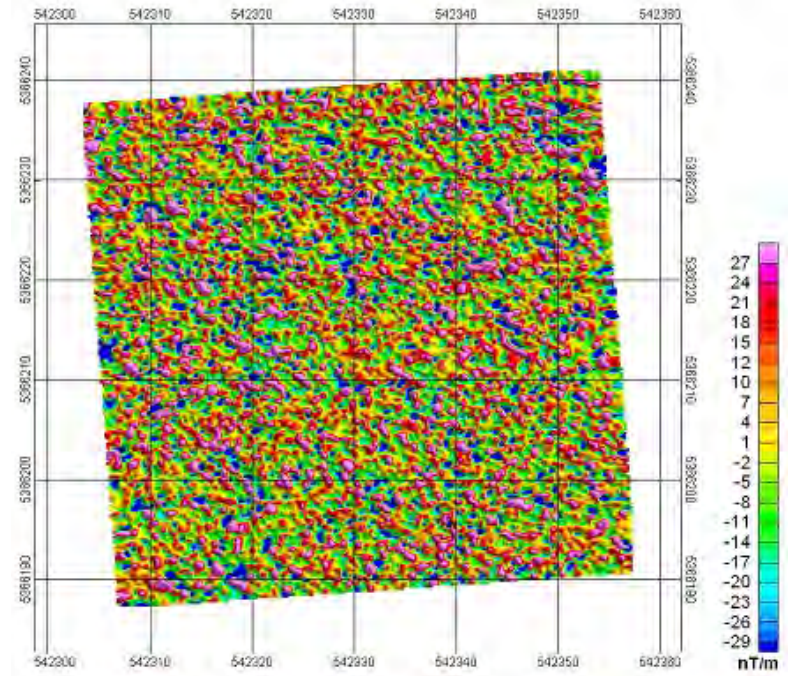


Abb. A-3.2-4 Gleichmäßige Störkörperverteilung in einem Testfeld

Eine gleichmäßige ferromagnetische Störkörperverteilung zeigt die Abbildung A-3.2-4.

Detektiert wurden mittels Magnetik auf einer Fläche von 0,25 ha rund 3.800 Störpunkte. Der modellierte Tiefenschwerpunkt der zugehörigen Störkörper lag bei 0,1 m.

Bei den beiden Abbildungen 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, z. B. durch 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 tief eindringende 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 punktuellem 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 Maß 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.

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.

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 räumlicher 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.

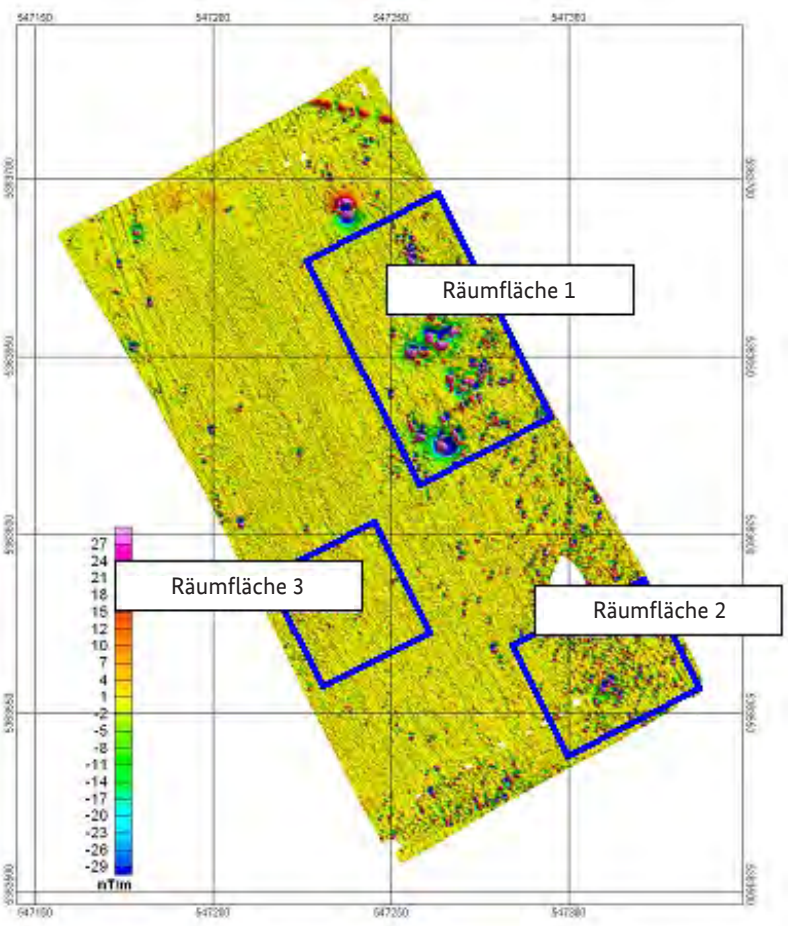


Abb. A-3.2-5
Beispielhafte Verteilung von Räumflächen bei einer ungleichmäßigen Störkörperverteilung

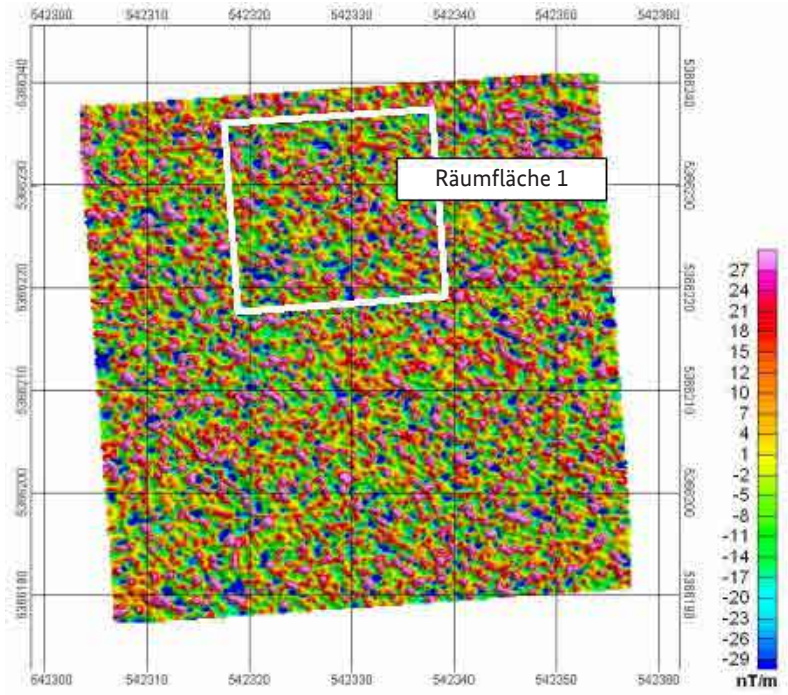


Abb. A-3.2-6
Verteilung der Räumfläche bei einer gleichmäßigen Störkörperverteilung

A-3.3 Methodische Vorgehensweisen bei der Gefährdungsabschätzung

1 Einleitung

Folgende Faktoren sind für die Bewertung von mit Kampfmitteln belasteten Flächen maßgebend (vgl. auch Kap. 5):

- → 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:** der Historisch-genetischen Rekonstruktion und der darauf basierenden Bewertung,
- → **Phase B:** den geophysikalischen Testfelduntersuchungen und den Testfeldräumungen

sowie 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 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 widerspiegeln.

3. Durch die Kombination der Fundklassen mit den Tiefenstufen, der derzeitigen oder zukünftigen Nutzung und den jeweiligen Eigenschaften der Kampfmittel (insbesondere Möglichkeiten der Detonation sowie 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.

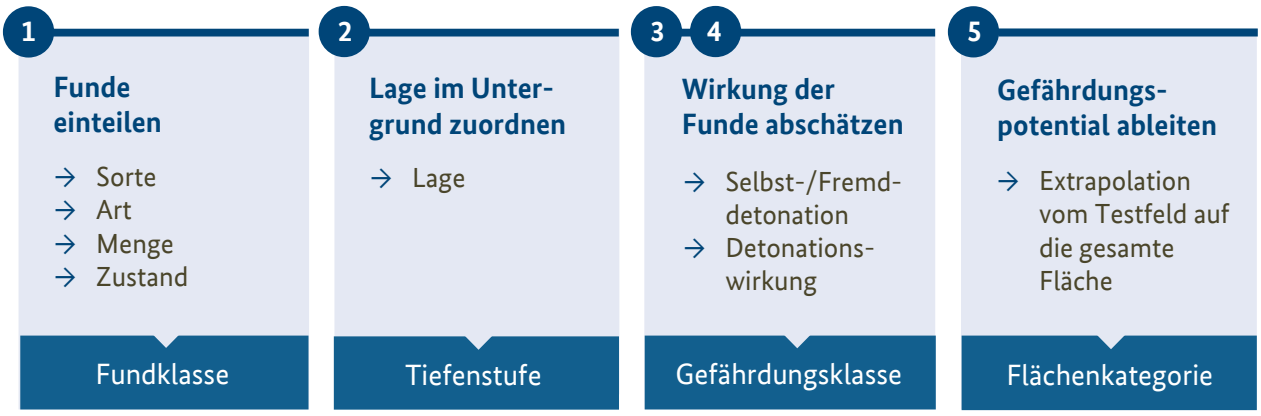


Abb. A-3.3-1 Methodische Vorgehensweise bei der Gefährdungsabschätzung

Tab. A-3.3-1 Fundklassen

Fund-klasse	Beschreibung	Beispiel	Klassifizierung nach 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	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 selbstdetonations-fähigem oder aufgrund mittelbarer Energiezufuhr wirkfähigem Zünder	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 (depleated 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.	

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 Verwechselungen zu vermeiden, wurde der Buchstabe „I“ nicht vergeben.

5 Tiefenstufen

Die Möglichkeit, mit Kampfmitteln in Kontakt zu kommen, hängt entscheidend von der Tiefenlage der Kampfmittel unter Gelände (u. GOK) bzw. dem Abstand der Kampfmittel zum Schutzgut (z. B. seitliche Entfernung eines Kampfmittels von einer Bohrung) ab. Aus diesem Grund werden zwei Tiefenstufen unterschieden.

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.

Tab. A-3.3-2 Tiefenstufen

Tiefen-stufe	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 (Grabtätigkeit oder Geräteeinsatz) zugängliche Funde

6 Gefährdungsklassen

Nachdem sämtliche Funde eines Testfeldes den zehn 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 tiefergehende Betrachtung möglich.

Für die Bewertung, ob im Untergrund liegende Kampfmittel bei einer bestehenden Bodenüberdeckung auf die Schutzgüter wirken können (Korrelation der Schutzwirkung des Bodens mit 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 (kürzestmögliche 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. Grundlagen dieser Betrachtungen können neben eher theoretisch abgeleiteten Aspekten insbesondere Ergebnisse aus experimentell ermittelten Daten aus Sprengversuchen sein.

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. Abb. A-3.3-2).

10 Fundklassen A-K

Sorte, Art, Zustand etc. des Fundes

+

2 Tiefenstufen

Ausprägung des Schutzmediums

Die Tiefenlage bzw. Ausprägung des Schutzmediums und die Explosivstoffmasse

bestimmen maßgeblich das Ausmaß der Wirkung auf das Schutzgut.

Grundklasse	keine Wirkung möglich
Xw-Klasse	Wirkung möglich
Xw10-Klasse	Wirkung durch unmittelbaren Kontakt möglich

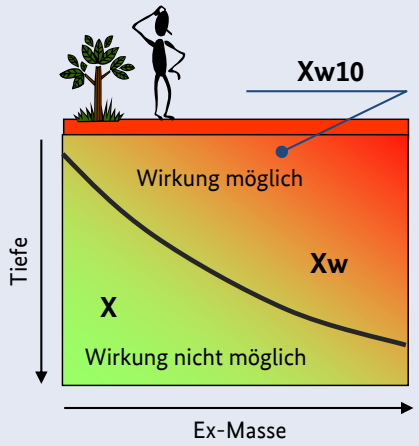


Abb. A-3.3-2 Die methodische Ableitung der Gefährdungsklassen aus den Fundklassen und den Tiefenstufen

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 Gefährdungsklassen 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“).

Tab. A-3.3-3 Die Gefährdungsklassen

Unterscheidungsmerkmale				Gefährdungsklassen		
Level 1	**Level 2**	**Level 3**	**Level 4**	**Grund-klasse**	**W-Klasse**	**W10-Klasse**
Schrott	ziviler Herkunft			A	nicht verwirklicht	nicht verwirklicht
	militärischer Herkunft			B		
	ehemalige Munition ohne gefährliche Substanzen			C		
Kampf-mittel	ohne Explosivstoff	ohne Zünder	Waffen	D		
	mit Explosivstoff		unbezünderte Kampfmittel	E		Ew10
		mit Zünder	Detonation durch Fremdeinwirkung	F	Fw	Fw10
			Selbstdetonationsfähige KM	G	Gw	Gw10
	KM mit besonderen Inhalts-stoffen	mit oder ohne Zünder	KM mit Brand-, Reiz-, Nebelstoffen	H	Hw	Hw10
			KM mit radioaktiven Substanzen	J	Jw	Jw10
			KM mit chemischen Kampfstoffen	K	Kw	Kw10

In der Tabelle A-3.3-3 sind die möglichen Gefährdungsklassen und deren Abgrenzung aufgeführt. Die Gefährdungsklassen werden in der Tabelle A-3.3-4 näher erläutert.

Tab. A-3.3-4 Merkmale der Gefährdungsklassen

Gefährdungsklasse	Beschreibung	Gefährdungspotenzial für Schutzgüter in unmittelbarer Nähe durch Detonationswirkung	Klassifizierung nach BFR KMR
A	Schrott ziviler Herkunft	Ohne	Schrott
B	Schrott militärtechnischer Herkunft	Ohne	
C	Ehemalige Munition oder Teile davon ohne gefährliche Stoffe	Ohne	
D	Waffen, Waffenteile	In der Regel ohne (wenn Waffen Explosivstoffe enthalten, erfolgt die Einstufung in die entsprechende höhere Gefährdungsklasse)	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 selbstdetonationsfähigem oder aufgrund mittelbarer Energiezufuhr wirkfähigem 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.	

Tab. A-3.3-4 Merkmale der Gefährdungsklassen (Fortsetzung)

Gefährdungsklasse	Beschreibung	Gefährdungspotenzial für Schutzgüter in unmittelbarer Nähe durch Detonationswirkung	Klassifizierung nach BFR KMR
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 Detonation ist aufgrund der Selbstdetonationsfähigkeit des Zünders oder bei einer mittelbaren Energiezufuhr z.B. durch Erschütterungen möglich. Eine Wirkung und damit Gefährdung ist möglich.	Kampfmittel
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 bei einer mittelbaren Energiezufuhr z.B. durch Erschütterungen oder durch Selbstdetonation ist möglich. Eine Gefährdung ist gegeben.	
H	Kampfmittel, die flüchtigen Brandstoff oder Reiz- oder Nebelstoff enthalten	Diese Kampfmittel enthalten Wirksubstanzen, die aufgrund 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 aufgrund 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 aufgrund 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 (s. a. folgende Abb. A-3.3-3):

Gefährdungsklassen A, B, C: Flächenkategorie 1

Gefährdungsklassen D, E, F, Fw, G, H, J, K: Flächenkategorie 3

Gefährdungsklassen Gw bis Kw, Ew10 bis Kw10: Flächenkategorie 4

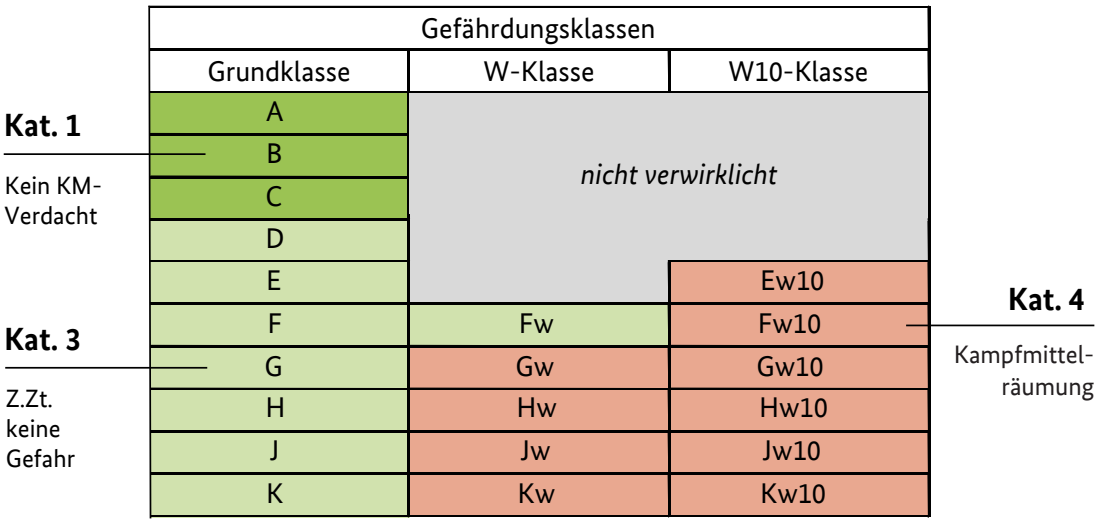


Abb. A-3.3-3 Die Ableitung der Flächenkategorien aus den Gefährdungsklassen

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 Varianten von Abbildung A-3.3-4 die wirklichen Verhältnisse wiedergibt.

Die wesentlichen Faktoren leiten sich aus den Ergebnissen:

- → der Historisch-genetischen Rekonstruktion (HgR),
- → der geophysikalischen Testfelduntersuchungen,
- → der Testfeldräumungen,
- → der Testfeldbewertungen sowie aus
- → 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.

Die Extrapolation und die identifizierten Faktoren sind grundstücksabhängig. Aus diesem Grund ist auch jede Gefährdungsabschätzung einzelfallbezogen vorzunehmen.

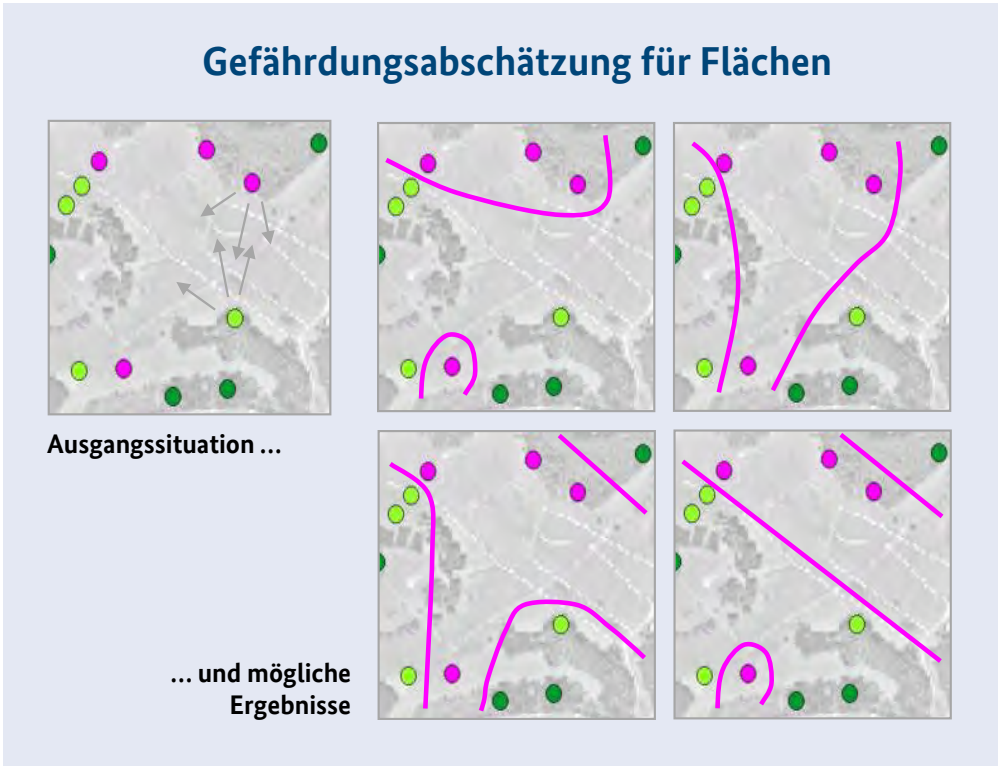


Abb. A-3.3-4 Theoretische Möglichkeiten der Extrapolation punktueller Informationen auf eine Fläche ohne Berücksichtigung weiterer Informationen

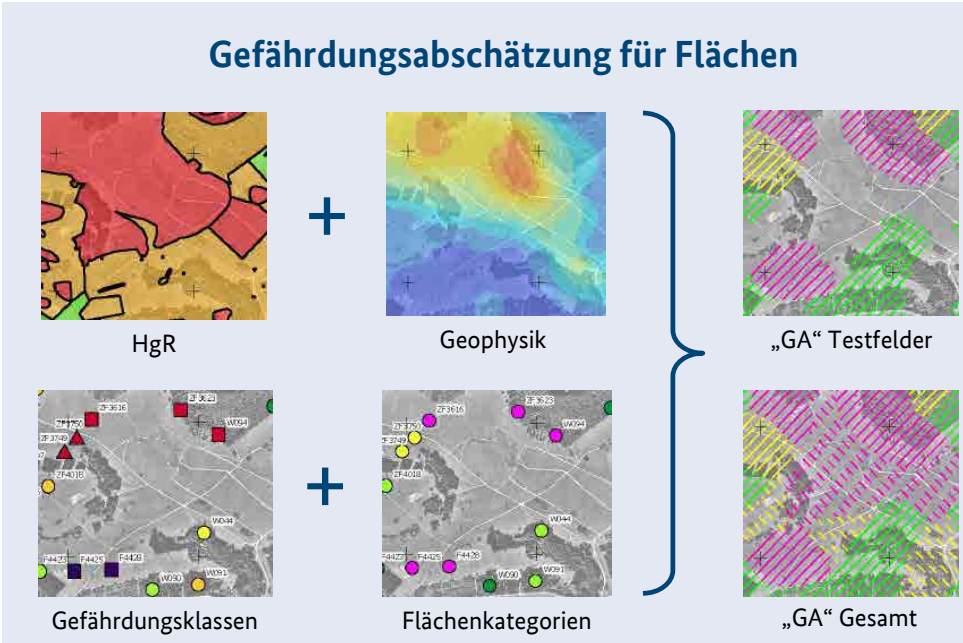


Abb. A-3.3-5 Methodische Vorgehensweise bei der Extrapolation kleinräumiger Ergebnisse von Testfelduntersuchungen auf eine größere Fläche unter Berücksichtigung aller Informationen. Die Abbildung zeigt Beispiele für derartige Pläne auf.

9 Dokumentation

Der Gefährdungsabschätzung kommt bei der Kampfmittelräumung eine grundlegende Bedeutung zu. Sie bestimmt Art und Umfang und damit auch die 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 Vorgaben des Anhangs A-9.3.6 „Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung“ sind zu beachten.

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 A-3.3-6 werden die Anzahl der Funde getrennt nach Fundklassen und Gefährdungsklassen dargestellt.

Beispiel für die Dokumentation der Ergebnisse für das Untersuchungsgebiet

In der zusammenfassenden Tabelle (Tab. A-3.3-5) werden die höchsten Fund- und Gefährdungsklassen und die daraus resultierende Flächenkategorie für jedes Testfeld dokumentiert.

Tab. A-3.3-5 Beispiel einer zusammenfassenden Ergebnisdokumentation

Testfeld	Fundklasse (höchste)	Gefährdungsklasse (höchste)	Flächenkategorie
F1	G	Gw10	4
F2	K	Kw10	4

Für den Bericht zur Gefährdungsabschätzung sind Lagepläne anzufertigen, die für die einzelnen Testfelder die

- → höchste Fundklasse
- → höchste Gefährdungsklasse
- → Flächenkategorien

darstellen.

Beispiele für derartige Pläne zeigt die Abbildung A-3.3-5 auf.

Tab. A-3.3-6 Beispiel einer Ergebnisdokumentation für untersuchte Testfelder

Anzahl der Funde je Testfeld in den Fundklassen (FK) und den Gefährdungsklassen (GK)													
Test-Feld	FK	A	B	C	D	E		F			G		
	GK	A	B	C	D	E	Ew	F	Fw	Fw10	G	Gw	Gw10
F1	FK	123	34	19	0	15		13			23		
	GK	123	34	19	0	15	3	7	4	2	12	4	7
F2	FK	23	2	7	1	7		11			1		
	GK	23	2	7	1	3	4	7	3	1	1	0	0

Anzahl der Funde je Testfeld in den Fundklassen (FK) und den Gefährdungsklassen (GK)											
Test-feld	FK	H			J			K			
	GK	H	Hw	Hw10	J	Jw	Jw10	K	Kw	Kw10	Summen
F1	FK	0			0			0			227
	GK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	227
F2	FK	1			0			11			64
	GK	1	0	0	0	0	0	5	4	2	64

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	Ew	F	Fw	Fw10	G	Gw	Gw10	H	Hw	Hw10	...	Summe
Summe	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	...	2
in %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	50	...	100

A-3.4 Statistik

1 Einleitung

Die Abschätzung der Kampfmittelbelastung einer Fläche anhand von Testfeldern ist zweckmäßig, wenn es sich um ein großes Verdachtsgebiet mit einem belastbaren Kampfmittelverdacht und ggf. komplexem Kampfmittelinventar handelt. Diese Merkmale liegen beispielsweise bei Truppenübungsplätzen vor.

Planung, Auswahl und Untersuchung von Testfeldern sind zentraler Bestandteil der Phase B – Technische Erkundung. Die Ergebnisse der Testfeldräumung sind eine 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 Ausführungen zu Testfeldern finden sich im Anhang A-3.2 „Testfeld“ und dem auf den Seiten 321 und 322 genannten Materialienband.

Für eine systematische Auswahl von Testfeldern können statistische Verfahren der Stichprobenplanung hilfreich sein. Damit können wissenschaftlich begründete Hochrechnungen auf der Basis von Zufallsstichproben erstellt werden. Die Zufallsstichproben sind die notwendige Voraussetzung für die Repräsentativität der Stichproben bzw. der Testfelder, von denen auf die Grundgesamtheit, d. h., das gesamte Verdachtsgebiet geschlossen werden soll.

2 Studie

Eine Studie, die 2003 im Auftrag der OFD Niedersachsen (heute NLBL) vom Statistischen Beratungslabor (STABLAB) der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) für den TrÜbPl Münsingen angefertigt wurde, hatte zur Aufgabe, allgemeingültige Kriterien für Größe, Form und Anzahl von Testfeldern bei Testfelduntersuchungen zur Kampfmittelräumung von Truppenübungsplätzen zu entwickeln. Dabei finden Erkenntnisse aus Phase A „Historische Erkundung“ Eingang.

In der Zusammenfassung der Studie wird Folgendes ausgeführt: Bei der Größe von Testfeldern lässt sich aus statistischer Sicht feststellen, dass eine kleinere Fläche eines Testfeldes und die daraus resultierende größere Testfelderanzahl für die Genauigkeit der Ergebnisse der Testfelduntersuchung von Vorteil sind. Es werden quadratische Testfelder mit rechteckigen verglichen, wobei sich zeigt, dass letztere vorteilhafter sind. Die Aussagen zu Größe und Form der Testfelder werden über rein theoretische Betrachtungen getroffen.

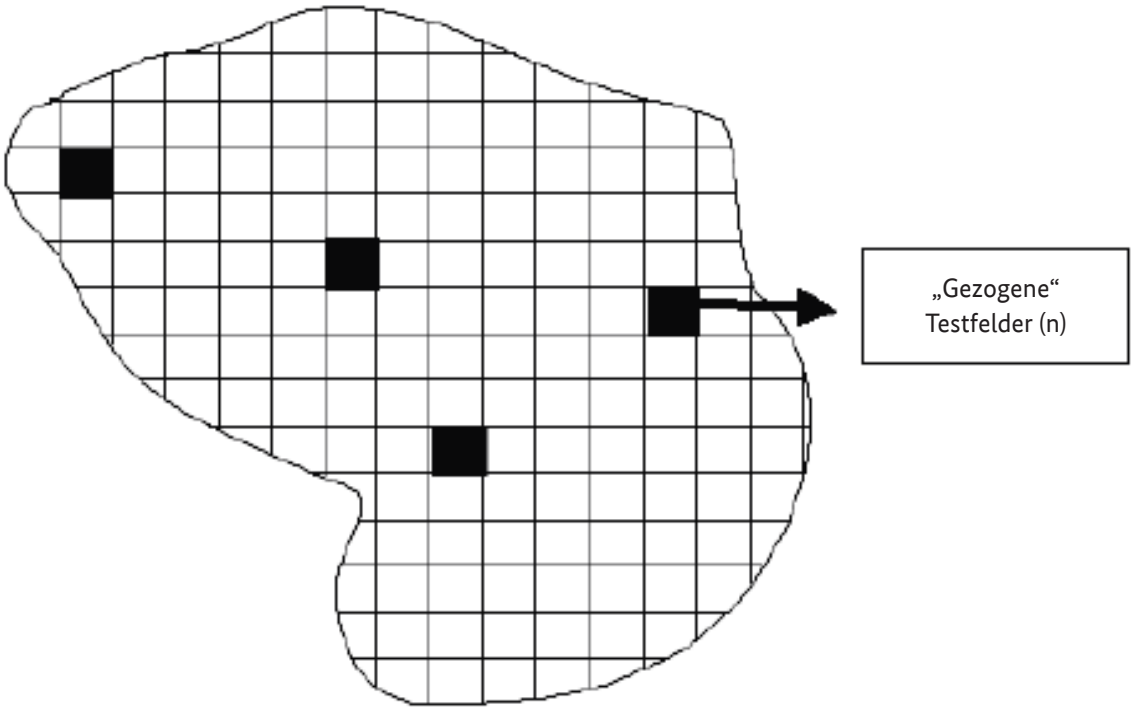


Abb. A-3.4-1 Einteilung einer Kampfmittelverdachtsfläche in Testfelder mithilfe eines Rasters. Alle potenziellen Testfelder bilden die Grundgesamtheit, aus der in diesem Beispiel 4 Testfelder gezogen werden.

Durch das Vorwissen aus Phase A können kampfmittelverdächtige Flächen wie Truppenübungsplätze nach bestimmten Merkmalen, wie z. B. der Intensität der Kampfmittelbelastung, unterteilt werden. Im statistischen Sinne handelt es sich dabei um Schichten[11]. Zur Bestimmung eines optimalen Stichprobenumfangs, mit dem Ziel einer möglichst genauen Schätzung der Kampfmittelbelastung, kann dieses Vorwissen für sogenannte geschichtete Stichproben verwendet werden. Es ist entweder möglich, bei vorgegebener Genauigkeit der Schätzung die dafür notwendige Anzahl an Testfeldern zu bestimmen oder bei Vorgabe einer Gesamtzahl zu räumender Testfelder die optimale Verteilung der Testfelder auf die Schichten zu ermitteln. Bei der Bestimmung der optimalen Anzahl an Testfeldern kann man auch verschiedene Kostenansätze für Testfeldräumungen in unterschiedlichen Schichten berücksichtigen.

Nach Ermittlung der Anzahl zu räumender Testfelder werden diese zufällig ausgewählt. Dafür wird ein Verfahren vorgeschlagen, bei dem die Testfelder möglichst gut über die kampfmittelverdächtige Fläche bzw. unterschiedliche belastete Teilflächen verteilt sind (Abb. A-3.4-1).

Nach Räumung der Testfelder müssen die Daten ausgewertet werden. In der Studie finden sich alle Formeln zur Bestimmung der relevanten Größen

11 Unter „Schichten“ sind Teilmengen, hier Teilflächen, der gesamten Verdachtsfläche bzw. des TrÜbPl zu verstehen. Die einzelnen „Schichten“ sollen in sich möglichst homogen sein, d. h. eine gleichmäßige Belastung mit Kampfmitteln aufweisen. Untereinander sollen die „Schichten“ möglichst heterogen sein, d. h., eine unterschiedliche Belastung mit Kampfmitteln aufweisen.

Mittelwerte, Varianzen und Konfidenzintervalle je Schicht und für die gesamte zu untersuchende Fläche.

Zur Planung der Testfeldanzahlen wurde ein Berechnungswerkzeug entwickelt, das die Handhabung der teilweise recht komplexen Formeln erleichtert.

Die Studie untergliedert sich in folgende Teilberichte:

(1) KÜCHENHOFF, H. & HENKING, A. (2003): TrÜbPl Münsingen – Kampfmittelräumung – Studie zu Testfelduntersuchungen – Stichprobenplanung und -ziehung. 25 S. Unveröffentlichte Studie des STABLAB LMU München im Auftrag der OFD Niedersachsen.

Die vorstehende Zusammenfassung entstammt diesem Teilbericht.

(2) KÜCHENHOFF, H. & HENKING, A. (2003): TrÜbPl Münsingen – Kampfmittelräumung – Berechnungswerkzeug zu Testfelduntersuchungen, Stichprobenplanung und -ziehung – Fachkonzept. 12 S. Unveröffentlichte Studie des STABLAB LMU München im Auftrag der OFD Niedersachsen.

In diesem Bericht werden die Rechenoperationen beschrieben, die als Berechnungswerkzeug für die Studie zur Testfelduntersuchung benötigt werden. Das Berechnungswerkzeug gliedert sich in die zwei Module „Stichprobenplanung“ und „Stichprobenziehung“. Für ersteres muss das Vorwissen über die Schichten umgerechnet werden und es können Berechnungen für drei Planungsmethoden durchgeführt werden. Für das zweite Modul werden mithilfe eines Zufallsgenerators Stichproben gezogen.

(3) KÜCHENHOFF, H. & HENKING, A. (2003): TrÜbPl Münsingen – Kampfmittelräumung – Berechnungswerkzeug zu Testfelduntersuchungen, Stichprobenplanung und -ziehung – DV-Konzept. 8 S. Unveröffentlichte Studie des STABLAB LMU München im Auftrag der OFD Niedersachsen.

Im DV-Konzept werden alle relevanten Details und Vorgaben für das Berechnungswerkzeug mit dem Fokus auf den Ein- und Ausgabeschnittstellen beschrieben. Das Berechnungswerkzeug gliedert sich in die zwei Module „Stichprobenplanung“ und „Stichprobenziehung“. Die Eingabe für Ersteres erfolgt durch den Nutzer am Bildschirm. An diesem sowie in einer Datei werden die Ergebnisse ausgegeben. Die Ausgabe aus dem Modul „Stichprobenplanung“ und eine Eingabedatei bilden die Eingabe für das Modul „Stichprobenziehung“. Die Ausgabe erfolgt in einer Datei.

(4) KUHLBARS, M. & HENKING, A. (2003): TrÜbPl Münsingen – Kampfmittelräumung – Berechnungswerkzeug zu Testfelduntersuchungen, Stichprobenplanung und -ziehung – Benutzerhandbuch. 14 S. Unveröffentlichte Studie des STABLAB LMU München im Auftrag der OFD Niedersachsen.

In diesem Handbuch werden die Benutzung und Besonderheiten, wie z. B. Plausibilitätsfragen des Berechnungswerkzeugs, behandelt. Für fachliche Hintergründe wird auf Studie (1) verwiesen.

Da über die vorstehende Zusammenfassung eine Wiedergabe der gesamten Studie über den Rahmen der AH KMR hinausginge, werden die einzelnen Berichte als Materialienband durch das NLBL zur Verfügung gestellt.

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 Tabellen A-4.1-1 und -2 geben einen Überblick über die Räumziele, die in der Regel mit den obenstehenden Räumverfahren erreicht werden können. Die Räumziele werden in den folgenden Abschnitten dargelegt.

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

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	●			●	●
Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen		●	●	●	●

Tab. A-4.1-2 Eignung Räumverfahren Gewässer für unterschiedliche Räumziele

Räumziel	Räumverfahren Gewässer gemäß Aufzählung Kap. 1		
	1	2	3
Kampfmittelfreiheit mit Einschränkungen	●	●	
Kampfmittelfreiheit ohne Einschränkungen	●	●	●

werden können. Bei sämtlichen Maßnahmen mit Bodeneingriff (auch unter und in vorh. Vegetation z. B. bei Rodungsarbeiten) 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 (s. Anhang A-9.4.12 „Freigabebescheinigung“).

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, ggf. mit Sondenunterstützung 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 hilfsweise 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 sukzessive bis zum Erreichen des gewünschten Sohlenniveaus in Abhängigkeit der vermuteten Kampfmittel mittels aktiver und/oder passiver Sonden vollflächig und systematisch zu untersuchen und ggf. zu räumen.

Die DGUV Regel 113-003, 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 Kampfmitteleinzelfunde 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 Bohrlochsondierung 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 Spezialtiefbautechnik (erschütterungsarmer 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 Bohrlochsondierrasters, 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 Störpunktdichte sollte 50.000 Störpunkte/ha nicht überschreiten.
2. Die Mächtigkeit der von der Oberfläche von Kampfmitteln freigemessenen Bodenschicht wird durch die eingesetzten aktiven und/oder passiven Sonden, die Lage des Störkörpers, den Abstand zwischen Störkörper und Sonde sowie durch standortgegebene 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 und vorsichtiges Ausbreiten des Bodens mittels Spaten oder 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 Räumerfolg 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 Störpunktdichte sollte > 50.000 Störpunkte/ha sein.
2. 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.
3. Die Einsatzmöglichkeiten von Separationsanlagen werden durch die zu erwartenden Kampfmittel und die daraus abzuleitende Masse an Explosivstoff begrenzt. Entsprechende Regelungen trifft die DGUV Information 201-027 „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der 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 die Gewässersohle durch Geräte oder Taucher auf Kampfmittel untersucht. Sedimente werden nicht gefördert. Der zu räumende Gewässerabschnitt ist in Abstimmung mit den zuständigen Behörden bei vorhandener Schifffahrt gemäß den geltenden Vorschriften (z. B. Binnenschifffahrtsstraßen-Ordnung) zu kennzeichnen, ggf. zu sperren.

4.1.1 Verfahrensbeschreibung: Tauchereinsatz

Die Gewässersohle wird durch einen Taucher oder eine Tauchergruppe mit der Sonde mäanderförmig vollflächig abgeschwommen. Bei geneigter Gewässersohle ist die Gewässersohle aufwärts abzuschwimmen, um einen optimalen Blickwinkel auf die Gewässersohle 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 Störpunkte 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 der Gewässersohle 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. starke Trübung oder starke Bodenvegetation),
- starken Strömungen, Wellengang,
- Windverhältnissen, die eine Verortung verhindern,
- einer hohen Störkörperbelastung (z. B. starker Verschrottung),
- flächigen Verfüllungen oder Überlagerungen (z. B. durch Bauschutt),
- langen Austauchzeiten bei größeren Wassertiefen,
- muddigen oder schlammigen Sedimenten, die eine hohe Schichtdicke aufweisen,
- Eisgang,
- Hochwasser mit starker Strömung, das zu einer kurzfristigen Sedimentumlagerung führt,
- statischen Bedenken z. B. bei angrenzenden Brücken- oder Uferbauwerken,
- nicht einzuschränkenden Schifffahrtsverhältnissen.

4.1.3 Verfahrensbeschreibung: Geräteeinsatz

Die Gewässersohle wird durch Geräte mäanderförmig vollflächig abgesucht. Die Geräte werden von schwimmenden Einheiten (Schiff, Ponton) aus über oder in der Gewässersohle geführt. Der Einsatz von Arbeitspontons kann auch zur optimalen Verortung/Positionierung unter Einsatz von Stelzen oder Pfählen erfolgen. In diesem Fall ist eine Gefährdung durch die in das Sediment eindringenden Pfahlspitzen/Stelzen durch das Einwirken auf Kampfmittel zu beachten.

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 die Gewässersohle 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. Die Flächenleistung ist mit sogenannten GPS-gestützten Baggersichtsystemen oder einer Nachsondierung (aufmagnetisiertes Sediment) dokumentierbar.

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 registriert, 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.

Die Sicherheitsvorkehrungen (Splitterschutz, Druckwellenschutz) sind so zu gestalten, dass Gefährdungen ausgeschlossen werden können. Die maximale Explosivstoffmasse ist entsprechend festzulegen. Größere Störkörper sind vorher durch Taucher unter Wasser zu identifizieren und vor dem Baggerprozess zu entfernen.

4.1.4 Verfahrensgrenzen: Geräteeinsatz Unterwassermagnet

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 an der Gewässersohle ausgeführte Kampfmittelräumung in wenig verfestigten Sedimenten.

Die Tiefenwirkung (Räumziel) ist stark abhängig vom Sohlenprofil. Z. B. kann ein Einsatz im Böschungsbereich zum Verkanten des Magneten und zu unterschiedlichen Reichweiten führen. Daraus ergibt sich auch, dass eine definierte Räumtiefe, z. B. als Horizont bei unebener Sohle, nicht erreichbar wird.

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 werden. Die annähernd flexible Aufhängung des Magneten mit Einsatz eines GPS-gestützten Baggersichtsystems kann die vollflächige Bearbeitung verbessern.

Das Verfahren wird ohne Sicht ausgeführt. Eine Beobachtung mit Unterwasserkameras ist wegen des aufgespülten Sedimentes nicht möglich. Der Räumerfolg 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 auf Anomalien und eine auf passiven Sonden basierende Kampfmittelräumung in aller Regel nicht mehr möglich.

4.1.5 Verfahrensbeschreibung: Geräteeinsatz Siebgreifer oder Sieblöffel

Die Gewässersohle wird im vorgegeben Räumfeld vollflächig abgesucht. Aus der vorangegangenen Sondierauswertung besonders starke Anomalien werden im Vorfeld durch Tauchereinsatz (s. Abschnitt 4.1.1) hinsichtlich ihrer Gefährdung untersucht, ggf. geräumt oder für den Geräteeinsatz freigegeben.

Die Geräte werden von schwimmenden Einheiten (Schiff, Ponton) über bzw. in die Gewässersohle geführt. Der Einsatz von Arbeitspontons kann auch zur optimalen Verortung/Positionierung unter Einsatz von Stelzen oder Pfählen erfolgen. In diesem Fall ist eine Gefährdung durch die in das Sediment eindringenden Pfahlspitzen/ Stelzen durch das Einwirken auf Kampfmittel zu beachten.

Durch Einsatz der Löffel- bzw. Baggergreifer als Sieb wird beim Fördern der Körper das Sediment (z. B. Sand) entsprechend der Siebweite im Wasser ausgespült. Der Ausspülvorgang kann durch den Einsatz von Spüldüsen an oder in den Greifer- bzw. Löffelschalen unterstützt werden. Das Spülen sollte dabei noch während des Förderns unter Wasser erfolgen.

Durch den Einsatz eines sogenannten GPS-gestützten Baggersichtsystems ist das Räumziel in der Fläche und der Tiefe einhaltbar.

Die im Siebgreifer bzw. Sieblöffel verbliebenen Körper mit Anhaftungen aus Sediment werden in einem Behälter abgelegt und durch einen Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG begutachtet und bei Identifikation von Kampfmitteln und Schrott separat im Bereitstellungslager bzw. in einem beiliegenden Behälter (Schute) abgelegt.

Die Sicherheitsvorkehrungen (Splitterschutz, Druckwellenschutz) sind so zu gestalten, dass Gefährdungen ausgeschlossen werden können. Die maximale Explosivstoffmasse ist entsprechend festzulegen. Größere Störkörper sind vorher durch Taucher unter Wasser zu identifizieren und vor dem Baggerprozess zu entfernen.

4.1.6 Verfahrensgrenzen: Geräteeinsatz Siebgreifer oder Sieblöffel

Der Einsatz eines Siebgreifers oder Sieblöffel besitzt verschiedene Grenzen, die das Räumergebnis maßgeblich beeinflussen:

Abhängig vom Sediment, der technischen Auslegung der Greifer bzw. Löffel und der Siebweite ist nur eine begrenzte Mengenaufnahme (Ausdehnung der Körper bzw. Nester von Körpern) möglich. Die Bodenklasse (vergl. DIN 18311) des Sediments kann das Aufnehmen, Fördern bzw. Spülen einschränken.

Eine hohe Ansammlung von Körpern bzw. Verschrottung führt zum Nachrutschen von Sediment-Körper-Gemisch in den Räumtrichter. Durch Tauchereinsatz oder geomagnetische Kontrolluntersuchung sind die geräumten Flächen deswegen nachträglich zu kontrollieren und freizugeben.

Das Spülen im Greifer kann anteiliges Feinkorn im Sediment mobilisieren, was zu Wassertrübung, Schadstofffreisetzung (je nach Kontamination) und erhöhter Sauerstoffzehrung führt.

Eine Detonation von Kampfmitteln beim Fördern oder an Deck kann nicht ausgeschlossen werden.

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.

Die Sicherheitsvorkehrungen (Splitterschutz, Druckwellenschutz) sind so zu gestalten, dass Gefährdungen ausgeschlossen werden können. Die maximale Explosivstoffmasse ist entsprechend festzulegen. Größere Störkörper sind vorher durch Taucher unter Wasser zu identifizieren und vor dem Baggerprozess zu entfernen.

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 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. Die Separation der Kampfmittel kann dabei erfolgen

- → an bzw. in der Gewässersohle,
- → auf einer Schute oder ähnlichem (unmittelbar am Abgrabungsort),
- → nach Transport am Ablagerungsort.

Das Sediment wird mit folgenden Verfahren abgebaut:

- → Greifer- 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:

Greifer- oder Löffelbagger

Mit dem Greifer- bzw. Löffelbagger wird das Sediment abgebaut und in einer beiliegenden Schute abgelegt. Die Separation von Kampfmitteln erfolgt mithilfe 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 dem das Baggergut chargenweise abgelegt wird. Das Baggergut wird anschließend mithilfe 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 (Sonderform des Löffelbaggers)

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 Greifer- 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 Havariedetonationen geschützt.

Die Maschenweite des Siebes wird auf Basis der Erkundung festgelegt und ist für den Räumerfolg 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 Räumerfolgs ist nicht möglich; dieser kann erst im Nachgang mithilfe 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 Explosiv- und Brandstoffe führen.
- die Sicherheit des Personals nur mit großem Aufwand (Splitterschutz, Entfernen des Personals während der Ablagerung des kampfmittelhaltigen Sedimentes) hergestellt werden kann.
- die Abgrabung des Sedimentes häufig zur Entsorgungsnotwendigkeit desselben mit entsprechenden Kosten führt. Es sei denn, die Nassbaggerung ist Anlass der Kampfmittelräumung und kann damit Teil der Nassbaggerung sein.

4.3 Einzelpunkträumung

Werden durch die geophysikalischen Erkundungen kampfmittelverdächtige Einzelobjekte festgestellt, können sie mit geeigneten, dem Einzelfall angepassten 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 kampfmittelverdächtigen Einzelobjekten.

4.3.1 Verfahrensbeschreibung

Das Verdachtsobjekt wurde durch geophysikalische Verfahren (Flächengeophysik oder Bohrlochsondierungen) festgestellt. Für die Räumung ist es geodätisch exakt auf der Gewässersohle 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 befördert 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 auf 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, in die Gewässersohle (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 Kampfmittelinhaltsstoffe auftreten. Durch Bodeneingriffe im Rahmen der Kampfmittelräumung, insbesondere bei der sog. Volumenräumung, können diese Sprengstoffe durch Zerkleinerung und Feinverteilung im Boden leichter mobilisiert werden. In der Folge können diese vermehrt im Sickerwasser auftreten und in das Grundwasser verlagert werden.

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 Gewässerschlamm vorzufindenden Lebewesen und damit die Auswirkungen auf die Gewässerökologie sind zu berücksichtigen.

7. Die Mobilisierung von schlammigen Sedimenten kann zu Trübungen, Schadstoffmobilisierung und erhöhter Sauerstoffzehrung führen.

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 Bauverwaltungen 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.

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 bis 4 des § 43 HOAI (Leistungsbild Ingenieurbauwerke) und wurden an die Anforderungen der Kampfmittelräumung angepasst. Eine nähere Beschreibung ist dem Kapitel 6.2 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 (s. ES-Bau).

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“

Diese Regelung gilt für „große Neu-, Um- und Erweiterungsbauten“ mit Kosten über 2.000.000 €, 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, Rdn. 1.1). Kampfmittelräummaßnahmen sind dieser Definition zuzuordnen.

In der weiteren Abfolge sieht die RBBau die Erstellung der EW-Bau (RBBau, Abschnitt E) 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 (s. A-7.2.7, Abschnitt 2).

Als Grundlage aller weiteren Planungsschritte ist der Erläuterungsbericht zur Räumplanung (s. A-9.4.9 TS „Erläuterungsbericht“) so abzufassen, dass die Inhalte selbsterklärend 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 Bauverwaltung 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 aufwändige verfahrens- und haftungsrechtliche Regelungen möglich, da einige Grundaufgaben ausschließlich dem „Bauherren“ bzw. seinem direkten Vertreter (z. B. örtliche Bauverwaltung) 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 an § 43, Lph. 5-8 der HOAI, Leistungsbild Ingenieurbauwerke 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 Anlage 12 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 dies 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 den Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR 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 Baudurchführung/den Bauarbeiten beauftragten gewerblichen Unternehmers zu unterscheiden. Die Pflichten des Bauherren bzw. des von ihm beauftragten Dritten erstrecken sich auf die Planungs- und Ausführungsphase einer Räummaßnahme. Die Pflichten des Unternehmers erstrecken sich auf die Ausführungsphase und basieren auf den eigenverantwortlichen Planungsarbeiten, Informationen und übergebenen Unterlagen 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 der 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 Sicherheits- und Gesundheitsschutz zu schaffen und dem Auftragnehmer die Informationen bekannt zu machen, die dieser zur Umsetzung seiner Arbeitgeberpflichten benötigt.

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 DGUV Regel 113-003, Anhänge 5 und 6 (Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff, früher BGR 114) konkretisiert sind. Das ArbSchG relativiert damit Bestimmungen wie § 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.

2.2 Baustellenverordnung

Die Schutzziele des ArbSchG werden u. a. durch die BaustellV ergänzt und durch die Regeln zum Arbeitsschutz auf Baustellen (RAB) konkretisiert. Nach der BaustellV sind Kampfmittelräumungen besonders gefährliche Arbeiten im Sinne des Anhangs 2. Neben den im § 4 ArbSchG festgelegten „allgemeinen Grundsätzen“ ergeben sich für den Bauherren hieraus 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 (s. § 2 (2) und Anlage 1)),
- → Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan) bereits in der Planungsphase, also vor der Beauftragung eines Auftragnehmers (wenn auf einer Baustelle Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber gleichzeitig oder nacheinander tätig werden, s. Anlage 1),
- → Bestellung eines Koordinators bereits in der Planungsphase, also vor der Beauftragung eines Auftragnehmers (wenn auf einer Räumstelle Beschäftigte mehrerer Arbeitgeber gleichzeitig oder nacheinander tätig werden).

Weitere Einzelheiten zu den Bauherrenpflichten erläutern die RAB 33. Eine wertvolle Hilfe zur Wahrnehmung der Bauherrenpflichten bietet auch die DGUV Information 201-027.

Der SiGe-Plan ergänzt die gemäß DGUV Regel 113-003, Anhang 5, Abschnitt 4 von der Verantwortlichen Person nach Auftragserteilung an den gewerblichen Unternehmer zu erstellende, räumstellenspezifische Betriebsanweisung. Der SiGe-Plan ist im Bedarfsfall der Entwicklung des Bauvorhabens in der weiteren Planung und der Ausführung sowie auch an die Erfordernisse der Betriebsanweisungen 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 Beschäftigen mit diesen Stoffen nicht auszuschließen. Bei diesen Stoffen handelt es sich um Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung.

Der Bauherr hat daher dem gewerblichen Unternehmer ein Sicherheitsdatenblatt entsprechend § 5 der GefStoffV und weitere zur Erfüllung der Pflichten nach der GefStoffV (vgl. Abschnitt 3.4) notwendigen Informationen zur Verfügung zu stellen und unter Berücksichtigung des § 15 GefStoffV bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung mitzuwirken.

Der Unternehmer darf nach § 7 (1) der Gefahrstoffverordnung erst mit den Arbeiten beginnen, nachdem er eine Gefährdungsbeurteilung durchgeführt, die erforderlichen Maßnahmen umgesetzt, die Betriebsanweisungen erstellt und seine Mitarbeiter unterwiesen hat. Diesen Pflichten kann er ohne die vorgenannten Informationen nicht nachkommen.

Darüber hinaus hat der Bauherr bei der Auswahl geeigneter Bewerber für die Kampfmittelräumung darauf zu achten, dass sie über die entsprechenden Fachkenntnisse gem. GefStoffV 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.

Beabsichtigt der Bauherr, seine Pflichten einem Dritten zu übertragen, bleiben diese solange in seiner Verantwortung, bis der Vertrag mit dem beauftragten Dritten wirksam ist. Erfolgt die Beauftragung erst in der Ausführungsphase, so verbleibt die Verantwortung für Mängel aus der Planungsphase beim Bauherrn. 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 DGUV Regel 113-003 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. Die Bestellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinators durch den Bauherrn entbindet den Unternehmer nicht von seinen vorgenannten Pflichten. 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 (s. a. Anlage 2). Diese Person übt die alleinige Weisungsbefugnis auf der Kampfmittelräumstelle aus. Andere Verantwortliche Personen und Koordinatoren (BaustellV, DGUV Regel 113-003, DGUV Regel 101-004 bzw. TRGS 524) 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 § 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 Beschäftigen mit diesen Stoffen nicht auszuschließen.

Der Bauherr hat alle verfügbaren Informationen über die Baustelle und ein Sicherheitsdatenblatt nach § 5 GefStoffV nach den dort benannten Richtlinien an den gewerblichen Unternehmer auszuhändigen.

Gemäß § 6 „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 (§ 2) 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 aufeinander aufbauende Stufen der Schutzmaßnahmen in Abhängigkeit der Gefährdung ermittelt.

§ 11 legt besondere Schutzmaßnahmen bei Brand-/Explosionsgefahren fest, die durch Bestimmungen des Anhangs I.1 ergänzt werden. Dabei ist insbesondere auf die Festlegungen des Anhangs I.1.6 zu verweisen, wonach bei Tätigkeiten, die zu Brand- oder Explosionsgefahren führen können und bei denen mehrere Beschäftigte tätig sind, eine mit den Arbeiten, Gefährdungen und Maßnahmen vertraute, zuverlässige Person als Aufsichtsführende Person zu benennen und erforderlichenfalls ein Arbeitsfreigabesystem einzuführen ist (s. Anhang I.1.6 (3)).

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 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV) i. V. m. § 3 des Arbeitsschutzgesetztes 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 (§ 15 (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.

Eine Anzeigepflicht gegenüber Behörden besteht bei Unfällen oder Betriebsstörungen mit ernsten Gesundheitsschädigungen der Beschäftigten bzw. bei Krankheits- oder Todesfällen, bei denen konkrete Anhaltspunkte für einen Zusammenhang mit der Tätigkeit bestehen. Diese Mitteilung ist auch dem Beschäftigten als Durchschrift zu übergeben – ebenso dem Betriebs- oder Perso-

nalrat (§ 18 (1)). § 18 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 in § 19 (2) ff.). Diese Bestimmungen gelten unbeschadet des § 22 des Arbeitsschutzgesetzes.

3.5 DGUV Vorschrift 38 „Bauarbeiten“

Arbeiten zur Kampfmittelräumung gehören aufgrund der dort auszuführenden Tätigkeiten zu Bauarbeiten. Hier sind insbesondere die Regelungen zur Ausbildung von Baugruben und Gräben (DIN 4124), zu Arbeitsplätzen und Verkehrswegen, zur Absturzsicherung und Standsicherheit zu beachten.

3.6 DGUV Regel 113-003

Die berufsgenossenschaftlichen Regelungen für die Kampfmittelräumung werden insbesondere durch die DGUV Regel 113-003 „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 (s. a. 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.

3.7 DGUV Information 201-027

Die DGUV Information „Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und Festlegung von Schutzmaßnahmen bei der Kampfmittelräumung“ (DGUV-I 201-027) dient dem Unternehmer, der Arbeiten zur Kampfmittelräumung ausführt, als Hilfe zur Erstellung der Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten der Kampfmittelräumung.

Nach Arbeitsschutzgesetz ist bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen der „Stand der Technik“ zu berücksichtigen. Da die DGUV Information 201-027 lediglich den Stand der anerkannten Regeln der Technik umfasst, sind die dort beschriebenen Maßnahmen zu Sicherheit und Gesundheitsschutz als Mindestanforderungen zu betrachten und gegebenenfalls entsprechend der Gefährdungsbeurteilung an die auf der Räumstelle anzutreffenden Verhältnisse anzupassen.

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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

A-6 Dokumentation

Die Dokumentation der Kampfmittelräumung gliedert sich in die maßnahmenbezogene Dokumentation sowie die Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR).

A-6.1 Maßnahmenbezogene Dokumentation

Die RBBau stellt im *Abschnitt H – Bauübergabe und Dokumentation* unter Punkt 1.4 grundsätzliche Anforderungen an die Baudokumentation.

Für den Bereich der Kampfmittelräumung werden diese im Anhang A-9 konkretisiert. Folgende Festlegungen sind zu beachten:

- → zur Struktur und Qualität der Erläuterungs-/ Abschlussberichte,
- → zum Umfang,
- → zur Qualität der zu dokumentierenden Daten,
- → zur Datenstruktur,
- → zu den Datenformaten.

Die in der nachfolgenden Tabelle A-6.1-1 genannten Technischen Spezifikationen im Anhang A-9 sind den im Kapitel 8 der Arbeitshilfen genannten Tätigkeitsbereichen und Bearbeitungsphasen zugeordnet:

Tab. A-6.1-1 Zuordnung der Technischen Spezifikationen zu den Beurteilungsphasen und Tätigkeitsbereichen

Phase	Tätigkeitsbereich gem. Kap. 8	Erläuterungs-/Abschlussberichte	Datenstruktur, Datenformate
A-C	Vermessung	A-9.1.7 Vermessung	BFR Verm / Folie 864
	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
	Luftbildauswertung	A-9.2.6 Auswertung von Luftbildern	
B	Geophysikalische Untersuchungen	A-9.3.2 Anforderungen Dokumentation Geophysik A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung	
	Testfelder	A-9.3.6 Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung	
C	Räumkonzept	A-9.4.9 Erläuterungsbericht einschließlich erforderlicher Pläne und Karten	
	Abschlussbericht zu Räumungen	A-9.4.10 Anforderungen Dokumentation Phase C – Text –	A-9.4.10 Anforderungen Dokumentation Phase C - DigiErf
	Bestätigung der Kampfmittelfreiheit	A-9.4.12 Freigabebescheinigung	

Die Erhebung der vermessungstechnischen Daten und der Sachdaten erfolgt i. d. R. durch freiberuflich Tätige, die die Anforderungen gem. der Anhänge A-9.2.1, A-9.3.5 bzw. A-9.4.1 erfüllen.

A-6.2 Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR)

A-6.2.1 Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz

INSA

(1) Das Informationssystem Boden- und Grundwasserschutz / Altlasten INSA diente ursprünglich nur der zentralen Erfassung, Speicherung und Auswertung von Daten, die bei der Untersuchung und Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Grundwasserverunreinigungen anfallen. In das INSA integriert ist nun auch die Dokumentation von Maßnahmen zur Erkundung, Bewertung und Räumung von Kampfmitteln.

LISA

(2) Das Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen LISA® ist ein DV-Verfahren zur bundesweit einheitlichen, digitalen Bestandsdokumentation der Außenanlagen auf Liegenschaften des Bundes gemäß den Richtlinien für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes (RBBau). Die Digitale Bestandsdokumentation KMR ist Teil der einheitlichen, digitalen Bestandsdokumentation.

Dokumentenverwaltung

(3) Die ins INSA integrierte Dokumentenverwaltung (LDV) ist ein Teil des LISA-Basissystems. Damit können phasenbezogene Dokumente digital im INSA gespeichert und konsistent gehalten werden.

Erfassung und Nutzung der Daten

(4) Die Erfassung von Daten im INSA erfolgt in der Regel in der Bauverwaltung durch die Leitstellen BoGwS der Länder (LS BoGwS Land). Diese führen auch den Datenaustausch mit den beauftragten Firmen durch.

(5) Ein Zugriff zu Auskunfts- und Informationszwecken erfolgt durch das BMVg und durch die Nutzer in der Bauverwaltung. In der Bundeswehr verwenden die Kompetenzzentren Baumanagement des BAIUDBw und die Bundeswehr-Dienstleistungszentren die Daten. Ein weiterer Nutzer ist die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA). Nutzern außerhalb der Bau- und Liegenschaftsverwaltung können die Daten auf Anfrage nach Genehmigung der hausverwaltenden Dienststellen ebenfalls zur Verfügung gestellt werden.

(6) Die Daten gliedern sich in mehrere Bereiche, die von verschiedenen Stellen erfasst werden.

Tab. A-6.2-1 Datenbereiche des INSA

Datenbereich	Inhalte	DV-Programm
Liegenschaftsdaten	→ administrative Daten zur Liegenschaft	aus ADMIN (LISA)
Daten zur jeweiligen Phase	→ Beginn und Ende (geschätzt und tatsächlich) → Kosten (geschätzt und tatsächlich) → beteiligte Firmen	INSA
Fachdaten der Phasen A, B und C	→ Fachdaten zur Liegenschaft → KMVF/KMBF mit Verursachungsszenarien → KVF/KF-Daten (in der Phase A) → Testfelder Geophysik → Testfelder Räumung → Räumstelle → Parzellen → Prüffelder	INSA (EFA-Modus)
Koordinaten der KMR-Objekte	→ Liegenschaftsgrenze → Erkundungsgebiet → KMVF/KMBF → AH KMR Kategorien → Munitionsbelastungsgrade → Testfeld Geophysik → Testfeld Räumung → Räumstelle[12] → Parzellen[12] → Prüffelder[12]	INSA (EFA-Modus)
Koordinaten der BoGwS-Objekte	→ KVF/KF (in der Phase A)	INSA (EFA-Modus)
Import/Export	→ Import-/Export-Informationen	INSA
Bewertung	→ Kategorisierung (nach AH KMR) → Munitionsbelastungsgrade	INSA

12 Für die Daten der Phase C2 (Räumstelle, Parzellen und Prüffelder) ist die Bereitstellung über eine INSA-Schnittstelle aus den Programmen SEDAT/GeoResolve heraus möglich.

Die Kategorisierung erfolgt zur besseren Übersichtlichkeit im „Ampelcharakter“. Hierfür wird die folgende Farbpalette vorgegeben:

Farbe	Kategorie	Farbbezeichnung	RAL-Farbe	RGB-Farbe
	1	Leuchtgrün	6038	0/181/26
	2	Leuchtgelb	1026	255/255/0
	3	ESRI Elektrongold	–	255/170/0
	4	ESRI Marsrot	–	255/0/0
	5	Minzgrün	6029	0/111/61

A-6.2.2 Datenfluss zwischen den Beteiligten

(1) Datenfluss bei KMR-Maßnahmen mit Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung:

Tab. A-6.2-2 Regelungen zum Datenfluss bei KMR-Maßnahmen mit Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung

		von	an	an
A/B.1 Phasenbezogener Maßnahmenbeginn	Meldedaten Phasenbeginn[13]	Örtl. Bauverwaltung	LS BoGwS Land	
	Vorbereiteter Datenträger (INSA-EFA)	LS BoGwS Land	Örtl. Bauverwaltung	Auftragnehmer
A/B.2 Phasenbezogener Maßnahmenabschluss	Ergebnis der Maßnahme auf Datenträger (erstellt mit INSA-EFA)	Auftragnehmer	Örtl. Bauverwaltung	LS BoGwS Land sowie Nutzer
	Meldedaten Phasenende[13]	Örtl. Bauverwaltung	LS BoGwS Land	
A/B.3 Datenbereitstellung Bund	Regelmäßige Datenbereitstellung	LS BoGwS Land	LS BoGwS/KMR Bund	BMI/BMVg/BImA

13 Hinweis zu den zugehörigen Erfassungsblättern: siehe Abschnitt 6.2.5

(2) Datenfluss für die Durchführung von KMR-Maßnahmen der BImA ohne Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung:

Tab. A-6.2-3 Regelung des Datenflusses bei KMR-Maßnahmen durch die BImA ohne Beteiligung der örtlichen Bauverwaltung

		von	an	an
1. Phasenbezogener Maßnahmenbeginn	Meldedaten Phasenbeginn[14]	BImA	LS KMR Bund	
	Datenträger zur Erfassung mit INSA-EFA	LS KMR Bund	BImA	Auftragnehmer
2. Phasenbezogener Maßnahmenabschluss	KMR-Daten erfasst mit INSA-EFA auf Datenträger sowie Berichte zur maßnahmenbezogenen Dokumentation (mind. 2-fach)	Autragnehmer	BImA	
	Weiterleitung der o. a. Daten (1-fach)	BImA	LS KMR Bund	
	Meldedaten Phasenende[14]	LS KMR Bund	BImA	
3. Datenbereitstellung Bund	Regelmäßige Datenbereitstellung	LS KMR Bund	BImA, ZEPM 4	LS BoGwS Länder

A-6.2.3 Externe Erfassung mit INSA im EFA-Modus

Datenerfassung als Bestandteil der Beauftragung

(1) Für die dezentrale Datenerfassung wird das INSA im sog. EFA-Modus[15] eingesetzt. Das INSA wird Firmen zur Verfügung gestellt, die in der Regel von der Bauverwaltung mit der Durchführung von Erkundungen beauftragt werden. Die Datenerfassung ist Bestandteil des Auftrages und wird in den Leistungsbeschreibungen im Anhang 7 gesondert ausgewiesen.

Datenübergabe

(2) Eine externe Datenerfassung mit INSA im EFA-Modus wird jeweils für ein phasenbezogenes Projekt auf einer Liegenschaft durchgeführt. Zur Datenübergabe werden die Daten in der Regel an die LS BoGwS Land übermittelt und dort in das INSA übernommen.

14 Hinweis zu den zugehörigen Erfassungsblättern: siehe Abschnitt 6.2.5

15 EFA: „Erfassungsprogramm Altlasten“, bis zur Zusammenfassung mit INSA ein eigenständiges Programm

(3) Die Überprüfung der Datenerfassung anhand der vom Ingenieurbüro gelieferten Daten erfolgt in der Regel in der Bauverwaltung in der Bauausführenden Ebene oder durch die LS BoGwS Land. Zur quantitativen Prüfung, ob alle erforderlichen Daten erfasst wurden, sind im INSA tabellarische Auswertungen integriert.

Qualitätskontrolle

(4) Das INSA enthält auch eine grafische Erfassungskomponente. Zusammen mit den Grunddaten zur Liegenschaft werden durch die LS BoGwS Land Lagepläne aus dem LISA und andere georeferenzierte Grundlagen zur Verfügung gestellt. Die Erfassung der Fachdaten erfolgt in den Masken der INSA-Anwendung. Auf Grundlage des georeferenzierten Lageplans werden in der grafischen Erfassungskomponente zusätzlich Koordinaten zu den KMR-Objekten gem. Tabelle A-6.2-1 erfasst. Die Koordinaten werden im Rahmen der normalen Datenübergabe in das INSA in der LS BoGwS Land übertragen.

Grafische Erfassungskomponente

(5) Folgende Unterlagen sind in der LDV phasenbezogen abzulegen:

Inhalte LDV

- → Berichte und Gutachten (Mindestumfang: Textteil, Anlagenteil mit Planunterlagen/Karten); z. B. in der Phase A: Bericht zur Historisch-genetischen Rekonstruktion, Luftbildauswertungen; in der Phase B: Bericht zur geophysikalischen Erkundung, Bericht zur Räumung von Testfeldern mit Parzellendokumentation – Die inhaltlichen Anforderungen sind durch die Technischen Spezifikationen des Anhangs 9 festgelegt. Eine Übersicht bietet Tabelle A-6.1-1 im Anhang A-6.1.
- → Relevante Besprechungsvermerke, Protokolle, Stellungnahmen, Bescheide der Vollzugsbehörden,
- → in Einzelfällen z. B. zur Dokumentation von Streitfällen ggf. zusätzlich weitere Unterlagen wie etwa (Telefon-)Notizen, Fotografien.

Die Bearbeitung in den einzelnen Phasen wird in der Regel GIS-basiert durchgeführt. Layer mit den phasenbezogenen Maßnahmendokumentationen sind als Shape-Dateien abzulegen.

A-6.2.4 Import von extern erzeugten Daten ins INSA

INSA-Schnittstelle für Daten der Phase C2

(1) Für die Daten der Phase C2 (Räumstelle, Parzellen und Prüffelder) ist die Bereitstellung über eine INSA-Schnittstelle aus den Programmen SEDAT/GeoResolve heraus möglich.

INSA-Datenimport mittels Shape-Dateien

(2) Der INSA-Datenimport ist für alle Phasen der Bearbeitung mit Hilfe von Shape-Dateien möglich. Damit sollen sowohl bereits vorliegende Daten aus bisher durchgeführten Kampfmittelräumprojekten sowie Daten aus zukünftig durchzuführenden KMR-Projekten importiert werden können. Die Anforderungen an die Struktur dieser Shape-Dateien sind in einem separaten INSA-Dokument unter **www.lisa-bund.de** abgelegt.

A-6.2.5 Technische Informationen zum Datenmanagement

Leistungsbeschreibung zur Datenerfassung im INSA

(1) Die Leistungsbeschreibung zur Datenerfassung im Informationssystem BoGwS (INSA) für die Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR) steht im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

Erfassungsblätter zur DigBestDok KMR

(2) Die „Erfassungsblätter zur DigBestDok KMR auf Bundesliegenschaften“ stehen ebenfalls im Bereich „Anlagen“ von **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

A-7 Leistungsbilder Ingenieurleistungen

A-7.1 Mustervertrag

Der Mustervertrag Kampfmittelräumung (A-7.1) steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 im NLBL 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 zu 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 des Bundes für Kampfmittelräumung beim NLBL (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 des Bundes für Kampfmittelräumung beim NLBL 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.

- Sofern die Phase A bereits mit der Grundlagenermittlung abgeschlossen werden kann, ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen.

- 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
- **A-9.2.1** Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige
- **A-9.2.2** Recherche von Archivalien und Luftbildern

Der Leistungskatalog zur Grundlagenermittlung und den Archivrecherchen (A-7.2.1) steht Ihnen als Excel-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 mithilfe von digitalen Verfahren photogrammetrisch auswerten muss und dazu Scans dieser Bilder benötigt.

Bei Institutionen, die Bildarchive vorhalten (z. B. Landesvermessungen oder ausländische Archive alliierter Kriegsluftbilder), 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“ (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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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** Photogrammmetrie: 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** Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung (TS)
- **A-9.2.5** Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken (TS)
- **A-9.2.6** Auswertung von Luftbildern (TS)

Für die Festlegung thematischer Inhalte einer Luftbildauswertung ist weiterhin der Anhang A-2.1 „Historische Erkundung“ (beinhaltet 12 Detailanhänge) essenziell.

Die Strukturierung der zu erfassenden Daten und deren Darstellung müssen folgende Vorgaben berücksichtigen:

- **A-9.1.3** Datenkatalog
- **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 „Recherche von Archivalien und Luftbildern“ 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.
- → Optional: Sofern die Phase A bereits mit der Luftbildauswertung abgeschlossen werden kann, ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen.

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** Datenkatalog
- → **A-9.1.4** Kartografische Darstellungen
- → **A-9.2.4** Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung (Formblatt C Dokumentation Luftbildorientierung (je Bildflug auszufüllen))
- → **A-9.2.5** Erstellung von Orthofotos und Orthofotomosaiken
- → **A-9.2.6** Auswertung von Luftbildern
- → **A-9.2.1** Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase A)
- → **Geobasisdaten**

Der Leistungskatalog zur Luftbildauswertung im Rahmen einer HgR-KM (Phase A) (A-7.2.3) steht Ihnen als Excel-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Luftbildauswertung.

2 Einleitung

Die Historisch-genetische Rekonstruktion (HgR) beschreibt die mögliche Kampfmittelbelastung auf Grundlage der Analyse der Verursachungsszenarien. Die Datenbasis besteht aus den Ergebnissen der

- → Grundlagenermittlung,
- → Archivrecherche,
- → Luftbildauswertung (s. A-2.1.2 und A-9.2.9 sowie A-9.2.6).

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,
  - → Luftbildauswertung.
- → 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 Verursachungsszenarien 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 Verursachungsszenarium 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 (gem. Anhang A-9.2.9),
- → Erstellen eines Berichtes zur Historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung einschließlich aller Karten, Pläne und Anlagen (gem. Anhang A-9.2.9),
- → Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA (gem. Anhang A-9.2.9 bzw. Anhang A-6.2),
- → 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
- → **A-9.1.2** Kostenwirkungsfaktoren
- → **A-9.2.1** Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige
- → **A-9.2.2** Recherche von Archivalien und Luftbildern
- → **A-9.2.6** Auswertung von Luftbildern
- → **A-9.2.9** Anforderungen Bericht Phase A
- → **A-2.1.2** Die Historisch-genetische Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung
- → **A-2.1.4** Verursachungsszenarien
- → **A-2.5** Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A

Der Leistungskatalog „Erarbeitung einer Historisch-genetischen Rekonstruktion der Kampfmittelbelastung“ (Phase A) (A-7.2.4) steht Ihnen als Excel-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

A-7.2.5 Leistungsbeschreibung Phase B – Testfelder

1 Einleitung

Zur Verdeutlichung der Begrifflichkeiten in der Flächenbezeichnung dient Abbildung A-7.2.5-1. Im Anhang A-3.2 werden hierzu weitere Erläuterungen gegeben.

Der Tabelle 7.2.5-2 sind die Planungsleistungen bzw. Teile davon zu entnehmen, die in der Phase B anfallen können.

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 Tabelle A-7.2.5-2 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.

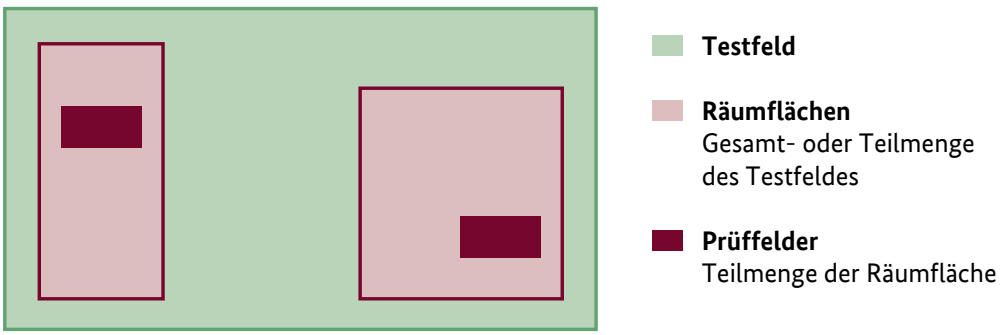


Abb. A-7.2.5-1 Flächeneinteilung Testfeld

Tab. A-7.2.5-2 In Phase B anfallende Planungsleistungen bzw. Teile davon

1.1 Ausweisung von Testfeldern	**→ A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren → A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige → 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 Formblätter des VHB**
a. Vorarbeiten	i. Planung	→ A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige
	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] sowie A-9.3.8, A-9.3.9, A-9.3.10, A-9.3.11, A-9.3.12, A-9.3.13 und A-9.3.14 [Sondierverfahren]
	iii. Vergabe	
	iv. Durchführung	
	v. Dokumentation	→ A-9.3.2 Anforderung Dokumentation

1.3 Räumung		
a. Räumflächen-ausweisung	i. Auswertung der geophysikalischen Ergebnisse	→ A-7.2.7 Leistungsbeschreibung Phase C – Räumplanung → A-9.3.5 Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige
	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 Leistungsbeschreibung Phase C – Räumplanung
	vii. Planung der Vorarbeiten	
	viii. Abschätzung des wirtschaftlichen und zeitlichen Aufwandes der Maßnahme	
	ix. Dokumentation	→ A-7.2.7 Leistungsbeschreibung Phase C – Räumplanung
b. Vorarbeiten	i. Erstellung Ausschreibungsunterlagen	→ A-8.1.4 ff. Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Testfeldräumung (VOB)
	ii. Vergabe	
	iii. Durchführung	
	iv. Dokumentation	
c. Räumung	i. Ausschreibungsunterlagen	→ A-8.1.4 ff. Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Testfeldräumung (VOB)
	ii. Vergabe	
	iii. Durchführung der Leistung	
	iv. Qualitätskontrolle	→ A-9.4.2 Abnahmebedingungen/Prüffeld
	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 Gefährdungsklassen

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 Bauherren 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 einzelne 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, welches wiederum Auswirkungen auf die Charakteristik des Testfeldes hat. 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 „Leistungsbeschreibung Phase B - Testfelder“.

Voraussetzung für die Erstellung des Leistungsbildes A-7.2.5 ist die Konkretisierung der in dem Konzept geophysikalische 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-4.2 „Räumkonzept, Räumplanung, Ausführungsplanung, örtliche Bauüberwachung“ 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 die Untersuchung weiterer, bisher nicht beprobter Testfelder, 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 einzelne 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 Methodische Vorgehensweisen bei der 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/KMBF,
- 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),
- Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA (gemäß Anhang A-9.3.6 bzw. Anhang A-6.2).

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
- Ergebniskarte der Bewertung Phase A
- Lageplan der Testfelder/ Sondierflächen
- **A-9.3.5** Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige (Phase B)
- **A-9.3.6** Anforderungen Bericht Gefährdungsabschätzung

Der Leistungskatalog „Erstellung der Gefährdungsabschätzungen von Kampfmittelbelastungen (Phase B)“ (A-7.2.6) steht Ihnen als Excel-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Beteiligter einzuplanen.

Die nachfolgenden Abschnitte 1 bis 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.

Die Leistungsbeschreibung „Räumkonzept (ES-Bau)“ (A-7.2.7, Abschnitt 1) steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Anlage 12 der HOAI (2013) 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.

Das Honorar für die örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen kann frei vereinbart werden.

Das Leistungsbild „örtliche Bauüberwachung bei Kampfmittelräummaßnahmen (Phase C)“ (A-7.2.8) steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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.

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 (s. A-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 Koordinierung des Programms für das Gesamtprojekt,
- 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):

  - der Auswahl von geeigneten Planern unter Beachtung des Vergaberechts (s. Kap. 7 und Anhänge),
  - der Vorbereitung und dem Abschluss von Ingenieurverträgen hinsichtlich der Geschäftsbedingungen und der Qualitätsanforderungen an Planungskonzepte (s. Anhang A-7),
  - der Kontrolle bei der Vorbereitung und dem Abschluss von Bauverträgen für Maßnahmen der Kampfmittelräumung hinsichtlich der Geschäftsbedingungen und der Qualitätsanforderungen an Durchführungskonzepte (s. Anhang A-8),

- Aufstellung und Überwachung von Organisations-, Termin- und Zahlungsplänen, bezogen auf das Projekt und Projektbeteiligte,
- Koordinierung und Kontrolle der Projektbeteiligten, mit Ausnahme der ausführenden Firmen,
- Vorbereitung und Betreuung der Beteiligung von Planungsbetroffenen,
- Fortschreibung der Planungsziele und Klärung von Zielkonflikten,
- laufende Information des Auftraggebers über die Projektabwicklung und rechtzeitiges Herbeiführen von Entscheidungen des Auftraggebers,
- Koordinierung und Kontrolle der Bearbeitung von Finanzierungs-, Förderungs- und Genehmigungsverfahren,
- Formulierung von Vorgaben für die Dokumentation als Beweissicherung (s. Kap. 8 und Anhänge),
- Baufachliche Begleitung.

Die Honorierung dieser Leistungen kann frei vereinbart werden.

A-8 Leistungsbeschreibungen gewerblich

A-8.1 Phase B

A-8.1.1 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Geophysik

1 Geltungsbereich

Die Hinweise zur Musterleistungsbeschreibung beziehen sich auf geophysikalische Leistungen mit digitaler Aufnahme innerhalb der Phase B.

Es handelt sich hierbei nicht um Bauleistungen, sondern um Leistungen, die im Rahmen einer freiberuflichen Tätigkeit erbracht werden. Der geschätzte Netto-Auftragswert unterschreitet in der Praxis häufig den maßgeblichen EU-Schwellenwert. In diesen Fällen sind die Leistungen nach § 50 UVgO grundsätzlich im Wettbewerb zu vergeben. Weitere Ausführungen hierzu beinhaltet das Kapitel 7.3 Ingenieurleistungen, insbesondere in der Marginalie 2.

In der Praxis hat sich aber gezeigt, dass es für die Vergabe sinnvoll sein kann, sich an den bestehenden Werkzeugen der VOL-Vergabe, wie sie im VHB niedergelegt sind, zu orientieren und sie sinngemäß anzuwenden. Daher wird im Folgenden auf die entsprechenden Formblätter des VHB Bezug genommen.

Liegt der geschätzte Auftragswert oberhalb des EU-Schwellenwertes, sind die Regelungen des GWB und der VgV anzuwenden. Die entsprechenden Formblätter des VHB können direkt verwendet werden. Ist der Leistungsgegenstand eine Aufgabe, deren Lösung vorab nicht eindeutig und erschöpfend beschrieben werden kann, sind auch die Regelungen des Abschnitts 6 der VgV anzuwenden.

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 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 unter jeweiliger Beachtung der Einzelfragestellung anzuwenden.

Tab. A-8.1.1-1 Relevante Technische Spezifikationen Geophysik

TS-Nr.	TS-Bezeichnung	Anzuwenden	
		Regelfall	Optional
A-9.1.1	Arbeitsschutz	•	
A-9.1.5	Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer	•	
A-9.1.7	Vermessung	•	
A-9.3.2	Anforderungen an die Dokumentation Geophysik	•	
A-9.3.3	Anforderungen Personal Geophysik	•	
A-9.3.4	Qualitätskontrolle Geophysik		•
A-9.3.8	Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)	Je nach beauftragtem Verfahren anzuwenden	
A-9.3.9	Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme)		
A-9.3.10	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)		
A-9.3.11	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme)		
A-9.3.12	Bohrlochsondierungen		
A-9.3.13	MS-Sonde (Metalldetektor)		
A-9.3.14	Georadar		

Die den Verdingungsunterlagen beigefügten Technischen Spezifikationen sind in den Formblättern des VHB (s. Tab. A-8.1.1-2) aufzuführen. Sie werden Vertragsbestandteil.

Tab. A-8.1.1-2 Auflistung Technische Spezifikationen in den Formblättern des VHB

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	631
Angebotsschreiben	633

4. Anlagen

Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bietereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

3 Formblätter des VHB

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als bedarfsweise gekennzeichneten Dokumente, folgende Formblätter des VHB enthalten (s. Tab. A-8.1.1-3):

Tab. A-8.1.1-3 Aufzuführende Formblätter des VHB in den Ausschreibungsunterlagen

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	631
Bewerbungsbedingungen	632
Angebotsschreiben	633
Besondere Vertragsbedingungen	634
Zusätzliche Vertragsbedingungen	635
Aufgliederung der Einheitspreise (bei Bedarf)	223
Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen (bei Bedarf)	233
Abfall (bei Bedarf)	241
Datenverarbeitung (bei Bedarf)	244

Die „Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen“ des Formblattes 634 sind im Bedarfsfall unter Pkt. 9 wie folgt zu ergänzen:

1. Ausführungsunterlagen

Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.

2. Abnahme

Ergänzend zu § 13 VOL/B 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 § 13 Nr. 2 Abs. 4 VOL/B.
- → Die Abnahme der Gesamtleistung erfolgt gemäß § 13 Nr. 2 Abs. 1 VOL/B.
- → 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.

3. Haftung

Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers können in Anlehnung an Anhang K12 der RBBau in der jeweils gültigen Fassung ermittelt werden.

Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

4. Ausführung – SiGe-Koordinator – (bedarfsweise)

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.

A-8.1.2 Musterleistungsbeschreibung Geophysik

Die Musterleistungsbeschreibung Geophysik (A-8.1.2) steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

A-8.1.3 Musterleistungskatalog Geophysik

Der Musterleistungskatalog Geophysik (A-8.1.3) steht Ihnen als Excel-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

A-8.1.4 Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Testfeldräumung (VOB)

1 Geltungsbereich

Die Musterleistungsbeschreibung bezieht sich auf die Räumung von Kampfmitteln innerhalb der Phase B (Testfeldräumung), die nach VOB ausgeschrieben werden.

2 Musterleistungsbeschreibung

Die Musterleistungsbeschreibung besteht aus folgenden Dokumenten:

1. Mustergliederung der Räumstellenbeschreibung/Baubeschreibung/Beschreibung des Verfahrens und des Leistungsziels (A-8.1.5)

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. In der Regel werden hiermit auch alle notwendigen Informationen der „Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung“ der ATV DIN 18323 bereitgestellt.

Die Anforderungen der VOB und des Vergabehandbuches für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Bauverwaltungen 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. Leistungsbeschreibung (VOB) Gewerbliche Leistungen – Testfeldräumung (Phase B)

Ein Leistungsverzeichnis sollte unter Verwendung des Leistungsbereiches 019 „Kampfmittelräumarbeiten“ des STLB-Bau des GAEB aufgestellt werden.

Hierbei ist häufig die Verwendung weiterer Leistungsbereiche des STLB-Bau erforderlich. Insbesondere sind hier zu nennen:

- **000** Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen
- **002** Erdarbeiten
- **003** Landschaftsbauarbeiten
- **005** Brunnenbauarbeiten und Aufschlussbohrungen
- **008** Wasserhaltungsarbeiten
- **084** Abbruch-, Rückbau- und Schadstoffsanierungsarbeiten
- **087** Abfallentsorgung; Verwertung und Beseitigung
- **091** Stundenlohnarbeiten

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

	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 VHB-Formblättern (s. Tab. A-8.1.4-2) aufzuführen. Sie werden Vertragsbestandteile.

Tab. A-8.1.4-2 Auflistung Technische Spezifikationen in den Formblättern des VHB

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211
Angebotsschreiben	213

4. Anlagen

Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bietereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

3 Formblätter des VHB

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als bedarfsweise gekennzeichneten Dokumente, folgende Formblätter des VHB enthalten (s. Tab. A-8.1.4-3).

Tab. A-8.1.4-3 Aufzuführende Formblätter des VHB in den Ausschreibungsunterlagen

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211
Teilnahmebedingungen	212
Angebotsschreiben	213
Besondere Vertragsbedingungen	214
Zusätzliche Vertragsbedingungen	215
Preisermittlung bei Zuschlagskalkulation	221
Preisermittlung bei Kalkulation über die Endsumme	222
Aufgliederung der Einheitspreise	223
Vereinbarung Tariftreue	231
Vereinbarung Tariftreue zwischen AN und NU	232
Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen	233
Abfall (bei Bedarf)	241
Datenverarbeitung (bei Bedarf)	244

Die „Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen“ des Formblattes 214 sind im Bedarfsfall unter Pkt. 5 - 9 wie folgt zu ergänzen:

1. Ausführungsunterlagen (§ 3, Nr. 5 VOB/B)

Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.

2. Abnahme (§ 12 VOB/B) 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 (s. a. 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.

3. Haftung (§ 10 VOB/B)

Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers können in Anlehnung an Anhang K12 der RBBau in der jeweils gültigen Fassung ermittelt werden.

Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

4. Ausführung (§ 4 Abs. 2 VOB/B) – 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.

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 Kampfmittelverdachtes 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 (s. a. § 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 -erschwernisse

→ 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 Baufachlichen Richtlinien 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

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten.

3.2.2 Straßen und Wege

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten.

3.2.3 Schwarz-Weiß-Anlage

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten.

3.2.4 Bereitstellungslager Kampfmittel

→ 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

→ Zugewiesene Flächen.
→ Technische Einzelheiten:

→ Zur Einrichtung,
→ Zur Sicherung,
→ Zur Bereitstellung für die Beförderung,
→ Zum Begleitscheinverfahren beim Befördern.

3.2.6 Bereitstellungslager Boden

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten:

→ Zur Einrichtung,
→ Zur Sicherung,
→ Zur Bereitstellung für die Beförderung,
→ Zum Begleitscheinverfahren beim Befördern.

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 ein geeigneter Koordinator (vgl. 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 – arbeitschutzrelevante 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 ist die Gefährdungsanalyse sowie die Erarbeitung des Arbeitssicherheitskonzeptes mit den dazugehörenden 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 (s. Kap. 2).
- → Anforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, gegebenenfalls besondere Anordnungen für Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen (s. Baufachliche Richtlinien 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.

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.

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

- → 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

- → 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 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 „Testfeld“).

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 Absperrmaßnahmen,
→ 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 Dokumenten 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 XLSX-Format oder binär mit Lesesoftware.

→ Auf Datenträger müssen alle im Bericht vorhandenen Unterlagen (Bericht, Karten und Grafiken) vorhanden sein. Die Karten und Grafiken sind als Postscript Files abzulegen. Die Karten sind zusätzlich als GIS-Projekt (z. B. ArcView) 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-8.1.7 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS)

1 Einführung

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung stellen im Anhang 8 als Muster für Verdingungsunterlagen eine Mustergliederung für eine Räumbeschreibung bereit. Weiterhin stehen mit dem STLB-Bau, Leistungsbereich 019 „Kampfmittelräumarbeiten“ Leistungstexte für Standardleistungen der Kampfmittelräumung zur Verfügung, die die Aufstellung von Leistungsverzeichnissen unterstützen. 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 (digitale Aufnahme)“
→ A-9.3.13 „MS-Sonde (Metalldetektor)“

3.4 Methodische Standards bei Räummaßnahmen

→ A-9.4.2 „Abnahmebedingungen/Prüffeld“
→ 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)“

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 der Formblätter des VHB – Räumung (VOB)

1 Geltungsbereich

Die Musterleistungsbeschreibung bezieht sich auf die Räumung von Kampfmitteln innerhalb der Phase C, die nach VOB ausgeschrieben werden.

2 Musterleistungsbeschreibung

Die Musterleistungsbeschreibung besteht aus folgenden Dokumenten:

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. In der Regel werden hiermit auch alle notwendigen Informationen der „Hinweise für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung“ der ATV DIN 18323 bereitgestellt. Die Anforderungen der VOB und des Vergabehandbuches für die Durchführung von Bauaufgaben des Bundes im Zuständigkeitsbereich der Bauverwaltungen 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. Leistungsbeschreibung (VOB) Gewerbliche Leistungen – Räumung (Phase C)

Ein Leistungsverzeichnis sollte unter Verwendung des Leistungsbereiches 019 „Kampfmittelräumarbeiten“ des STLB-Bau des GAEB aufgestellt werden.

Hierbei ist häufig die Verwendung weiterer Leistungsbereiche des STLB-Bau erforderlich. Insbesondere sind hier zu nennen:

- **000** Sicherheitseinrichtungen, Baustelleneinrichtungen
- **002** Erdarbeiten
- **003** Landschaftsbauarbeiten
- **005** Brunnenbauarbeiten und Aufschlussbohrungen
- **008** Wasserhaltungsarbeiten
- **084** Abbruch-, Rückbau- und Schadstoffsanierungsarbeiten
- **087** Abfallentsorgung; Verwertung und Beseitigung
- **091** Stundenlohnarbeiten

3. Technische Spezifikationen (A-9)

Die Technischen Spezifikationen setzen die technischen Standards für folgende Leistungsbereiche (s. Tab. A-8.2.1-1):

Tab. A-8.2.1-1 Relevante Technische Spezifikationen

	Technische Spezifikationen
a	Arbeitsschutz
b	Räumstellenorganisation
c	Räumverfahren
d	Dokumentation
e	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. Die den Verdingungsunterlagen beigefügten Technischen Spezifikationen sind in den VHB-Formblättern aufzuführen (s. Tab. A-8.2.1-2). Sie werden Vertragsbestandteile.

Tab. A-8.2.1-2 Auflistung Technische Spezifikationen in den Formblättern des VHB

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211
Angebotsschreiben	213

4. Anlagen

Bei den Anlagen zur Leistungsbeschreibung handelt es sich um Bietereintragungen, Gutachten und Pläne, für die keine Formblätter entwickelt wurden.

3 Formblätter des VHB

Die Verdingungsunterlagen zur Ausschreibung von Leistungen zur Kampfmittelräumung müssen, mit Ausnahme der als bedarfsweise gekennzeichneten Dokumente, folgende Formblätter des VHB enthalten (s. Tab. A-8.2.1-3):

Tab. A-8.2.1-3 Aufzuführende Formblätter des VHB in den Ausschreibungsunterlagen

Formblätter des VHB	Nr.
Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes	211
Teilnahmebedingungen	212
Angebotsschreiben	213
Besondere Vertragsbedingungen	214
Zusätzliche Vertragsbedingungen	215
Preisermittlung bei Zuschlagskalkulation	221
Preisermittlung bei Kalkulation über die Endsumme	222
Aufgliederung der Einheitspreise	223
Vereinbarung Tariftreue	231
Vereinbarung Tariftreue zwischen AN und NU	232
Verzeichnis der Nachunternehmerleistungen	233
Abfall (bei Bedarf)	241
Datenverarbeitung (bei Bedarf)	244

Die „Weiteren Besonderen Vertragsbedingungen“ des Formblattes 214 sind im Bedarfsfall unter Pkt. 5 bis 9 wie folgt zu ergänzen:

1. Ausführungsunterlagen (§ 3 Nr. 5 VOB/B)

Anfertigung eines Räumstelleneinrichtungsplanes in geeignetem Maßstab, der innerhalb von 14 Tagen nach Zuschlagserteilung dem Auftraggeber oder dessen Vertreter zu übergeben ist.

2. Abnahme (§ 12 VOB/B) und Abnahmebedingungen

Für die Abnahme gelten folgende Festlegungen:

i. Die Abnahmen erfolgen nur für in sich geschlossene Räumleistungen oder Räumteilleistungen.
ii. Die Abnahme ist durch den Auftragnehmer schriftlich zu beantragen (s. a. Technische Spezifikation A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“).
iii. Die Abnahme der Gesamtfläche erfolgt gemäß § 12 Nr. 4 Abs. 1 VOB/B (förmliche Abnahme).
iv. Es sind Fristen festzulegen, innerhalb der gemäß § 12 Nr. 1 VOB/B die Abnahme zu erfolgen hat.
v. 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.

3. Haftung (§ 10 VOB/B)

Die Deckungssummen der Haftpflichtversicherung des Auftragnehmers können in Anlehnung an Anhang K12 der RBBau in der jeweils gültigen Fassung ermittelt werden.

Dem Auftraggeber sind die Versicherungsnachweise vor Aufnahme der Arbeiten unaufgefordert vorzulegen. Die Bezahlung fälliger Versicherungsprämien ist dem Auftraggeber auf Verlangen nachzuweisen.

4. Ausführung (§ 4 VOB/B) – 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.

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 räumenden 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“

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 parzellenbezogenen Störpunkthäufigkeiten pro m², die in einem Räumabschnitt durchaus variabel sein können, für die Positionen des Leistungsverzeichnisses bestimmt.

Der Leistungsbereich 019 des STLB-Bau unterscheidet zwischen der Störpunktdetektion (Sondieren) inkl. Freilegung und Identifikation sowie dem Bergen, Transportieren und Lagern/ Bereitstellen der an den Störpunkten vorhandenen Störkörper.

Diese Unterscheidung geht davon aus, dass auf kampfmittelbelasteten Flächen der Arbeitsaufwand zum Orten, Freilegen und Identifizieren nicht davon abhängig ist, ob es sich bei dem Störpunkt um ein Kampfmittel, Schrott oder ferromagnetische Steine handelt, sondern primär von der Störpunktdichte und der Tiefenlage der Störkörper abhängt. Erst nach dem Identifizieren unterscheidet sich der Arbeitsaufwand je nach Art der Störkörper (Kampfmittel, Schrott, ferromagnetische Steine) und deren Gewicht.

Abrechnungseinheit bei der Störpunktdetektion ist Stück oder m², je nach angewandtem Räumverfahren. Kampfmittel werden (in Gewichtsklassen und Fundklassen und nach Räumverfahren getrennt) nach „Stück“ abgerechnet. Störkörper Schrott werden (in Gewichtsklassen) nach „kg“ oder „t“ abgerechnet. Ferromagnetische Steine werden (in Gewichtsklassen) nach „m³“ abgerechnet. Die Parzellen sind die Bezugsfläche zur Ermittlung der Störpunkthäufigkeit sowie für die Ermittlung der zu bergenden Störpunkte für das Leistungsverzeichnis.

Für die Kampfmittelräumung in Binnengewässern sieht das STLB-Bau keine Leistungspositionen vor, da es sich hier üblicherweise nicht um Standardleistungen handelt. Leistungsverzeichnisse für die Kampfmittelräumung in Binnengewässern sind den Bedingungen des Einzelfalls angepasst zu erstellen. Auch dabei können Leistungspositionen aus dem STLB-Bau, ggf. nach Modifizierung, Verwendung finden.

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 (s. a. § 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, Homogenbereiche,
  - → Auffüllungen,

- → Bewuchs: Baumbestand,
- → Oberflächengewässer: Überflutungsflächen,
- → Grundwasser: Grundwasserflurabstand,
- → Besondere Gegebenheiten.

2.6 Räumhindernisse und -erschwernisse

- → 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 Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz einschließlich des Leitfadens zur Arbeitssicherheit bei der Erkundung und Sanierung von Boden- und Grundwasserbelastungen.

2.8 Rechtliche Rahmenbedingungen

- → (Eigentumsverhältnisse, s. Punkt 2.1),
- → 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.

Hinweise auf die Technische Spezifikation A-9.1.10 „Räumstellenorganisation“.

3.2.1 Baubüro mit Sozialeinrichtungen und Erste-Hilfe-Station

→ 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

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten.

3.2.4 Bereitstellungslager Kampfmittel

→ 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

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten:

→ zur Einrichtung,
→ zur Sicherung,
→ zur Bereitstellung für die Beförderung,
→ zum Begleitscheinverfahren beim Befördern.

3.2.6 Bereitstellungslager Boden

→ Zugewiesene Flächen,
→ Technische Einzelheiten:

→ zur Einrichtung,
→ zur Sicherung,
→ zur Bereitstellung für die Beförderung,
→ zum Begleitscheinverfahren beim Befördern.

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 ein geeigneter Koordinator (vgl. 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 – arbeitschutzrelevante 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 gemäß § 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 dazugehörenden 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 (s. Kap. 2).

Anforderungen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, gegebenenfalls besondere Anordnungen für Schutz- und Sicherheitsmaßnahmen (s. Baufachliche Richtlinien 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.

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.

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

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses 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

Falls erforderlich, Erläuterungen zu den entsprechenden Positionen des Leistungsverzeichnisses 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 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 durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung/Separation)

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, 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 Verwendung des entsprechenden Leistungsbereiches des STLB-Bau.

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 XLSX-Format oder binär mit Lesesoftware,
- Auf einem Datenträger müssen alle im Bericht vorhandenen Unterlagen (Bericht, Karten und Grafiken) vorhanden sein. Die Karten und Grafiken sind als PostScript Files 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:

- Plan des Räumgebietes mit Grenzen der Räumstelle, der Räumabschnitte und Räumparzellen sowie des geeigneten Bereichs für die Baustelleneinrichtung und Lagerbereiche in geeignetem Maßstab

A-8.2.4 Hinweise zur Anwendung der Technischen Spezifikationen (TS)

1 Einführung

Die Arbeitshilfen Kampfmittelräumung stellen im Anhang 8 als Muster für Verdingungsunterlagen eine Mustergliederung für eine Räumbeschreibung bereit. Weiterhin stehen mit dem STLB-Bau, Leistungsbereich 019 „Kampfmittelräumarbeiten“ Leistungstexte für Standardleistungen der Kampfmittelräumung zur Verfügung, die die Aufstellung von Leistungsverzeichnissen unterstützen. 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 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 „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)“

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 Anzahl der Räumpaare von 1:5 nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ist die Anzahl der Räumpaare 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 sein.
→ 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, mindestens 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 DGUV Information 201-027 „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 die daraus resultierende 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 Standortsituation und die konkreten Ziele 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.

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.

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
Standortfaktoren	Nutzungsumfeld	●	●	●	●	●
	Topographie	■	●	●	●	●
	Infrastruktur	■	●	●	●	●
	Bewuchs	■	●	●	●	●
	Geologie	■	●	●	●	●
	Störkörper	●	●	●	●	●
	Oberflächengewässer	●	■	■	●	●
	Grundwasser	■	■	●	●	●
	Kontaminierte Bereiche und Abfall	■	■	●	●	●
Kampfmittelbedingte Faktoren	Kampfmittelart	●	●	●	●	●
	Fundtiefe	●	●	●	●	●
	Zustand	■	■	●	●	●
	Verteilung/ Belastungsdichte	●	●	●	●	●
Rechtliche Rahmenbedingungen	Eigentumsverhältnisse	●	●	●	●	●
	Nutzungsrechte	+	+	●	●	●
	Schutzgebiete	+	●	●	●	●
	Immissionsschutz	+	+	■	■	■
	Totenruhe	+	+	■	■	■

● in der Regel ■ zumeist + bei Bedarf

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 dem 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 und ggf. Phase B) Präventivmaßnahmen (z. B. Baustellen- und Beweissicherungsmaßnahmen, 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. Durch tiefgründige Räumungen (Phase C, ggf. auch Phase B) in direkter Nachbarschaft zu bestehenden Bauwerken können für bspw. notwendigen Verbau sowie für erforderliche Abstützungsmaßnahmen die Gründungstiefen und Gründungsarten angrenzender Bauwerke maßgebend sein. Bei der geophysikalischen Erkundung können zudem derartige bauliche Ausführungen die Wahl des Sondierverfahrens beeinflussen. Gründungstiefen und Gründungsarten sind daher zu beschreiben.

Beweissicherung

Die Erfassung benachbarter Bauwerke und Flächen muss ggf. aus Gründen der Beweissicherung detailliert erfolgen. Ist absehbar, dass durch Aushub und Geräteeinsatz dort Schädigungen auftreten können, ist im Vorfeld der Leistungsausführung aus Vorsorgegründen der Zustand der Anlagen/Flächen bspw. mit Fotos zu dokumentieren.

Wegen einer Beeinträchtigung der Sondierung und Räumung und aus Gründen der Arbeitssicherheit durch künstliche oder natürliche Hohlräume sind diese zu beschreiben.

Wegen einer Beeinträchtigung der Sondierung und Räumung und aus Gründen der Arbeitssicherheit durch künstliche oder natürliche Hohlräume sind diese zu beschreiben.

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 Freiholzung 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. Color-Infrarot-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

Nachdem mittels geophysikalischer Verfahren Störpunkte detektiert wurden, erbringt die anschließende Räumung die konkrete Eigenschaft dieser Objekte als Störkörper. Hierbei kann es sich handeln 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).

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 Luftbildauswertung 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 offengelegt, 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 Baufachlichen Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz (BFR BoGwS). Die Bewertung basiert auf dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG).

3.2 Kampfmittelbedingte Faktoren

3.2.1 Kampfmittel

Kampfmittel werden unterschieden 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, 1.000 lb,
- **Einsatzzweck:** z. B. zur Beleuchtung: Leuchtmunition,
- **Nutzer:** z. B. Artillerie, Infanterie

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),
- der 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 folgenden Zustand haben:

Tab. A-9.1.2-2 Zustand des Kampfmittels

Zustand	Erläuterung
→ angesprengt → zerschellt → aufgerissen	Zustandsänderung beim Eintrag am Lagerungsort durch Kampfhandlungen, Übungen, Kampfmittelräumungen, seit dem Eintrag nicht mehr verändert
→ korrodiert → zersetzt	Zustandsänderung im Zeitraum seit Eintrag und heute

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 Verursachungsszenarien und möglicherweise von darauffolgenden Untergrundeingriffen bestimmt.

Die gleichen Aspekte begründen unterschiedlich hoch ausgebildete Belastungsdichten.

Beide Parameter sind für die Bewertung und Gefährdungsabschätzung von Bedeutung. Art und Umfang einer Kampfmittelräumung und deren Kosten werden entscheidend vor 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 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 Wirkbereich 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 Geländebereiche 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 Schutzgebieten 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 aufgrund 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 (s. TS A-9.4.7 „Kampfmittelräumung durch Abtrag von Boden und sonstigen Stoffen (Volumenräumung/Separation)“), sind die Bestimmungen des Immissionsschutzes gemäß dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) 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. Aufgrund der gesetzlichen Bestimmungen sind für Gebiete, in denen sterbliche Überreste angetroffen werden können, vor Beginn von Kampfmittelräumungen diese 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.

Hinweis

Ein vollständiger und in diesem Anhang zusammengeführter Datenkatalog wird in einer Fortschreibung der AH KMR bereitgestellt.

3 Fragmente bisheriger Datenbeschreibungen

Phasenübergreifend

A-6.2 „Digitale Bestandsdokumentation KMR (DigBestDok KMR)“: Vorgaben für die nachhaltige Bestandsdokumentation des KMR-Status von Liegenschaften bzw. WE mit den konkreten Vorgaben für die Erfassung entsprechender alphanummerischer und grafischer Daten.

Phase A

A-9.2.9 „Anforderungen Bericht Phase A“: allgemeine Erläuterungen zur Datenerfassung.

Phase B

A-9.3.2 „Anforderungen an die Dokumentation Geophysik“: allgemeine Erläuterungen zur Datenerfassung, teilweise Spezifizierungen von raumbezogenen Daten.

Phase C

A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“: allgemeine Erläuterungen 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,
- Projekttitel,
- 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 im Koordinatensystem UTM / ETRS89 erfasst worden sein.

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. Anlagennummer,
- 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 Übersichtkarte, 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 mindestens 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 gemäß DIN EN ISO 216 entsprechen. Soweit sich Vorteile für die Gestaltung von Blattschnitten 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 Übersichtkarte** zur Kennzeichnung eines Untersuchungsgebietes: 1:25.000 oder 1:50.000.
- → **Thematische Detailkarte** des vollständigen Untersuchungsgebietes (ggf. mit Blattschnitten): 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. Vorrausetzung 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 Raumbezugssystem aufweisen, also georeferenziert sein.

A-9.1.5 Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer

1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert über § 7a VOB/A hinausgehende fachliche Anforderungen an gewerbliche Auftragnehmer und deren Fachpersonal.

2 Personelle Anforderungen

2.1 Mindestanforderungen

→ Firmenbezogene Erlaubnis gemäß § 7 SprengG.
→ Alle auf der Räumstelle (in den Phasen B und C) 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.

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 2.1 (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 Störpunkten innerhalb des ihm zugewiesenen Räumbereiches mit Hilfe von geeigneten Detektoren,
- → Täglicher Abgleich der Sonde vor Arbeitsbeginn,
- → Verantwortlich für die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit der Sonde(n),
- → Festlegung der Angrabstelle,
- → Dokumentation der Störkörper 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 Sondiertechnik des Unternehmens.

→ **Nachweis:**

- → Referenzliste über die in den letzten 2 Jahren durchgeführten Projekte,
- → Bestellung durch den Unternehmer.

2.5 Fachtechnische Aufsichtsperson

→ **Voraussetzung:** Das 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 vorgesehene leitende Person muss eine

- → Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 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:

- → Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG
- → Anforderungen gemäß § 10 der DGUV Vorschrift 40.

→ Nachweis:

- → Gültiger Befähigungsschein der Verantwortlichen Person gemäß § 20 SprengG
- → Prüfungszeugnisse nach der „Verordnung über die Prüfung zum anerkannten Abschluss geprüfter Taucher“ und Nachweis von Tauchstunden gemäß § 10 Nr. 1 Sätze 2 und 3 der DGUV Vorschrift 40 der für die Räummaßnahme vorgesehenen Taucher.

3 Technische Anforderungen

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 Hebetechnik (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) / Binnenschifffahrtsberufsgenossenschaft (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“ (DGUV Vorschrift 40) und UW „Sprengarbeiten“ (DGUV Regel 113-016).

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 zur Überlassung an 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 Beförderungsverpackungen.

Werden transportfähige Kampfmittel aufgefunden, sind diese regelmäßig zum Bereitstellungslager zu transportieren. Dort erfolgt die Trennung nach Art und Zustand der Kampfmittel durch einen Befähigungsscheininhaber 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 der Überlassung 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 GGVSEB sowie die einschlägigen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften einzuhalten. Die Termine der Kampfmittelübergabe an die KBD sind von dem gewerblichen Auftragnehmer zu vereinbaren.

Während arbeitsfreier Zeiten dürfen sich in der Regel keine Kampfmittel im Bereitstellungslager befinden. Soweit in Ausnahmefällen während arbeitsfreier Zeiten 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 (dauerhafte Anwesenheit, 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) 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 / im Orthofotoplan einzutragen.

Phase B

Die Eckpunkte der Testfelder zur qualitativen und quantitativen Bestimmung des Kampfmittelinventars sind mit einer Lagegenauigkeit von +/-0,1 m im Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 einzumessen und zu dokumentieren.

Das Auspflocken der Eckpunkte der Flächen erfolgt mit metallfreien, gut sichtbaren und haltbaren Markierungen (z. B. Holzpflöcke). Je nach Maßnahme kann zwischen der Testfeldausweisung, der geophysikalischen Aufnahme sowie der Räumung 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 +/- 0,1 m im Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 einzumessen und zu dokumentieren. 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 der Messwerte auf der Untersuchungsfläche im Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 mit einer Genauigkeit von +/- 0,1 m leistet.

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 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 RBBau zu beachten.

Für die Einmessung der Fundstücke gelten die Formblätter gemäß TS A-9.4.10 „Dokumentation Phase C“.

A-9.1.9 Geländebegehung

1 Geltungsbereich

Diese Technische Spezifikation definiert die Anforderungen 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 aufgrund der spezifischen Standortbedingungen nicht unterbrechungsfrei möglich, ist zusätzlich eine Funkverbindung aufzubauen.

Die Sicherheitsbestimmungen des Nutzers/ Grundstückseigentümers sind einzuhalten.
Auf Flächen mit Kontaminationsverdacht ist die DGUV Regel 101-004 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 gehört 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 DGUV Regel 101-004 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 Mindestausstattung 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 Begehungsroute ist eindeutig zu dokumentieren. Bei nicht eindeutiger Ortsbestimmung ist ein GPS einzusetzen.

Bei schwierigen Geländeverhältnissen (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. Maßstabszeichnung) 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 Räumpaar

Ein Räumpaar besteht aus zwei Räumarbeitern oder einem Räumarbeiter und einem Räumhelfer.

Aus Gründen des Arbeitsschutzes darf das Verhältnis Verantwortliche Person zur Anzahl der Räumpaare auf der Räumstelle von 1:5 nicht überschritten werden. In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten ist die Anzahl der Räumpaare zu verringern, um eine sichere Beaufsichtigung durch die Verantwortliche Person zu gewährleisten.

2.2.2 Taucharbeiten

Bei Taucheinsätzen muss die Verantwortliche Person der Taucher selbst sein. 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 unterteilen. 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 (s. a. Technische Spezifikation A-9.1.2 „Kostenwirkungsfaktoren“).

3.1.3 Räumparzellen

Die Räumstelle/Räumabschnitte wird/werden in Räumparzellen aufgeteilt. Die Parzellengröße sollte 2.500 m² 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 Räumstelleneinrichtung und Räumstelleninfrastruktur 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 Geländeverhältnisse 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,
- → Kenntnisse der Einsatzgebiete und Grenzen der einschlägigen Sondier- und Detektionsverfahren
- → 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 geräumten Flächen,
- → Ermittlung und Beurteilung der im Zusammenhang mit Kampfmittelräumarbeiten anfallenden Erdbauarbeiten, insbesondere die Sicherung von Baugruben und Gräben.
- → 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) befindet sich derzeit in Überarbeitung und wird nach Fertigstellung auf der Website **www.bfr-kmr.de** bereitgestellt.

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 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 sowie 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,
- → GGVSEB – Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn, Binnenschifffahrt,
- → Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- → Kampfmittelverordnungen der Länder,
- → Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- → Landesabfallgesetze,
- → Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- → Unfallverhütungsvorschriften/ Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
- → Vertragsrecht (BGB, VgV, VOB, VOL, 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, Diskussionstubus),
- 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 photogrammetischen 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 Luftbildauswertung 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:

- Ggf. inhaltliche und terminliche Klärung der vom Auftraggeber formulierten Aufgabenstellung,
- Abfrage der Archivaliendatenbank des Bundes beim NLBL (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.
- → Sofern die Phase A bereits mit der Grundlagenermittlung abgeschlossen werden kann, ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen. Hierbei sind die Anforderungen gemäß A-6.2 zu beachten.
- → 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 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, jede einzelne 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, wesentlicher Ergebnisse und möglicher Hinweise 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 Luftbildauswertung die Grundlage für die Historisch-genetische Rekonstruktion.

Der Recherchebericht enthält folgende Mindestinhalte, die bedarfsweise zu ergänzen sind:

- Aufgabenstellung,
- Zusammenfassung der erfolgten Recherchen z. B. für

  - 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. 23 x 23 cm (i. d. R. DIN A3),
- Optische Auflösung: > 2.000 dpi (X- und Y-Abtastung),
- Farbtiefe: min. 8 Bit Graustufen / 24 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 (s. Leistungsbeschreibung A-7.2.3 „Leistungsbeschreibung Phase A – Luftbildorientierung und Luftbildauswertung“).

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 Schwarz-Weiß-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 1.200 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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 Kriegsluftbilder 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 näherungsweisen 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 Stereoluftbildmodellen 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 Raummodels 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 Shuttersystem zur Stereobetrachtung der digitalen Bilder am Bildschirm,
- Einrichtung zur Synchronisation von Grafikkarte, Bildschirm und Shuttersystem,
- Alternativ: Planarsystem, Aufbau mit zwei Active Matrix Liquid Crystal Displays, Beamsplitter und Polarisationsbrille; Mirrorflip PCI Card.

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 relative Orientierung, auch gegenseitige Orientierung genannt, benötigt keine Passpunkte im Objektraum. Es wird lediglich die gegenseitige Ausrichtung der Strahlenbündel der Luftbilder in einem Modellkoordinatensystem zueinander mittels räumlicher Translationen und Rotationen bestimmt.

- Die äußere Orientierung der Luftbilder, d. h. die Bestimmung der Lage und Position der Kamera während der Aufnahme bezogen auf das fotografierte Gelände selbst (s. Abschnitt 3.2.3 dieser TS).

- 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 (s. Abschnitt 3.2.4 dieser TS). Die Möglichkeit der direkten Erfassung von Geometrien auf Grundlage eines digitalen Stereopaares 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 Höhenmodels (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. Abschnitt 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.

Grundvorrausetzung 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 georefenzierten 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),
  - Erfassung von unabhängigen Kontrollpunkten und Ermittlung der Abweichung zwischen aktuellem DOP und dem zu überprüfenden Orthofoto bzw. referenzierten Luftbild,
  - Darstellung der Lageabweichungen an den Kontrollpunkten und Berechnung der maximalen sowie minimalen Abweichung und des Medians der euklidischen Distanz.

Das Formblatt C „Dokumentation Luftbildorientierung“ zu A-9.2.4 steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung“ orientierten digitalen Luftbilder. Soweit die Luftbilder mittels Verfahren orientiert wurden, die eine Ausgabe von Orthofotos einschließen (s. A-9.2.4, Kap. 3.2.4), ist dieser Arbeitschritt 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 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),
- → Orthofotomosaike 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 Georefenzierung (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 Mosaike (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 Mosaike müssen möglichst unauffällig sein, ohne dabei die Graustufenverteilung des gesamten Orthofotomosaiks negativ zu beinträchtigen.

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 sind 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 zwei 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 Untersuchungsgebietes, 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 Verursachungsszenarien einer Kampfmittelbelastung (vgl. A-2.1.4 „Verursachungsszenarien“):

- → 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-2.3.2 und A-9.2.4 (TS) „Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung“ 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 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 durchzuführen. Vorgaben zur formalisierten Erfassung und kartografischen Darstellung der Auswerteergebnisse geben die Anhänge A-9.1.3 „Datenkatalog“ 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,
- → sofern die Phase A bereits mit der Luftbildauswertung abgeschlossen werden kann, ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen. Hierbei sind die Anforderungen gemäß A-6.2 zu beachten.

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 Luftbildauswertung müssen in analoger und digitaler Form bereitgestellt werden. Neben der Verwendung eines mit dem AG abgestimmten (Geo-)Datenformates ist eine Beschreibung der Daten mittels Metainformationen 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
Auftraggeber
Auftragnehmer
Projektnummer
Liegenschaft
Projekttitel
Thema Geodaten
Dateiname
Datenformat
Inhaltliche Beschreibung
Erstellungsdatum
Raumbezugssystem
Bearbeitungsstatus
Beschreibung Attribute 1 bis n
```

A-9.2.7 Erstellung und Auswertung eines Digitalen Geländemodells aus Laserscandaten

1 Geltungsbereich

Diese TS definiert die fachspezifischen Anforderungen für Maßnahmen, bei denen ein digitales Geländemodel (DGM) aus luftgestützten Laserscandaten im Rahmen der Kampfmittelerkundung erstellt und ausgewertet werden soll.

2 Anforderungen

Anforderungen an das Personal

Die Anforderungen an das Personal sind in der TS A-9.2.1 „Fachspezifische Anforderungen an freiberuflich Tätige“ im Abschnitt 3.3 „Auswertung und Interpretation von Luftbildern“ beschrieben.

Gerätetechnische Anforderungen

Neben geeigneter Hardware (vergl. TS A-9.2.4 „Photogrammetrie: Luftbildorientierung und technische Grundlagen der Luftbildstereoauswertung“) ist spezielle Software zur Bearbeitung und Klassifizierung von Punktwolken erforderlich.

3 Datenbeschaffung

Es ist zu unterscheiden, ob die Laserscandaten schon vorliegen und von einem Landesvermessungsamt beschafft werden können (Regelfall), oder ob eine Befliegung in Auftrag gegeben werden soll.

In ersterem Fall gibt es keine Einflussmöglichkeit mehr auf die räumliche Auflösung – es ist immer die höchstmögliche Auflösung (kleinste Rasterweite) zu verwenden. Eine Rasterweite von mehr als 1 m ist für die Fragestellung der Kampfmittelerkundung unbrauchbar.

Wird eine Befliegung geplant, so sind mind. 20 Punkte pro m² als Projektvorgabe zu machen, um auch bei dichter Vegetation ausreichend Bodenpunkte zu erhalten.

4 Prozesskette

Stammen die Daten von einem Landesvermessungsamt, so entfallen die nachstehenden Punkte a–e. Ansonsten gilt in der Regel:

a) Planung der Aufnahme (Flugplanung)

Die Planung des Fluges richtet sich nach den Vorgaben für die Aufnahme: der mittleren Punktdichte. Die Punktdichte wird als mittlere Punktdichte angegeben, da es auf Grund der Bewegungen des Fluggerätes nicht möglich ist, ein exaktes Raster aufzunehmen. Das Aufnahmegebiet ist vollständig mit der vorgegebenen Punktdichte aufzunehmen. Zur Einhaltung dieser Vorgaben werden die Flugparameter (Flughöhe, -geschwindigkeit, Abstand der einzelnen Flugstreifen) festgelegt.

b) Befliegung (Aufnahme)

Die Erfassung von Position und Lage des Fluggerätes (in allen drei Raumrichtungen) muss zu jedem Zeitpunkt gewährleistet sein.

c) Berechnung der Flugpfade (Trajektorien)

Nach der Aufnahme werden aus den Positions- und Bewegungsmessungen die tatsächlichen Flugpfade berechnet. Diese Trajektorien dienen als Grundlage für die weiteren Berechnungen.

d) Echoextraktion

Der Laserscanner zeichnet in der Regel sogenannte Full-Waveform-Daten auf. Jeder ausgesendete Laserpuls hat dabei die Form einer Glockenkurve. Die reflektierten Signale werden digitalisiert und aufgezeichnet. Daraus werden in einem nächsten Arbeitsschritt die eigentlichen Echos extrahiert (s. hierzu auch Verfahrensskizze Abb. A-2.3-2 in Kapitel A-2.3.5) und zur weiteren Bearbeitung verwendet.

e) Korrektur des Aufnahmesystems und Georeferenzierung der Laserdaten

Im Rahmen der Korrektur des Aufnahmesystems wird ermittelt, wie die Komponenten des Aufnahmesystems (Positionsbestimmung, Lagemessung, Scanner) zur Aufnahmezeit zueinander orientiert waren und es wird eine Reihe von Parametern des Scanners und der Aufnahme ermittelt (Maßstab, Nullpunktverschiebung, atmosphärische Korrekturen). Die Korrektur erfolgt im Rahmen der sogenannten Streifenanpassung, das heißt, die Streifen werden durch entsprechende Anpassung der genannten Korrekturparameter bestmöglich aneinander angepasst, so dass nur noch möglichst geringe Lage- und Höhenunterschiede in den Überlappungsbereichen der Streifen auftreten. Im Rahmen der Georeferenzierung werden die Laserdaten in Lage und Höhe in das gewünschte Koordinatensystem überführt.

f) Klassifikation der Laserdaten

Nach der Georeferenzierung werden die Laserdaten klassifiziert. Es ist mindestens eine Klassifizierung in Boden- und Nicht-Boden-Punkte vorzunehmen.

g) Berechnung der Rasterdaten

Aus den Bodenpunkten wird ein regelmäßiges, quadratisches Raster berechnet, da Rasterdatensätze wesentlich einfacher bearbeitet werden können als Punktwolken. Diese Rasterdaten werden dann für die Interpretation eingesetzt. Hierzu werden Schräglichtschummerungen in verschiedenen Beleuchtungsrichtungen berechnet, da je nach Beleuchtungsrichtung unterschiedliche Strukturen erkennbar sind (Gräben in West-Ost-Richtung sind z. B. bei Beleuchtungsrichtungen aus Westen oder Osten nahezu nicht sichtbar). Grundsätzlich ist es ausreichend, mit zwei verschiedenen Richtungen zu arbeiten (z. B. NW und W, oder NW und N). Diese Richtungen sind auch die bevorzugten für die Interpretation, da das menschliche Gehirn auf eine Beleuchtungsrichtung von links oben (NW) eingestellt ist. Schummerungen aus entgegengesetzten Richtungen sind komplementär bzgl. hell/dunkel, sie bringen daher keine neuen Informationen.

h) Analyse und Auswertung der Ergebnisse

Die Durchführung der Auswertung und die Spezifizierung von Auswertezielen sind der TS „Auswertung von Luftbildern“ (A-9.2.6) zu entnehmen.

i) Dokumentation/Ergebnisbericht

Die Dokumentation hat analog der TS „Auswertung von Luftbildern“ (A-9.2.6) zu erfolgen.

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. Sofern die Phase A bereits mittels Grundlagenermittlung und/oder Luftbildauswertung beendet werden kann, sind die Anforderungen sachstandsspezifisch zu erfüllen.

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 Kartierergebnisse 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 Verursachungsszenariums Militärischer Regelbetrieb (z. B. multitemporale Beschreibung von Übungstätigkeiten, eingesetzte Waffen und Munition, deren Mengen und der räumlichen Zuordnung von Übungsbereichen),

→ Ergebnisse der Untersuchung des Verursachungsszenariums Munitionsproduktion und -lagerung (z. B. Benennung von Anwendungsbereichen, Darstellung von Handlungsabläufen, den eingesetzten Stoffen und der verwendeten Munition),

→ Beschreibung von sekundären Kampfmittelbelastungen (z. B. infolge 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 vermuteter 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).

→ Es ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen. Hierbei sind die Anforderungen gemäß A-6.2 zu beachten.

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 Baufachlichen Richtlinien 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 „Datenkatalog“ definiert. Die Kartendarstellung wird im Anhang A-9.1.4 „Kartografische Darstellungen“ 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 Auftragsnehmers 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 Berichtsausfertigungen wird im Ingenieurvertrag festgelegt.

Zusätzlich sind alle Teile des Berichtes (Texte und Anlagen) sowie das vollständige geographische Informationssystem auf Datenträger zu übergeben. Die Dateiformate müssen üblichen, zum Zeitpunkt der Fertigstellung aktuellen Formaten (z. B. DOCX, XLSX, 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 Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A
A-6.2 Digitale Bestandsdokumentation KMR
A-7.2.1 Leistungsbeschreibung Phase A – Recherche von Archivalien und Luftbildern: Grundlagenermittlung und Archivrecherche
A-7.2.2 Leistungsbeschreibung Phase A - Digitalisierung analoger Luftbilder
A-7.2.3 Leistungsbeschreibung Phase A – Luftbildorientierung und Luftbildauswertung
A-7.2.4 Leistungsbeschreibung Phase A – Historisch-genetische Rekonstruktion
A-9.1.2 Kostenwirkungsfaktoren
A-9.1.3 Datenkatalog
A-9.1.4 Kartografische Darstellungen
A-9.1.9 Geländebegehung
A-9.2.2 Recherche von Archivalien und Luftbildern
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-9.3.2 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 Störkörperinventar ermittelt werden soll
- → sowie punktuell bei Bohrlochsondierungen.

Die Anforderungen an die Dokumentation der Messungen selbst werden in den Technischen Spezifikationen zu folgenden Sondierverfahren beschrieben:

TS A-9.3.8	Magnetik, fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)
TS A-9.3.9	Magnetik, zu Fuß (digitale Aufnahme)
TS A-9.3.10	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), fahrzeuggestützt (digitale Aufnahme)
TS A-9.3.11	Zeitbereichselektromagnetik (TDEM), zu Fuß (digitale Aufnahme)
TS A-9.3.12	Bohrlochsondierungen
TS A-9.3.14	Georadar

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 aufgenommen 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 Störobjekte (Kanaldeckel, Leitungen etc.), Ergebnisse aus der Historisch-genetischen Rekonstruktion (HgR) etc.,
- → Erstellung einer Objektliste mit einer Bewertung der Objekte bzgl. des Kampfmittelverdachts (s. a. Punkt 2.2, Abschnitt c),

k) Optional: Empfehlungen zum weiteren 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, Störpunktanzahl und -verteilung, durchschnittliche Tiefe, maximale/minimale Tiefe, durchschnittliche magnetische Masse modellierter Störkörper.

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 einem Datenträger (Bericht als PDF- oder Word-Datei, Grafiken in gängigen Grafikformaten (z. B. JPEG, BMP- oder TIFF-Format) in geeignetem 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 Datenträger; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X- und Y-Koordinate sowie 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 einem Datenträger 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 Sondiertechnik.

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 „Abnahmebedingungen/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 unbekannten Lage und Tiefe auf den Untersuchungsflächen vor der Untersuchung in einem störkörperfreien Bereich. Nach der geophysikalischen Erkundung muss sich der Probekörper in den Messerergebnissen 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, Datenträger 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 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,
→ GGVSEB – Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn, Binnenschifffahrt,
→ Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
→ Kampfmittelverordnungen der Länder,
→ Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
→ Landesabfallgesetze,
→ Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
→ Unfallverhütungsvorschriften/Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
→ Vertragsrecht (BGB, VgV, VOB, VOL, 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 Anhang A-3.3, Kapitel 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-9.3.2	Anforderungen an die 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, Störpunkte 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 „Methodische Vorgehensweisen bei der 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/KMBF, inkl. deren Kenndaten (Nummer, Größe, Verursachungsszenarien, KM-Inventar, Nutzungsdauer/-art, Gefährdungsklasse, Flächenkategorie),
→ Bedarfsweise Ausweisung von Munitionsbelastungsgraden (MunBelGrad) der Bundeswehr (s. A-1.2.2 „Verfahrensablauf Bundeswehr“).

Einige der Anforderungen sind durch Tabellen zusammenfassend darzustellen:

- Zuordnung der Testfelder zu den Fund- und Gefährdungsklassen, Flächenkategorien,
- Liste der KMVF/KMBF mit Nummerierung, Benennung und Flächenkategorien,
- Bedarfsweise Liste der Flächen mit Munitionsbelastungsgraden der Bundeswehr.

Es ist die Datenerfassung zur Digitalen Bestandsdokumentation KMR im INSA durchzuführen. Hierbei sind die Anforderungen gemäß A-6.2 zu beachten.

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 mit vollflächiger 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 „Datenkatalog“ definiert. Die Kartendarstellung wird im Anhang A-9.1.4 „Kartografische Darstellungen“ 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 Auftragsnehmers 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 zu übergeben. Die Dateiformate sollen üblichen, zum Zeitpunkt der Fertigstellung aktuellen Formaten (z. B. DOCX, XLSX, JPG, TIFF, 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-1.2.2	Verfahrensablauf Bundeswehr
A-2.5	Die methodische Vorgehensweise bei der Bewertung der Ergebnisse der Phase A
A-3.3	Methodische Vorgehensweisen bei der Gefährdungsabschätzung (Phase B)
A-6.2	Digitale Bestandsdokumentation KMR
A-7.2.5	Leistungsbeschreibung Phase B – Testfelder
A-7.2.6	Leistungsbeschreibung Phase B – Gefährdungsabschätzung
A-8.1.2 ff.	Musterleistungsbeschreibung Geophysik; Hinweise zur Anwendung der Musterleistungsbeschreibung und der Formblätter des VHB – Testfeldräumung (VOB)
A-9.1.2	Kostenwirkungsfaktoren
A-9.1.3	Datenkatalog
A-9.1.4	Kartografische Darstellungen
A-9.3.2	Anforderungen an die Dokumentation Geophysik
A-9.4.10	Dokumentation Phase C

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 unter Abschnitt 3.2 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. 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. Infobox rechts) 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),
- → Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
- → Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung: ≤ 0,25 m,
- → Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: ≤ 0,10 m,
- → Absolute Positionierungsgenauigkeit (X- und Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius) ≤ 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,
- → Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
- → Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung: ≤ 0,25 m,
- → Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: ≤ 0,10 m,
- → Absolute Positionierungsgenauigkeit (X- und Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius): ≤ 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 (s. 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 Datenträger an den AG oder seinen Vertreter; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X- und Y-Koordinate sowie 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 Bezugssystem (UTM / ETRS89) 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 ± 0,1 m im vorgegebenen Koordinatenbezugssystem (UTM / ETRS89).

- → Beschriftung der Pflöcke mit Feldname und Pflock-Nr. im Uhrzeigersinn, so dass Pflock-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- und Y-Koordinaten erfolgen. Dabei müssen der Nullpunkt und die Aufnahmerichtung (Laufrichtung) dokumentiert werden (s. 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),
- → Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
- → Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung: ≤ 0,25 m,
- → Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: ≤ 0,10 m,
- → Absolute Positionierungsgenauigkeit (X-, Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius): ≤ 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,
- → Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
- → Horizontaler Abstand der magnetischen Sensoren senkrecht zur Bewegungsrichtung: ≤ 0,25 m,
- → Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: ≤ 0,10 m,
- → Absolute Positionierungsgenauigkeit (X-, Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius): ≤ 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 (s. 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 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 Bezugssystem (UTM / ETRS89) 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 zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche unter Einhaltung der rechts unten aufgeführten 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. Infobox rechts) 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: ≤ 50 % der Spulenbreite in Profilrichtung,
- → Spulengröße (vom Planer festzulegen),
- → Zeitfenster für die Messwerterfassung (mind. 2) (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 zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Untersuchungsfläche (im Radius): ≤ 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 (s. 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,

→ 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 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 Bezugssystem (UTM / ETRS89) 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 Planungsunterlagen 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 ± 0,1 m im vorgegebenen Koordinatenbezugssystem (UTM / ETRS89).

- → Beschriftung der Pflöcke mit Feldname 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 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- und Y-Koordinaten erfolgen. Dabei muss der Nullpunkt und die Aufnahmerichtung (Laufrichtung) dokumentiert werden (s. 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 Holzpflock 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 Spurlängen (> 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: ≤ 50 % der Spulenbreite in Profilrichtung ,
- → Spulengröße (vom Planer festzulegen),
- → Anzahl der Zeitfenster für die Messwerterfassung (vom Planer festzulegen),
- → Zeitfenster für die Messwerterfassung (mind. 2) (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 zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche (im Radius) ≤ 0,15 m.

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 (s. 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 an den Vertreter des AG vor Ort; Datenformat: XYZ-Datenfile (pro Zeile: X-, Y-Koordinate und zugehöriger Messwert Z) als ASCII-Datei. Die Bezugskoordinaten zu den aufgenommenen Messwerten aller Sonden sind im vorgegebenen System (UTM / ETRS89) 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 Bohrlochsondierungen

1 Geltungsbereich

Die magnetischen Bohrlochsondierungen beziehen sich ausschließlich auf Vertikal-Gradiometer- und 3-Achs-Messungen mit Fluxgate-Magnetometern (in Gradiometeranordnung).

2 Allgemeine Anforderungen

Für die Durchführung von Bohrlochsondierungen sind Systeme einzusetzen, die den nachfolgenden Anforderungen entsprechen.

3 Vorgehensweise

3.1 Arbeitsschritte

Die Durchführung von Bohrlochsondierungen wird in folgende Arbeitsschritte unterteilt:

- → Bestimmung der Fläche(n), Flächenstreifen oder Verdachtspunkte aus den Planungsunterlagen, die mit Bohrlochsondierungen 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 Bohrlochsondierungen gemäß Bohrlochanordnung,
- → Dokumentation der Bohrlochsondierungen,
- → Qualitätssicherung.

3.2 Anforderungen

3.2.1 Festlegung der Messflächen / des Bohrlochrasters

Der Umriss der Messfläche(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 im Bezugssystem UTM / ETRS89 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, rammenden oder rüttelnden Verfahren. Die Bohrungen sind drehend mit Schnecke/Schappe auszuführen. Bohrkronen als Schneidewerkzeug sind nicht zulässig. Möglich sind Bohrlochmessungen im Zuge von Drucksondierungen.

Beim Auftreten von plötzlichen, ungewöhnlichen Widerständen ist die Bohrung sofort aufzugeben. Der neue Ansatzpunkt muss einen Abstand von mindestens 2 m haben. Spül- oder Druckverfahren können sinngemäß verwendet werden.

Die Bohrloch- und Verrohrungstiefe ist mindestens einen Meter tiefer als die größte erwartete Tiefe der zu sondierenden Kampfmittel zu wählen.

Die Bohrlöcher sind mit einem PVC-Rohr zu verrohren; die Rohrunterseite ist mit Stopfen gegen Aufspülen von Erdreich zu verschließen. Bei Drucksondierungen entfällt die Verrohrung.

Die erste Bohrung (s. Bohrlochraster für Bombenblindgängerverdachtspunkte, Spundwandachsen, Pfahlgründungen, Rammkernsondierungen) wird in 1 m-Abschnitten erstellt. 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 Bohrlochsondierungen gegeben. Von diesen Empfehlungen kann abgewichen werden, wenn dies fachlich begründet wird. 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.

- Das Bohrlochraster ist so anzulegen, dass in Abhängigkeit des lokalen Signal-/Rausch-Verhältnisses eine Überlappung zwischen zwei benachbarten Bohrlöchern gewährleistet ist, d. h. dass in der Regel 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. Dies ist zu begründen und zu dokumentieren.

→ Die Anlage des Rasters erfolgt in Reihen ausgehend von der ersten Bohrung. Bohrlöcher zweier benachbarter Reihen sind jeweils um den halben Bohrlochabstand zu versetzen, um eine möglichst gute Überdeckung zu gewährleisten. 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.

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.

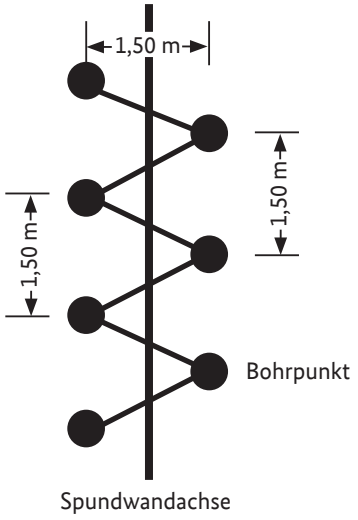


Abb. A-9.3.12-1 Lage der Bohrpunkte

Bohrungen bei Pfahlgründungen

Bei Pfahlgründungen > 0,50 m sollen drei Bohrpunkte im Winkel von 120° bei Einhaltung eines Abstandes von ≤ 0,75 m Radius ausgehend von der Mittelachse der Gründung angelegt werden; bei Pfahlgründungen ≤ 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.

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 für Messungen mit Fluxgate-Magnetometern

- → Sensitivität der Gradiometer: Vertikal-Gradiometer: ≤ 0,5 nT, 3-Achs-Gradiometer: ≤ 0,1 nT
- → Dynamik der Gradiometer: Vertikal-Gradiometer: mind. +/- 20.000 nT, 3-Achs-Gradiometer: mind. +/- 100.000 nT
- → Messpunktabstand Tiefenachse ≤ 0,05 m,
- → Positionierungsgenauigkeit eines Messwertes zur Tiefe m Bohrloch ≤ 0,05 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 (s. 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 an den Vertreter des AG vor Ort als ASCII-Datei oder in einem mit dem AG abgesprochenen Datenformat. Die Koordinaten aller Bohrungen sind im vorgegebenen Bezugssystem (UTM / ETRS89) 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 (Holzpflöcke > 40 cm Länge) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren.
- → Die Eckpflöcke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit ± 0,1 m im vorgegebenen Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89.
- → Beschriftung der Pflöcke 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 bis 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 (s. 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 Störpunkte nach Lage auf der Prüffläche sowie Art, Größe, Gewicht und Tiefenlage der modellierten Störkörper.

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.

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 die elektrischen Eigenschaften des Untergrundes bestimmt. Eine geringe Erkundungstiefe wird in feucht-tonigem, eine größere Erkundungstiefe in trocken-sandigem Boden erreicht. Die Detektion von Objekten unterhalb des Grundwasserspiegels ist erschwert, aber nicht generell ausgeschlossen. Die Erkundungstiefe von Georadarmessungen liegt, abhängig von der eingesetzten Frequenz und der Größe des Objekts, häufig zwischen 0,50 m und 3,00 m. Bei geeignetem Untergrund können Fliegerbomben auch in größerer Tiefe detektiert werden.

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 beim AG vor Beginn der Arbeiten zur Kenntnisnahme 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 ± 0,1 m im vorgegebenen Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89.

→ Beschriftung der Pflöcke 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 Georadar-Messungen verfügen, das eine exakte Zuordnung der Messwerte zu Lagekoordinaten auf der Messfläche unter Einhaltung der auf der nächsten Seite genannten Genauigkeitsangaben leisten kann. Dies kann z. B. über ein DGPS- oder über ein Odometer-System erfolgen.

Die Messdatenaufnahme kann auch in lokalen X- und Y -Koordinaten erfolgen. Dabei müssen der Nullpunkt und die Aufnahmerichtung (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 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

→ Spurweises Abfahren der Messfläche(n) mit dem Georadar. Bei der Durchführung ist eine gute Ankopplung der Antennen an den Untergrund sicherzustellen.

→ Spezifikationen des Georadars:

- → Geschirmte Antennen
- → Antennenfrequenz: 100 – 500 MHz
- → Profilabstand:

  100 bis 270 MHz: ≤ 1,00 m
  > 270 bis 500 MHz: ≤ 0,50 m

- → Messpunktabstand in Bewegungsrichtung: ≤ 0,05 m
- → Absolute Positionierungsgenauigkeit (X-, Y-Koordinaten) für die Zuordnung eines Messwertes zum Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 auf der Messfläche ≤ 0,15 m

3.2.5 Dokumentation

→ Erstellen eines Kurzberichtes über die Messungen mit folgendem Inhalt:

- → Projektname,
- → Projektbeschreibung,
- → Projektziel,
- → Durchführungszeitraum,
- → eingesetzte Technik zur Datenauswertung (eingesetztes Programm und Benennung der konkreten Bearbeitungsschritte wie Nullzeitkorrektur, Amplitudenkorrektur oder Filterung der Daten),
- → Messtechniker,
- → Tagesleistung mit der Angabe der vermessenen Fläche(n),
- → Witterungsbedingungen,
- → Skizze über die Lage der Messflächen mit Nordpfeil,
- → Maßnahmen der Qualitätssicherung,
- → Besonderheiten,
- → Anlagen (s. nachfolgende Aufzählung).

  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 Datenträger 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 Datenträger an den Vertreter des AG vor Ort; Wahl des Datenformat in 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 Planungsunterlagen 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 (Holzpflöcke > 40 cm) bzw. auf versiegelten Flächen mit Vermessungsnägeln und Signalspray zu markieren.
- → Die Eckpflöcke sind geodätisch einzumessen, Genauigkeit ± 0,1 m im vorgegebenen Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89.
- → Beschriftung der Pflöcke 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

- → 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 ≤ 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),
  - → Basisabstand der Messsonden im Sondenrohr: 0,3 m bis 0,65 m,
  - → Abstand der Sonden über Grund (Regelfall): max. 0,10 m.

- → Kennzeichnung lokalisierter Verdachtspunkte für Störkörper (Störpunkte) im Untergrund mit geeigneten Markern (gut sichtbare Kunststoff- oder Holzpflöcke).

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 (s. 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 im Bezugssystem UTM / ETRS89 eingemessenen Eckpunkte der Messflächen mit entsprechender Zuordnung zu den Messfeldern als ASCII-Datei,
- → Dokumentation der detektierten Störpunkte nach Lage und ggf. der vermuteten Tiefenlage der Störkörper 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 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 untergesetzliche Regelungen,
- → Kampfmittelverordnungen der Länder.

Grundkenntnisse der einschlägigen Rechtsvorschriften, insbesondere

- → Chemikaliengesetz,
- → Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung,
- → Bundes-Immissionsschutzrecht,
- → Arbeitsschutzgesetz,
- → Wasserhaushaltsgesetz,
- → Naturschutzrecht,
- → Gefahrstoffverordnung,
- → GGVSEB – Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn, Binnenschifffahrt,
- → Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz,
- → Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- → Landesabfallgesetze,
- → Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften,
- → Unfallverhütungsvorschriften / Berufsgenossenschaftliche Regelwerke,
- → Vertragsrecht (BGB, VgV, VOB, VOL, 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 von die Phase B ergänzenden technischen 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, vermarkt und sondiert.
- → Die geräumte Fläche/Baugrube/Haufwerk/Gewässersohle wird als frei von Gefahren durch Kampfmittel abgenommen, wenn keine Fundmunitionssplitter mit Sprengstoffanhaftungen 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.

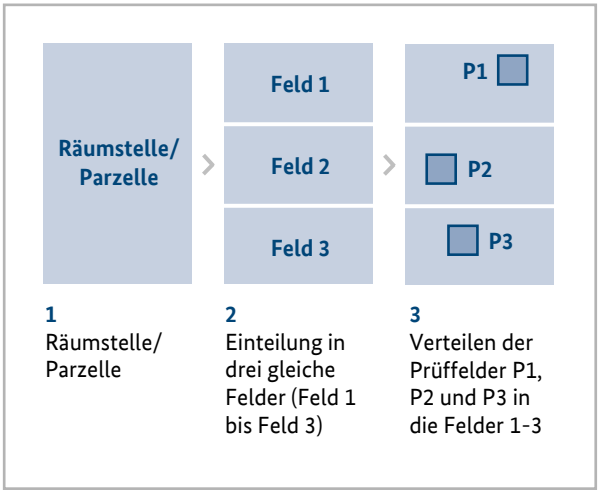


Abb. A-9.4.2-1 Ablauf statischer Flächenrepräsentanz

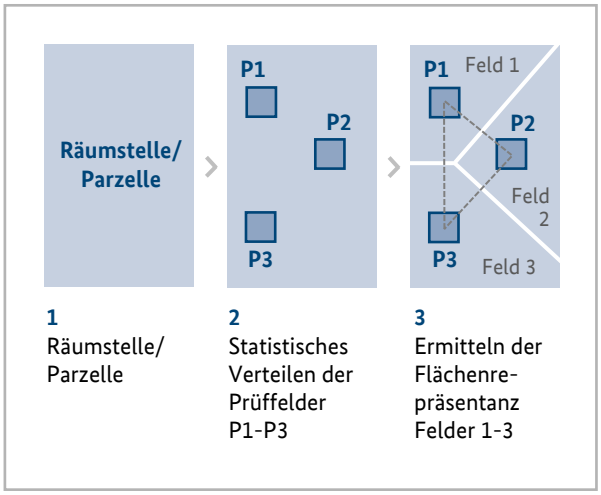


Abb. A-9.4.2-2 Ablauf variabler Flächenrepräsentanz

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 Beispiel in Abb. A-9.4.2-1 zeigt die Vorgehensweise bei Vorgabe von drei Prüffeldern (P1–P3).

Bei der Vorgehensweise repräsentiert ein Prüffeld jeweils ein Drittel 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 Abbildung A-9.4.2-2 verdeutlicht die Vorgehensweise bei Vorgabe von drei Prüffeldern.

Bei dieser Vorgehensweise werden in der Regel drei 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 (Störpunkte) werden angegraben, identifiziert, 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 TS A-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:

- → Der verantwortlichen Person obliegt bei allen Eingriffen in den kampfmittelverdächtigen Untergrund die verantwortliche Steuerung und Koordination (Weisungsbefugnis nach SprengG).
- → Das für die Ausführung der Erdarbeiten eingesetzte Personal ist vor Beginn der Arbeiten und bei Wiederaufnahme nach längerer Unterbrechung maßnahmenbezogen zu unterweisen (Gefährdungspotential, lagenweiser Ausbau, Weisungsbefugnis).
- → 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 und Feststellung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- → Bei nicht transportfähigen 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 Vernichtung 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 DGUV Regel 113-003, Anhang 5 „Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Fundmunition“ 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 und Feststellung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Bei nicht transportfähigen 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 Bohrlochsondierung 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 (erschütterungsarmer Spundwandverbau, Einbringen von Schachtringen, Grundwasserabsenkung etc.), manuell unter hilfsweisem Einsatz von Baumaschinen freigelegt.

Der KBD ist zuständig für

- → Entschärfung,
- → Bergung,
- → Befördern/Verbringen,
- → Sprengungen der Bombenblindgänger.

4 Qualitätskontrolle

Der Bereich des geräumten Bombenblindgängers wird durch Oberflächensondierung der Grubensohle und -wände in der Baugrube und/oder durch Bohrlochsondierungen 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 Technischen 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 hilfsweise 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 und Feststellung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.

→ Bei nicht transportfähigen 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 hilfsweise 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 und Feststellung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.

→ Bei nicht transportfähigen 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 Kampfmittelräumung“ 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 vorsichtiges Umsetzen und Ausbreiten des Bodens mittels Spaten oder 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 Räumerfolg 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-9.4.9 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 wird.

Tab. A-9.4.9-1 Berichtsstruktur

Kapitel	Inhalt	ES-Bau	EW-Bau	Bemerkung
0	Zusammenfassung	•	•	
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	•	•	
2	Grundlagen	•	•	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	•	•	
4	Gefahren- und Zustandsbeschreibung	•	•	
5	Nutzungsvorhaben des Eigentümers	•	•	
6	Untersuchung geeigneter Räummethoden	•	•	
6.1	Auswahl technisch geeigneter Methoden/ Verfahren/Kombinationen	•	•	
6.2	Abgleich mit Kostenwirkungsfaktoren	•	•	
6.3	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	•	•	Im Rahmen der „Räumplanung“ (EW-Bau) sind diese Anforderungen zu detaillieren.
7	Darstellung der favorisierten Lösung	•	(•)	
7.1	Beschreibung der einzusetzenden Technik und technischer Ablauf	•	•	
7.2	Erforderliche Infrastruktur	•	•	
7.3	Logistik	•	•	
7.4	Zeitlicher Ablauf	•	•	
8	Kostenschätzung/-berechnung	•	•	
9	Darstellung planungs- und genehmigungsrechtlicher Sachverhalte		•	Nur im Rahmen der EW-Bau zu erstellen
10	Darstellung vergaberelevanter Aspekte		•	
11	Arbeitssicherheit und Nachbarschaftsschutz		•	
12	Maßnahmen zur Objektüberwachung		•	
13	Qualitäts- und Datenmanagement		•	
14	Literatur- und Quellenverzeichnis	•	•	

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 zwei bis drei 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 Lösung 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.

Hinweis

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 die dafür erforderlichen Ansprechpartner, Zeit- und Kostenansätze darzustellen.

Kap. 10 – Darstellung vergaberelevanter Aspekte

Es ist zu erläutern, welche Vergabe- und Vertragsordnung 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. DGUV Regel 101-004 bzw. DGUV Information 201-027. 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 z. B. Anhang A-9.4.2 „Abnahmebedingungen/Prüffeld“ 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 im Maßstab 1:1.000 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 Bohrlochsondierungen 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.

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 (in Anlehnung an VHB-Formblatt 442) (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,

→ **Anlage 7:** Falls Daten erhoben wurden: Diagramme von Bohrlochsondierungen, 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

→ **Vordruck 1:** Bautagesbericht

→ **Vordruck 2:** Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde mit Aufmaßblatt

→ **Vordruck 3:** Nicht belegt

→ **Vordruck 4:** Abnahmeprotokoll (in Anlehnung an VHB-Formblatt 442)

Die Vordrucke 1 (Bautagesbericht) und 4 (Abnahmeprotokoll) stehen Ihnen als Excel-Dateien, der Vordruck 2 (Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde) steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

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 (s. 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 (s. a. Baufachliche Richtlinien 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.

Die Kostenstruktur der Kampfmittelräumung steht Ihnen als Word-Datei im Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** zur Verfügung.

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 § 12 VOB/B unter Verwendung des Abnahmeprotokolls aus Anhang A-9.4.10 (Abnahme in Anlehnung an VHB-Formblatt 442) 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 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 Bereich „Anlagen“ der Website **www.bfr-kmr.de** 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 und Beurteilung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er wird als Verantwortliche Person gemäß § 19 SprengG eingesetzt. Er nimmt die Identifizierung und Beurteilung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel vor.
- Der Einsatz von Unterwassermagneten ist nur für die Bergung von auf der Gewässersohle liegenden ferromagnetischen Körpern geeignet.
- Bei nicht transportfähigen 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) hergestellt.

4 Vorgehensweise

Die Gewässersohle wird durch einen Taucher oder eine Tauchergruppe mit der Sonde mäanderförmig systematisch und vollflächig abgeschwommen. Bei geneigter Gewässersohle ist diese 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 die Gewässersohle mäanderförmig vollflächig abgesucht. Der Unterwassermagnet ist von einer geeigneten schwimmenden Einheit an einem Kran auf der Gewässersohle abzulassen. Die Position des Magneten ist kontinuierlich aufzuzeichnen und dauerhaft zu dokumentieren. Hiermit ist nachzuweisen, dass die Gewässersohle vollflächig und lückenlos bearbeitet wurde. Eine Lastandruckkontrolle ist kontinuierlich durchzuführen. Anhaftende Kampfmittel sind mit besonderer Vorsicht abzunehmen und auf Handhabungsfähigkeit zu kontrollieren.

Nach Hieven des Magneten sind die anhaftenden Körper durch einen Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprengG zu begutachten und bei Identifikation von Kampfmitteln über die weitere Verfahrensweise zu entscheiden. Kampfmittel und Schrott sind separat in einer beiliegenden Schute bzw. in einem Bereitstellungslager abzulegen.

Bei der Räumung mit einem Greifer- oder Löffelbagger mit Siebvorrichtung (ggf. zusätzliche Spülunterstützung) wird die Gewässersohle im vorgegebenen Räumfeld vollflächig abgesucht. Aus der vorangegangenen Auswertung der geophysikalischen Sondierung werden besonders starke Anomalien im Vorfeld durch Taucheinsatz (s. Abschnitt 4.1.1 in Anhang A-4) hinsichtlich ihrer Gefährdung untersucht, ggf. geräumt oder für den Geräteeinsatz freigegeben.

Durch Einsatz der Löffel- oder Baggergreifer als Siebgreifer oder -löffel wird beim Fördern der Körper das Sediment (z. B. Sand) entsprechend der Siebweite im Wasser ausgespült. Der Ausspülvorgang kann durch den Einsatz von Spüldüsen an oder in den Greifer- oder Löffelschalen unterstützt werden. Das Spülen sollte dabei noch während des Förderns unter Wasser erfolgen. Durch den Einsatz eines sogenannten GPS-gestützten Baggersichtsystems ist das Räumziel in der Fläche und der Tiefe einhaltbar.

Die im Greifer- oder Löffelsieb verbliebenen Körper mit Anhaftungen aus Sediment werden in einem Behälter abgelegt, durch einen Befähigungsscheininhaber nach § 20 SprenG begutachtet und bei Identifikation von Kampfmitteln und Schrott separat im Bereitstellungslager bzw. in einem beiliegenden Behälter (Schute) abgelegt.

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 kampfmittelhaltigen Sedimentes) zu gewährleisten.
- Durch die Verantwortliche Person gemäß § 19 Abs. (1) Nr. 3 SprengG erfolgt die Identifizierung und Beurteilung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher zur Beseitigung einzelner Störkörper vor den eigentlichen Abbaggerungen eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er wird als Verantwortliche Person gemäß § 19 SprengG eingesetzt. Er nimmt die Identifizierung und Beurteilung der Transportfähigkeit 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 transportfähige 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 „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:

- Greifer- oder Löffelbagger oder
- Eimerkettenbagger oder
- Saug- und/oder Hopperbagger.

Die Kampfmittel werden

- auf bzw. in der Gewässersohle oder
- auf einer Schute o. Ä. unmittelbar am Abgrabungsort 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 und Beurteilung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel.
- Wird ein Taucher eingesetzt, hat dieser die Befähigung nach § 20 SprengG nachzuweisen. Er wird als Verantwortliche Person gemäß SprengG eingesetzt. Er nimmt die Identifizierung und Beurteilung der Transportfähigkeit der aufgefundenen Kampfmittel vor.
- Bei nicht transportfähigen 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: Die uneingeschränkte Nachnutzung der Fläche wird durch Räumung der Kampfmittel nach dem Stand der Technik hergestellt.

4 Vorgehensweise

Der Störpunkt 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 Verfahren 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

Absorptionszellen-Magnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Aerotriangulation
Anh. 2.3.2 (3.2.1)

Affine Transformation
Anh. 2.3.2 (3.2.4)

After Action Reports
Anh. 2.1.4.3

Aktive Messgeräte
Beim aktiven 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.
Anh. 9.4.8

Aktive Sonden
Anh. 9.4.6 (4)

Aktives Infrarot
Anh. 3.1.5 (3)

Aktives Verfahren
Anh. 3.1.1 (1)

Allgemeines Kriegsfolgengesetz (AKG)
Das Allgemeine Kriegsfolgengesetz 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.
Anh. 1.1.1

Analoge Photogrammetrie
Anh. 2.3.2 (3)

Analytische Photogrammetrie
Anh. 2.3.2 (3)

Analytisches Signal
Anh. 3.1.2 (4.3)

Angriffschronik
Anh. 2.1.2, 2.1.4.1

Anomalienfeld
Anh. 3.1.2 (1, 4, 5)

Anomalienplots
Anh. 9.2.1

ArbSchG – Arbeitsschutzgesetz
Anh. 5 (5.3)

ArbStättV – Arbeitsstättenverordnung
Anh. 5 (5.3)

ArbZG – Arbeitszeitgesetz
Anh. 5 (5.3)

Archivalien
Ein Archivale (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 digitale Unterlagen. Archivalien sind Unikate, das heißt, sie sind als Originale nur einmal vorhanden (im Gegensatz zu gedruckten Quellen wie Büchern).
Kap. 4.1 (2, 3), Anh. 2.2.1 (1)

Archivaliendatenbank des Bundes
Anh. 2.2.1 (2), 2.1.3

Archivalien-Detailblatt
Anh. 2.2.1 (2)

Array
Anh. 3.1.2 (4.2)

Artillerie
Artillerie bezeichnet den Sammelbegriff für großkalibrige Geschütze, in diesem Sinne werden Geschütztypen zusammengefasst, etwa Schiffsartillerie, Küstenartillerie oder die Truppengattung des Heeres.
Anh. 2.1.4.3

Aufmagnetisiert
Anh. 3.1.2 (4.1)

Ausbreitungsgeschwindigkeiten (Georadar)
Anh. 3.1.1 (5.3)

Ausführungsplanung
Anh. 4.2 (2.2), 7.2.7

Äußere Orientierung (bei Luftbildern)
Anh. 7.2.2

Baunebenkosten
Anh. 9.4.9 (11), Word-Dokument

BaustellV – Baustellenverordnung
Anh. 5 (2.2), (3.3)

Bautagesbericht
Anh. 9.4.10 (2)

BBodSchG – Bundes-Bodenschutzgesetz
Anh. 9.1.2 (3.1.9)

Befähigungsscheininhaber
Definitionen, Kap. 2,
Kap. 3.3 (5)

Belastungsdichte der Kampfmittel
Anh. 9.1.2 (3.2.4)

Belastungsklassen
Anh. 3.2 (4)

Bereitstellungslager Kampfmittel
Anh. 9.1.10 (3.1.5)

Beste verfügbare Technik
Definitionen, Kap. 2

BetrSichV – Betriebssicherheitsverordnung
Anh. 5 (Anlage 13)

Bewertungsfaktoren
Kap. 5.1 (4)

BFR BoGwS
Baufachliche Richtlinien Boden- und Grundwasserschutz
Anh. 9.1.2 (3.1.9)

BFR Vermessung
Baufachliche Richtlinien Vermessung
Anh. 9.3.10

Bilderzeugende Sensoren
Anh. 3.1.5 (3)

Blindgänger
Kap. 2 (9), Anh. 3.1.2 (3.4), 3.1.3 (1), 1.2.1

Bodenpasspunkte
Anh. 2.3.2 (3)

Bohrlochfeld, -raster
Anh. 3.1.2 (3.4)

Bohrlochsondierung
Anh. 3.1.2 (3.4)

Bomb Disposal Groups
Anh. 2.1.4.4

Bombenblindgängerverdachtspunkte
Anh. 2.1.4.1

Bombenzerscheller
wie Bombenblindgänger
Anh. 4.1 (3.3)

Bomblets
Anh. 1.2 (3.1)

Brandstoffe
Definitionen, Kap. 2

Chemikaliengesetz (ChemG)
Kap. 3.3 (7)

Chemische Kampfstoffe
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 1.2.1

Cs-Dampfmagnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Datenbearbeitung magnetischer Messungen
Anh. 3.1.2 (4.2)

Datenbestand des NLBL
Anh. 2.2.1 (3)

Delaborieren
Anh. 2.1.4.4, 1.2.1

Detektion
Anh. 3.1.1 (2.2.1), 3.1.5

Detektor (induktiv) – MSG
Anh. 9.1.8

Devastiert
Anh. 9.1.9 (3.2.2)

Dielektrizität
Anh. 3.1.1 (5.3), 3.1.4 (1)

Diffraktionshyperbel
Anh. 3.1.1 (5.3), 3.1.4 (5)

Direkte Lineare Transformation (DLT)
Anh. 2.3.2 (3.2.3)

Dreiachs-Magnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Driftkorrektur
Anh. 3.1.2 (4.2)

Einzelpunkträumung
Anh. 4.1 (4.3)

Eisenkerndektoren
Anh. 3.1.2 (2, 4.4)

Elektromagnetisches Feld
Anh. 3.1.1 (1), 3.1.3 (2.1)

Elektromagnetisches Messverfahren
Anh. 3.1.1 (2.2.1, 5.2), 3.1.3

Erfassungsblätter für Kampfmittelfunde
Anh. 9.4.10 (2)

Erscheinungsformen der Störgrößen (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (4)

ES-Bau (Räumkonzept)
Anh. 4.2 (2.1), 7.2.7, 9.4.9

EW-Bau (Räumplanung)
Anh. 4.2 (2.1), 7.2.7, 9.4.9

Exerziermunition
Anh. 1.2.1

Explosionsgefährliche Stoffe
Kap. 3.3 (2, 4)

Explosivstoffe
Anh. 1.2.1

Fachkundiger Munition
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 1.2.1

Fachtechnische Aufsichtsperson
Anh. 9.1.10 (2.1.2)

Feldlinien (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (4.1)

Feldmessungen (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (4)

Feldmessungen (Georadar)
Anh. 3.1.4 (4)

Felsmessungen (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (3)

Ferromagnetika
Anh. 3.1.2 (1)

Flächensondierung
Anh. 3.1.2 (3.2)

Flugparameter
Position des Flugzeugs X, Y, Z; Lagewinkel des Flugzeugs omega, phi, kappa zum Zeitpunkt der Aufnahme
Anh. 7.2.2

Fluxgatemagnetometer
Anh. 3.1.2 (2, 5)

Förstersonden
Anh. 3.1.2 (2)

Freigabebescheinigung
Anh. 9.4.12

Freilegen
Definitionen, Kap. 2

Freischnitt
Anh. 3.2 (5)

Fremdmunition
Anh. 1.2.1

Fundklassen
Anh. 3.2 (5), 2.4.5, 9.4.10 (Vordruck 2)

Fundmunition
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 1.2.1

Fundtiefe
Anh. 9.1.2 (3.2.2)

Fundumgebung
Anh. 3.1.1 (2.2)

Funktriangulation
Anh. 9.3.8

GAEB – Gemeinsamer Ausschuss Elektrotechnik im Bauwesen
Anh. 8.2.1 (2)

Gefahr
Definitionen, Kap. 2

Gefährdung
Anh. 1.2.1

Gefährdungsabschätzung
Definitionen, Kap. 2, Anh. 4.2 (10, 11), 5, 7.2.5 (1.4)

Gefährdungsgrade
Anh. 7.2.6

Gefährdungsklassen
Anh. 7.2.6

Gefahrenbereich
Anh. 1.2.1

Gefahrklasse
Anh. 1.2.1

Gefahrkode
Anh. 1.2.1

Gefährliche Stoffe
Anh. 1.2.1

Gefechtsmunition
Anh. 1.2.1

GefStoffV – Gefahrstoffverordnung
Anh. 5 (2.3), (3.4)

Geländebegehung
Anh. 2.1.3, 9.1.9

Geogene Ablagerungen
Anh. 7.2.6 (3.1)

Geologische Struktur
Anh. 3.1.1 (2.2.3)

Geophysikalische Untersuchungen
Kap. 4.2 (5, 6), Anh. 3.1, 7.2.5 (4.2)

Georadar
Anh. 3.1.1 (2.2.3, 5.3), 3.1.4, 3.1.5 (3)

Georeferenziert
Unter dem Vorgang der Georeferenzierung versteht man die Zuweisung raumbezogener Referenzinformationen zu einem Geodatensatz; Einordnen von Geoinformationen, Karten, Bildern, Rasterdaten in das Koordinatenbezugssystem UTM / ETRS89 durch Zuweisen von Realweltkoordinaten.
Anh. 9.1.7 (2)

Gerätebezeichnungen (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (8)

Gerätebezeichnungen (Magnetik)
Anh. 3.1.2 (6)

Gewerbliche Leistungen
Kap. 7.2 (3-6), 7.4

GGBefG – Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter
Anh. 5 (5.2.4)

GGVSEB – Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt
Anh. 5 (5.3)

Glasminen
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.
Anh. 3.1.5 (1)

Gradiometer
Anh. 3.1.2 (2, 4, 5)

Grenzen der Anwendung (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (6)

Grenzen der Anwendung (Magnetik)
Anh. 3.1.2 (4.4)

Ground Control Points (GCPs)
Bei den Ground Control Points (GCPs) sind die Koordinaten bekannt und im zu bearbeitenden Luftbild zu erkennen.
Anh. 7.2.2

Handhabungsfähig
Definitionen, Kap. 2

Handhabungssicherheit
Anh. 1.2.1

Handlungsanweisung Rüstungsaltlastenstandorte
Anh. 2.3

Handlungschronik
Anh. 2.1.2

Hauptfeld
Anh. 3.1.2 (1)

Havariedetonation
Anh. 5 (Anlage 4.1)

Histogramm
Anh. 2.3.1 (5.2)

Historische Erkundung
Kap. 4.1

Historisch-genetische Rekonstruktion (HgR-KM)
Kap. 4.1, Anh. 2.2.1 (1)

Hochohmiger Untergrund
Untergrund mit hohem elektrischem Widerstand.
Anh. 3.1.4 (2)

Hülsenreißer
Treibladungshülse, an der beim Schießen Längs- oder Querrisse entstanden oder der Boden abriss.

Identifizieren von Munition
Anh. 1.2.1

Impedanz (Scheinwiderstand)
Anh. 3.1.3 (2.2)

Impulsreflexionsverfahren
Anh. 3.1.4 (1)

Induktiver Detektor
Anh. 9.4.1 (4.2)

Induktivität, Induktion, Induktionsspannung,
Anh. 3.1.3 (2.2, 3)

Induzierte Magnetisierung
Anh. 3.1.2 (1)

Inerte Munition
Anh. 1.2.1

Informationsbeschaffung
Anh. 2.2.1 (1)

Initiale Archivaliendatenbankabfrage
Anh. 2.2.2 (3.2)

Innere Orientierung (bei Luftbildern)
Anh. 7.2.2

Intelligence and Historical Reports
Anh. 2.1.4.3

Interalliierte Militär-Kontrollkommission (IMKK)
Anh. 2.1.4.4

Interpretation der Messdaten (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (5)

Interpretation magnetischer Anomalien
Anh. 3.1.2 (4.3)

Kalibrierfeld
Anh. 3.2 (5)

Kalibrierkurven
Die Kalibrierkurven ermöglichen die Zuordnung des Messsignals zum Fehler. Zur Aufnahme der Kalibrierkurven werden empirische, analytische und numerische Verfahren herangezogen.
Anh. 9.3.10

Kalibrierung
Anh. 3.1.1 (5.3)

Kampfmittel
Anh. 1.2.1, 3.11 (2.1), 9.1.2 (3.2.1)

Kampfmittelabwehr
Anh. 1.2.1

Kampfmittelbedingte Faktoren
Kap. 4.1 (10)

Kampfmittelbeseitigung
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 1.2.1

Kampfmittelbeseitigungsdienste
Bei Kampfmittelbeseitigungsdiensten der Länder handelt es sich zumeist um Fachbehörden, die die zuständigen Gefahrenabwehrbehörden unterstützen.
Kap. 3, 3.1 (2), 3.3 (5, 9), 7.4 (22)

Kampfmittelfreiheit
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 4.1 (2)

Kampfmittelräumung
Anh. 1.2.1

Kampfmittelräumung (baubegleitend)
Anh. 4.1 (3.2)

Kampfmittelräumung (visuell)
Anh. 4.1 (3.1)

Kampfmittelräumung Gewässer
Anh. 9.4.13, 9.4.15

Kampfmittelräumverfahren Land
Anh. 4.1 (3)

Kampfmittelübergabebescheinigung
Anh. 9.4.10 (5)

Kampfmittelverdächtige Fläche
Kap. 5.1 (2), Anh. 2.4.4

Kampfmittelverordnung
Kap. 3.1 (3)

Kampfstoffmunition
Anh. 1.2.1

Kennzeichnung von KM im Gelände
Anh. 5 (Anlage 9)

Kernpräzessionsmagnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Kernquadrupol-Resonanz (NQR)
Anh. 3.1.5 (2)

Kontrollpunktmessungen
Anh. 3.1.1 (5.1)

Kostenstruktur
Anh. 9.4.9 (11)

Kostenwirkungsfaktoren
Kap. 4.1 (8), Anh. 9.1.2, 2.1.2

Kriegswaffenkontrollgesetz (KrWaffG)
Kap. 3.3 (6)

Lagerung von Munition
Anh. 1.2.1

Leistungsbild Räumkonzept (ES-Bau)
Anh. 7.2.7 (1), Word-Dokument

Leistungsbild Raumplanung (EW-Bau)
Anh. 7.2.7 (2), Word-Dokument

LISA®
Liegenschaftsinformationssystem Außenanlagen
Kap. 8 (4), Anh. 6.3

Luftbildauswertung
Anh. 2.1.3

Luftbildarchive
Anh. 2.1.3

Luftbildstereoauswertung
Anh. 2.3.2

Magnetisches Messverfahren
Anh. 3.1.1 (2.2.1, 5.1) 3.1.2

Magnetometer
Anh. 3.1.2 (2, 4.4)

Manövermunition
Anh. 1.2.1

Manuelle Räumung
Kap. 4.3 (9)

Maschinelle Räumung
Kap. 4.3 (9)

Materialabhängige Sensoren
Anh. 3.1.5 (2)

Mechanische Messgeräte
Anh. 9.1.8

Messergebnisse (Georadar)
Anh. 3.1.4 (5)

Messergebnisse (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (4)

Messgeräte (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (3)

Messgeräte (Georadar)
Anh. 3.1.4 (3)

Messparameter (Georadar)
Anh. 3.1.1 (5.3)

Messpunktaufnahme
Anh. 3.2 (4)

Messverfahren (Elektromagnetik)
Anh. 3.1.3 (2.1)

Messwertezuordnung (Magnetik)
Anh. 3.1.2 (4.2)

Metalldetektoren
Anh. 3.1.3

Metallische Einlagerungen
Anh. 3.1.1 (2.2.1)

Methodentest (Geophysik)
Anh. 3.1.1 (3)

Mikrofiches
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).
Anh. 2.2.1 (2)

Militärischer Regelbetrieb
Anh. 2.1.4.5

Mine
Anh. 2.1.4.3

Minensuchgerät
Anh. 3.1.3 (1)

mm-Radar
Anh. 3.1.5 (3)

Monoskopie
Anh. 2.3.3 (2)

Multi-Sensor-Verfahren
Anh. 3.1.6

Multitemporale Auswertung
Anh. 2.1.2

Munition/Munitionsteile
Definitionen, Kap. 2,
Anh. 1.2.1

Munitionsart
Anh. 1.2.1

Munitionsbelastungsgrade (MunBelGrad)
Die Munitionsbelastungsgrade der Bundeswehr kategorisieren kampfmittelbelastete Flächen für die Nutzungsmöglichkeiten im Übungsbetrieb. Daher bedeutet ein MunBelGrad „A“ üblicherweise nicht, dass eine solche Fläche frei von Kampfmitteln ist.
Anh. 1.2.2, 2.5, 6.2, 7.2.6, 9.2.9, 9.3.6

Munitionsfund
Anh. 1.2.1

Munitionssorte
Anh. 1.2.1

Munitionsvernichtung
Anh. 1.2 (3.2)

Munitionsversenkung
Anh. 2.1.4.4

Musterbetriebsanweisungen „Gefahrstoffe“
Anh. 5 (Anlage 10)

Musterbetriebsanweisungen „Maschinen“
Anh. 5 (Anlage 14)

Musterleistungsbeschreibung
Anh. 8.2.1

National Archives and Record Administration (NARA), Washington
Anh. 2.1.4.3

Nebelstoffe
Definitionen, Kap. 2

Noise-Bedingungen
Anh. 3.1.1 (5.1)

NSG (Naturschutzgebiet)
Anh. 5 (3.1)

Nullabgleich
Anh. 3.1.2 (4.2)

Nutzungsbedingungen der Archivaliendatenbank
Anh. 2.2.2 (2)

Nutzungschronik
Anh. 2.1.2

Nutzungsrechte
Anh. 9.1.2 (3.3.2)

Nutzungsumfeld
Anh. 9.1.2 (3.1.1)

Ortholuftbilder(-fotos)
bearbeitete Luftbildfotos
Anh. 2.3.2 (3), 2.3.3 (2)

Orthofoto
Ein Orthofoto (griech. orthós = richtig, gerade, aufrecht) ist eine naturgetreue, verzerrungsfreie und maßstabsgetreue fotografische Abbildung der Erdoberfläche.
Anh. 7.2.2

Örtliche Bauüberwachung
Anh. 4.2 (2.3), 7.2.8

Ortschronisten
Anh. 2.1.3

Parzellenbelastung
Anh. 8.2.2 (4.3.1)

Passive Messgeräte
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.
Anh. 9.4.8 (4)

Passive Sonden
Anh. 9.4.6 (4)

Passives Infrarot
Anh. 3.1.5 (3)

Passives Verfahren
Anh. 3.1.1 (1)

Passives Video
Anh. 3.1.5 (3)

Passpunkte
Sogenannte Ground Control Points (GCPs), deren Koordinaten bekannt sind und die im zu bearbeitenden Luftbild zu erkennen sind.
Anh. 7.2.2

Permeabilität (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (1)

Phasenschema Kampfmittelräumung
Kap. 4

Phosphorbrandbombe
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.
Anh. 2.4.5

Photogrammetrie
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.
Anh. 9.2.1, 9.2.4, 9.2.5

Pioniermunition
Nahkampfmittel, z. B. Granatwerfer
Anh. 2.1.4.3

Planungsleistungen
Kap. 7.2 (8-11)

Positionierungssystem
Anh. 3.1.2 (4.2)

Primärfeld
Anh. 3.1.3 (2.2)

Primärquellen
Anh. 2.1.4.7

Prioritätskontaminanten
Anh. 9.2.9 (11)

Profilmontage
Anh. 3.1.2 (1)

Projektive Transformation
Anh. 2.3.2 (3.2.4)

Projektleitung
Anh. 1.1.2

Projektsteuerung
Anh. 1.1.2, 7.2.9 (2)

Protonenresonanz-Magnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Provenienzprinzip
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.
Kap. 4.1 (3), Anh. 2.1.3

Prüffelder
Kap. 4.3 (10), Anh. 7.2.5

Pufferflüge
Anh. 2.3.3 (3.1)

Pulsinduktionsverfahren
Anh. 3.1.3 (2.1, 2.2, 3, 4.7)

Qualitätskontrolle
Definitionen, Kap. 2, 4.3 (10)

Qualitätssicherung
Definitionen, Kap. 2, Anh. 3.1.1 (5), 3.1.2 – 3.1.5

Quantenmagnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Quasikontinuierliche Aufnahme
Anh. 3.1.2 (4.2), 3.1.4 (1)

Radargramme
Anh. 3.1.4 (5)

Radarwellen
Anh. 3.1.6

Räumabschnitte
Anh. 9.1.10 (3.1.2)

Räumarbeiter
Anh. 9.1.10 (2.1.2)

Räumbegleitende Maßnahmen
Anh. 8.2.2 (5.4.4)

Räumerschwernisse
Anh. 8.2.2 (4.3)

Räumfläche
Anh. 3.2 (7), 7.2.6

Räumflächenauswahl
Anh. 7.2.5 (1, 4.3), 7.2.6 (3.3)

Räumgebiet
Anh. 9.1.10 (3)

Räumhelfer
Anh. 9.1.10 (2.1.2)

Räumhindernisse
Anh. 8.2.2 (4.6)

Räumkarte
Anh. 9.4.10 (2)

Räumkonzept
Kap. 4.3 (4-6), 6

Räumpaare
Anh. 9.1.10 (2.2.2)

Räumparzellen
Anh. 9.1.10 (3.1.3)

Räumsektor
Anh. 7.2.7 (2), Word-Dokument

Räumstelle
Anh. 9.1.10 (3.1.1)

Räumstellenaushang SiGe-Plan
Anh. 5 (Anlage 8)

Räumstellenleiter
Anh. 9.1.10 (2.1.1)

Räumstellenordnung
Anh. 5 (Anlage 16)

Räumwege
Anh. 9.1.10 (3.1.4)

RBBau
Richtlinien für die Durchführung der Bauaufgaben des Bundes
Kap. 3.4 (1), 7.3 (2)

Recherchen
Anh. 2.2.1 (1)

Recherchestrategie
Anh. 2.1.3

Refraktionsseismik
Anh. 3.1.1 (2.2.1, 2.2.3)

Reihenbefliegungen
Anh. 2.3.2 (2)

Remanente Magnetisierung
Anh. 3.1.2 (1, 4.1)

Reproduktionen von Archivalen
Anh. 2.2.2 (3.3)

Rettungskette
Anh. 7.2.7 (2), Word-Dokument

Richtungsabhängigkeit (Heading Effect)
Anh. 3.1.1 (5.1)

RTK-DGPS-System
Anh. 3.1.2 (4.2)

Rüstungsaltstandorte
Anh. 2.1.4.6

Saturationskern-Magnetometer
Anh. 3.1.2 (2)

Saugbagger
Anh. 4.1 (4.2.1)

SAV-Bilder
Anh. 2.2.1 (2)

Scanparameter
Anh. 2.3.1 (5.1)

Schanzen
Anh. 1.2.2 (2.1)

Scheinwiderstand (Impedanz)
Anh. 3.1.3 (2.2)

Schießsicherheitsoffizier
Offizier mit Fachkunde Munition (ZDv 34/210, „Allgemeine Schutz- und Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Munition“) und abgeschlossener Ausbildung Schießsicherheit.
Anh. 1.2.2 (1)

Schnelle-Neutronen-Aktivierung
Anh. 3.1.5 (2)

Schräg- und Senkrechtaufnahmen
Anh. 2.1.3

Schutzgebiete
Anh. 9.1.2 (3.3.3)

Schwarz-Weiß-Anlagen
Anh. 8.2.2 (5.2.3)

Sedimenteingreifend
Anh. 9.4.13

Sekundäre Kampfmittelbelastung
Anh. 2.1.2

Sekundärfeld
Anh. 3.1.3 (2.2)

Sekundärquellen
Anh. 2.1.2, 2.1.3

Selbstkostenerstattungsvertrag
Kap. 7.3 (18), 7.4 (5)

Sensorik
Anh. 3.1.1 (2.1)

Separation
Anh. 9.4.14

Separieranlage
Separieranlagen bestehen in der Regel aus Siebanlagen in Verbindung mit Metallabscheidern, z. B. Magnetabscheider oder Wirbelstromabscheider sowie Schutzeinrichtungen. Ihr Einsatz ist nur dann wirtschaftlich, wenn große Mengen an Kampfmitteln aus Sprengtrichterbereichen mit hoher Splitterdichte aus dem Boden herausgetrennt werden müssen.
Kap. 4.3 (9)

Siebanlage
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.
Kap. 4.3 (9)

SiGeKo – Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator
Anh. 5 (2.1)

Sinus- und Dämpfungsverfahren
Anh. 3.1.3 (2.1, 2.2)

Sonar
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.
Anh. 3.1.4 (1)

Sondenarray
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.
Anh. 4.1 (4.1.1)

Sonderschießplätze
Anh. 2.1.4.5

Sondierungsbohrungen
Anh. 3.1.1 (2.2.3)

Spektrallinien
Anh. 3.1.2 (2)

Splitter (Munition)
Anh. 1.2.1

Splitterbombe
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.
Anh. 3.1.3 (7)

Sprengen
Anh. 1.2.1

Sprengstoffgesetz (SprenG)
Kap. 3.3 (2-5)

Sprengtrichter
Anh. 2.4.4

Sprengung
Definitionen, Kap. 2

Staatspraxis
Kap. 3.2 (2)

Stabbrandbomben
Anh. 2.1.4.1

Standortchronik
Anh. 2.1.2

Standortfaktoren
Kap. 4.1 (11)

Standortübungsplätze
Anh. 2.1.4.5

Statische Flächenrepräsentanz
Anh. 9.4.2 (3.2)

Statisches Suchprinzip
Anh. 3.1.3 (2.2)

Stellungssysteme
Anh. 2.1.4.3

Stelzenbagger
Anh. 4.1 (4.2.1)

Stereoskopisch
Anh. 2.2.1 (2)

Stereoskopische Paare
Anh. 2.1.3

Störkörper, -signale, -quellen
Anh. 3.1, 9.1.2 (3.1.6)

Störkörperdichte
Anh. 4.1 (3.4.2)

Störkörpermodellierung
Anh. 3.1.2 (4.3)

Streukörper
Anh. 3.1.1 (5.3)

Stromschild
Anh. 9.4.13 (2)

Strukturfaktor N
Anh. 3.1.2 (4.3)

Stundenlohnvertrag
Kap. 7.4 (10)

Submunition
Anh. 1.2.1

Suszeptibilität (magnetisch)
Anh. 3.1.2 (1)

Tabunbomben
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.
Anh. 2.1.4.7

Taucharbeiten
Anh. 9.1.10 (2.2.3)

Technische Erkundung
Anh. 1.1.1

Testfeldauswahl
Anh. 7.2.6 (3.3), 7.2.5 (4.3)

Testfelder
Kap. 4.2 (4), Anh. 3.2, 7.2.5 (1, 4)

Testfeldräumung
Kap. 4.2 (7, 8), 7.2.5 (4.3)

Testflächen
Anh. 3.1.1 (3)

Testmessungen (geophysikalisch)
Anh. 3.1.1 (3)

The National Archive London (TNA)
Anh. 2.1.4.3

Thermische-Neutron-Aktivierung (TNA)
Anh. 3.1.5 (2)

Tie Points
Die Verbindung zwischen den Bildern eines Blockes wird über sogenannte Verknüpfungspunkte hergestellt. Dies sind Punkte, die in benachbarten überlappenden Bildern gleichermaßen vorkommen.
Anh. 7.2.2

Tiling
Anh. 2.3.1 (4.4)

Totalfeldanomalie
Anh. 3.1.2 (4.3)

Totalfeldmagnetometer
Messungen der absoluten Werte des örtlichen Erdmagnetfeldes
Anh. 9.3.8

Totalintensität
Anh. 3.1.2 (2)

Totenruhe
Anh. 9.1.2 (3.3.5)

Toxizität
Anh. 2.1.4.7

Trainingsmunition
Anh. 1.2.1

Transformatorenkern
Anh. 3.1.3 (6)

Transientes Signal
Anh. 3.1.3 (2.2)

Transport
Definitionen, Kap. 2, Anh. 1.2.1

Transportfähigkeit
Definitionen, Kap. 2

Transportsicherheit von Munition
Anh. 1.2.1

Trinitrotoluol (TNT)
TNT ist noch heute der wichtigste militärische Sprengstoff und hat eine Detonationsgeschwindigkeit von 6.900 m/s. Die Sprengkraft von TNT ist zum Maßstab zur Stärke von Bomben und anderen Sprengkörpern geworden (s. TNT-Äquivalent).
Anh. 3.1.5 (2)

Truppenübungsplätze
Anh. 2.1.4.5

Übergabe
Definitionen, Kap. 2

Übungsmunition
Anh. 1.2.1

Umgang mit Munition
Anh. 1.2.1

Unbrauchbare Munition
Anh. 1.2.1

Unfallverhütungsvorschriften (UVV)
Kap. 3.3 (10)

Ungefährlichmachung von Munition
Wiederherstellen der Handhabungs- und Transportsicherheit
Anh. 1.2.1

Unterweisungshilfe/ Unterweisungsnachweis KMR
Anh. 5 (Anlage 4)

USAAF
Untited States Army Air Forces
Anh. 2.1.2

Unterschwellenvergabeordnung (UvgO)
Kap. 7.1 (3)

UW-Liste
Anh. 9.1.3 (4)

Variable Flächenrepräsentanz
Anh. 9.4.2 (3.2)

Varianz
Die Varianz ist in der Statistik ein Streuungsmaß, d. h. ein Maß für die Abweichung einer Zufallsvariable X von ihrem Erwartungswert.
Anh. 3.2 (4)

Variationsfeld
Anh. 3.1.2 (1)

Verantwortliche Person
Definitionen, Kap. 2

Verdingungsunterlagen
Historischer Begriff für Vergabe- und Vertragsunterlagen

Verfahrensoptimierung Geophysik
Anh. 3.1.1 (3)

Vergabehandbuch (VHB)
Anh. 1.1.2, 8.1.1, 8.2.1

Vergabeverfahren
Kap. 7.3 (1-2), 7.4 (1-5)

Verhalten bei Unfällen/ Alarmplan Brand
Anh. 5 (Anlage 12)

Vernichten von Munition
Anh. 1.2.1

Vernichtung der KM
Kap. 4.3 (8), 7.2 (7)

Versager
Anh. 1.2.1

Versicherung
Anh. 8.2.1 (7)

Versuchsbetrieb
Anh. 2.1.4.5

Vertikal-Gradiometer-Messung
Die Messsysteme der Gradiometer messen mit 2 Sonden in Abständen unter 1 m, um z. B. feine vertikale Änderungen des Erdmagnetfeldes zu erfassen.
Anh. 9.3.8

Vertikalintensität
Anh. 3.1.2 (2)

Verträglichkeitsgruppe
Anh. 1.2.1

Verursachungsszenarien
Anh. 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4.1

Vervielfältigung von Archivalien
Anh. 2.2.3

Verwenden von Munition
Anh. 1.2.1

Verwerten von Munition
Anh. 1.2.1

VgV (Vergabeverordnung)
Kap. 7.1

VHB (Vergabehandbücher)
Kap. 7.1 (6)

VOB/A (Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen)
Kap. 7.1, 7.4

VOL (Vergabe- und Vertragsordnung für Leistungen)
Kap. 7.1, 7.3, 7.4

Vollpasspunkte
Anh. 2.3.2 (3.2.3)

Volumenräumung
Anh. 9.4.7, 9.4.14, 4.1 (3.5)

Vorbehaltsgebiete
Anh. 9.1.2 (3.3.3)

Vorplanung
Kap. 6.2 (2-4)

Vorranggebiete
Anh. 9.1.2 (3.3.3)

Wartezeit (Munition)
Anh. 1.2.1

Weitergabe von Archivalien
Anh. 2.2.3

Wirbelstrom
Anh. 3.1.3 (2.1, 2.2)

Wurfstücke
Anh. 1.2.1

Zeeman-Effekt
Anh. 3.1.2 (2)

Zeitzeugen
Anh. 2.1.3

Zentralperspektive
Anh. 2.3.2 (2.2)

Zerlegen von Munition
Anh. 1.2.1

Zitierhinweise für Archivalien
Anh. 2.2.3

ZTV – Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen
Kap. 7.2 (9)

Zustandsbeurteilung von Munition
Anh. 1.2.1

Zweifrequenzverfahren
Anh. 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. (1977): Das Bundesarchiv und seine Bestände (Teil 1/4); Boppard am Rhein.

K.G SAUR VERLAG München [Hrsg.] (1992): International Directory of Archives; München, London, New York, Paris.

THIEME, J. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsaltlastenverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland (Band 5: Findmittelverzeichnis Bundesarchive); Berlin.

THIEME, J. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsaltlastenverdachtsstandorten 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); Königsbronn.

BIRKEN, A.; GERLACH, H.-H. (2005): Atlas und Lexikon zum Ersten Weltkrieg (Band II: Grafiken und Sachlexikon); Königsbronn.

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 (1946): "Overall Report"; Washington.

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); Osnabrück.

Munition und Militärchemie

Bayerisches Staatsministerium des Inneren (2006): Merkblatt über Fundmunition; München.

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, Rüstungsaltlasten); Bissendorf.

Luftbildauswertung und Geophysik

CEN (European Committee for Standardization) (2008): Humanitarian Mine Action – Test and Evaluation – Part 2: Soil characterization for metal detector and ground penetrating radar performance, Workshop Agreement (CWA) 14747-2, unter: **www.gichd.org/fileadmin/pdf/LIMA/CWA_soil_characterization.pdf**

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; Berlin; Heidelberg.

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.

Literaturverzeichnis zu Anhang 3.1.2

ALTSHULER, T.W. (1996): Shape and orientation effects on magnetic signature prediction for unexploded ordnance; Proc. UXO Forum: 282–291.

BREINER, S. (1973): Applications manual for portable magnetometers; GeoMetrics, 58 pp.

NEUBAUER, W. (1990): Geophysikalische Prospektion in der Archäologie; Mitteilungen der anthropologischen Gesellschaft in Wien, 120: 1-60.

WEGENER, H. & FLEISCHMANN, R. (1954): Ortung tiefliegender Bombenblindgänger; Zeitschrift für angewandte Physik, 6/3: 120 – 127.

YAGHOOBIAN, A., BOUSTEAD, G.A & DOBUSH, T.M (1992): Object delineation using Euler's Homogeneity Equation; Proceedings of SAGEEP '92, San Diego, California.

Vergabe

DIN e. V. (Hrsg.) (2016): Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB); Berlin.

Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) vom 10. Juli 2013 (BGBl. 2013 I S. 2276).

ZUCH, M. (2002): Vertrags- und Honorarrecht für Architekten und Ingenieure leichtgemacht (Leitfaden); München; Berlin.

A-10.3 Bildnachweise

Rechteinhaber	Abb.-Nr.	Beschreibung, ggf. als Kurztext
NLBL	Titelbild	„Bombe am Haken“
Vallon GmbH, Arbachtalstraße 10, 72800 Eningen	A-3.1-4	Eisendetektor EL 1303
	A-3.1-29	Großschleife VMX2
Institut Dr. Foerster GmbH & Co. KG, In Laisen 70, 72766 Reutlingen	A-3.1-23	Minensuchgerät MINEX
Wolfgang Neumann, Dresdner Sprengschule GmbH, Heidenschanze 6 – 8, 01189 Dresden	A-3.1-6	FEREX 4.032 DLG mit GPS
	A-3.1-7	Tragbares 3-Kanal-Aufnahmegerät
	A-3.1-8	8-Kanal-Aufnahmegerät von Sensys
	A-3.1-9	8-Kanal-Aufnahmegerät von Foerster
	A-3.1-28	Großschleife UPEX 740 der Fa. Ebinger
	A-3.1-30	Fahrzeuggestützter Metalldetektor VAMIDS
	A-3.1-31	Metalldetektor MIMED
Dr. Heinrich Krummel, geoFact GmbH, Reichsstraße 19b, 53125 Bonn	A-3.1-20	Geborgene Fliegerbombe (100 lb)
	A-3.1-32	Metalldetektoren EM 61 und EM 61-HH-MK2 der Fa. Geonics (2 Fotos)
	A-3.1-34	Untersuchungsgelände, Bereich des ehem. Munitionsbunkers
	A-3.1-36	Markierung einer Verdachtsstelle im Gelände, geborgenes Fundobjekt (SD 1) (2 Fotos)
National Archives and Records Administration (NARA), 700 Pennsylvania Avenue, NW Washington, DC 20408-0001, USA – Record Group (RG) 373	A-2.1-4	Qualitätsunterschiede Luftbildreproduktion
NARA, RG 18	A-2.1-5	Treffergenauigkeit Luftangriffe (Strike-Foto)
	A-2.1-6	Treffergenauigkeit Luftangriffe (nach dem Angriff)
	A-2.1-7	Treffergenauigkeit Luftangriffe (Schrägluftbild)
NARA, RG 373	A-2.1-8	Beispiel für ein stark bombardiertes Gebiet, im Luftbild nur eingeschränkt sichtbar

A-10.4 Adressenliste

Arbeitskreis Arbeitshilfen Kampfmittelräumung (AK AH KMR)

	Name	Dienststelle, Referat
Auftraggeber/ Beauftragte	Becker, Markus	BMVg, IUD I 4
	Cremer, Frank	BMI, BW I 5
	Dr. Fischer, Bernhard	BBSR im BBR, II 6
Mitglieder	Beier, Claudia	Wasserstraßen-Neubauamt Aschaffenburg, Sachbereich 3
	Bernhardt, Andreas	BImA, Zentrale Sparte Bundesforst
	Brakemeier, Ulrich (Leitung AK)	NLBL, BL 15
	Langer, Susanne	NLBL, BL 15
	Liebsch, Heike	BImA, Kontaminationsmanagement ZEPM 4
	Mollitor, Robert	Landesamt für zentrale Aufgaben und Technik der Polizei, Brand- und Katastrophenschutz (LPBK) – Munitionsbergungs-dienst
	Mosel, Klaus-Ulrich	BImA, Kontaminationsmanagement ZEPM 4
	Schad, Bastian	Kommando Territoriale Aufgaben Bundeswehr, Abt. Munitionstechnische Sicherheit / Schießsicherheit, Dez. 2 Julius-Leber-Kaserne
	Schönauer, Gerlinde	Ministerium der Finanzen, Referat 56 – Baumaßnahmen der Bundeswehr
Gäste	Geisler, Sven	BImA, Kontaminationsmanagement ZEPM 4
	Heine, Karsten	NLBL, Leitung BL 15
	Jürgens, Martin	BImA, Kontaminationsmanagement Leitung ZEPM 4
	Kroll, Stefan	NLBL, BL 15
	Muckel, Mathias	Beratender Ingenieur
	Dr. Preetz, Holger	NLBL, BL 15
	Vahldiek, Achim	NLBL, BL 15
	Zintz, Hans-Olaf	NLBL, BL 15

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat (BMI)
Referat BW I 5 · 10557 Berlin
E-Mail: bwi5[at]bmi.bund.de · Internet: www.bmi.bund.de

Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)
Referat IUD I 4 · 53123 Bonn
E-Mail: bmvgiudi4[at]bmvg.bund.de · Internet: www.bmvg.de

Mitwirkung
Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA)
Kontaminationsmanagement ZEPM 4
Fasanenstr. 87 · 10623 Berlin
E-Mail: ZFP-Kontamination-Zentrale[at]bundesimmobilien.de · Internet: www.bundesimmobilien.de

Text
Arbeitskreis Arbeitshilfen Kampfmittelräumung (AK AH KMR)

Redaktion
Niedersächsisches Landesamt für Bau und Liegenschaften (NLBL)
Leitstelle des Bundes für Kampfmittelräumung
Waterloostraße 4 · 30169 Hannover
E-Mail: lsb[at]nlbl.niedersachsen.de · Internet: www.leitstelle-des-bundes.de

Gestaltung
Ingenieurbüro Dr.-Ing. Christian Niestroj
Dipl.-Geogr. Christoph Kolloge
Geibelstraße 63 · 30173 Hannover

Bildnachweise
Die Nutzungsrechte der nicht gesondert gekennzeichneten Bilder liegen beim Niedersächsischen Landesamt für Bau und Liegenschaften.

Stand
September 2018

Aktuelle Informationen
www.bfr-kmr.de

www.bfr-kmr.de