

Untersuchung der Rüstungsaltlastverdachtsstandorte
in Bayern

Vertiefte historische Erkundung der Einzelstandorte

Arbeitshilfe

Orientierende und Detailuntersuchung von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten



Erstellt durch

IABG

Bereich Umwelt- und Managementsysteme

Einsteinstr. 20

85521 Ottobrunn

in Zusammenarbeit mit

dem **Bayerisches Staatsministerium des Innern**

dem **Bayerischen Landesamt für Umweltschutz**

dem **Bayerischen Landesamt für Wasserwirtschaft**

der **Tiefbau-Berufsgenossenschaft**

im Auftrag des

Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen

Fragen, Probleme, Anregungen ?



1. Landesarbeitsgruppe Rüstungsallasten

Ansprechpartner bei den Regierungen				
Regierungsbezirk	Sachgebiet	Name	Telefon	Telefax
Oberbayern	821 850	Hr. RR Haag Hr. BD Dr. Ottmann	089-2176 -2745 -2669	-2858 -2930
Niederbayern	840 850	Hr. RR Dr. Hofmann Hr. RD Dr. Seitz	0871-808 -1847 -1443	-851847 -1859
Oberpfalz	840 821	Fr. RRin Pfleger Hr. ORR Dr. Gerber	0941-5680-813 -844	-174 -174
Oberfranken	840	Hr. RR z.A. Schenk	0921-604 -1668	-1289
Mittelfranken	850 225	Hr. BD Karl Hr. RD Vogel	0981-53 -780 -247	-231 -231
Unterfranken	820 820	Fr. OARin Lang Hr. ORR Dietz	0931-380 -1286 -1287	-2286 -2286
Schwaben	825 840	Fr. RR z.A. Hörger Hr. ORR Dr. Hohenester	0821-327 -2202 -2383	-2284 -2284

Stand 12.01.99

2. Hotline



Bereich Umwelt- und Managementsysteme

Dr. J. Schäfer

Einsteinstr. 20

85521 Ottobrunn

Tel.: 089/60882399

Fax.: 089/60882355

E-mail: jschaefer@iabg.de

Internet: www.iabg.de

Inhalt

1	EINLEITUNG	9
1.1	Ausgangssituation	9
1.2	Ziel und Inhalt der Arbeitshilfe	10
1.3	Anwendung der Arbeitshilfe.....	11
2	RECHTLICHE UND FINANZIELLE ASPEKTE	15
2.1	Grundsätzliches.....	15
2.2	Rechtliche Aspekte.....	15
2.3	Finanzielle Aspekte	17
3	ARBEITSSCHUTZ	19
3.1	Besonderheiten auf Rüstungsalzlastverdachtsstandorten	19
3.1.1	Gefährdungen auf Rüstungsalzlastverdachtsstandorten	19
3.1.2	Gesetzliche Grundlagen	23
3.2	Umsetzung der staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften .	28
3.2.1	Arbeits und Sicherheitsplan	28
3.2.2	Notwendige Schutzmaßnahmen	32
3.2.3	Betriebsanweisung	39
3.2.4	Überwachung der Umgebungsluft und Arbeitssicherheit	40
4	KAMPFMITTELPROBLEMATIK AUF RÜSTUNGALZLASTVERDACHTSSTANDORTEN	42
4.1	Kampfmittelverdacht - Situation auf dem Standort	43
4.1.1	Ursachen potentieller Kampfmittelbelastungen.....	43
4.1.2	Arbeiten zur Verifizierung potentieller Kampfmittelbelastungen	44
4.2	Einfluss von Kampfmittelfunden auf die Untersuchungsplanung	45

4.3	Durchführung technischer Erkundungen auf potentiell kampfmittel-belasteten Flächen	45
4.3.1	Vorbereitungsarbeiten	45
4.3.2	Planung der Untersuchungsarbeiten	46
4.3.3	Durchführung der Untersuchungen	48
5	ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG	50
5.1	Aufgaben und Ziele	50
5.2	Zuständigkeit.....	50
5.3	Organisatorische Vorarbeiten.....	51
5.4	Untersuchungsprogramm.....	52
5.4.1	Sichtung und Auswertung der vorliegenden Unterlagen	52
5.4.2	Festlegung der Untersuchungsparameter und Analyseverfahren.....	52
5.4.3	Beprobungsprogramm für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze	54
5.4.4	Beprobungsprogramm für den Wirkungspfad Boden-Gewässer	56
5.4.5	Ergänzende Untersuchungen.....	57
5.5	Bewertung der Ergebnisse	59
5.5.1	Aufbereitung und Auswertung der Daten	59
5.5.2	Bewertung	60
5.5.3	Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise	61
5.5.4	Dokumentation	61
6	DETAILUNTERSUCHUNG	62
6.1	Aufgaben und Ziele	62
6.2	Zuständigkeit.....	62
6.3	Organisatorische Vorarbeiten.....	63
6.4	Untersuchungsprogramm.....	63

6.4.1	Beprobungsprogramm für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze	64
6.4.2	Beprobungsprogramm für den Wirkungspfad Boden-Gewässer	66
6.4.3	Ergänzende Probennahmen.....	68
6.5	Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse	69
6.5.1	Aufbereitung und Auswertung der Daten	69
6.5.2	Beurteilung und Bewertung	69
6.5.3	Dokumentation	70
7	ANFORDERUNGEN AN SACHVERSTÄNDIGE UND UNTERSUCHUNGSSTELLEN.....	71
7.1	Anforderungen an Sachverständige	71
7.2	Anforderungen an Untersuchungsstellen	72
8	BESONDERHEITEN BEI DER AUSSCHREIBUNG UND ERLÄUTERUNGEN ZUM WEITEREN VORGEHEN.....	73
8.1	Arbeitsschutz.....	73
8.1.1	Arbeits- und Sicherheitsplan.....	73
8.1.2	Betriebsanweisung	74
8.1.3	Dokumentation der Arbeitsschutzmaßnahmen	75
8.1.4	Entmunitionierung.....	76
8.2	Auswertung der Standortunterlagen und Untersuchungsplanung.....	76
8.3	Probennahme, Transport	76
8.3.1	Geländeaufnahme und Dokumentation.....	76
8.3.2	Aufschlussarbeiten und Probennahme	77
8.3.3	Probenauswahl.....	82
8.3.4	Vor-Ort-Analytik.....	83
8.3.5	Probenkonservierung	83
8.3.6	Probentransport.....	84

8.3.7	Entsorgung von nicht benötigtem Probenmaterial	85
8.3.8	Qualitätssicherung und Dokumentation	86
8.4	Analytik	87
8.4.1	Lagern der Proben im Labor.....	87
8.4.2	Probenaufbereitung	87
8.4.3	Analytische Untersuchungen.....	90
8.4.4	Probenentsorgung im Labor	91
8.4.5	Qualitätssicherung und Dokumentation	92
8.5	Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse.....	93
8.5.1	Gefährdungsabschätzung	93

Anlagen

- Anlage 1:** Abkürzungsverzeichnis
- Anlage 2:** Analysenverfahren sprengstoff- und kampfstofftypischer Verbindungen und wichtiger Schadstoffgruppen
- Anlage 3:** Vorläufige Prüfwerte sprengstofftypischer Verbindungen
- Anlage 4:** Leistungsverzeichnis für orientierende und Detailuntersuchungen mit Vorgaben zur Qualitätssicherung
- Anlage 5:** Adressen
- Anlage 6:** Gliederungsmuster und Formulare für Sicherheit und Gesundheitsschutz
- Anlage 7:**
- Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG (Fassung vom 15.12.1999, Beschluss der LABO vom Januar 2000)
 - Bereichsspezifische Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten - Fachmodul Boden und Altlasten (Fassung vom 12.09.2000, Beschluss der LABO vom 11./12.09.2000)
- Anlage 8:** Festlegungen des Bayerischen Staatsministeriums des Innern zur Beseitigung aufgefundener Kampfmittel
- Anlage 9:** Liste der Kriegswaffen
- Anlage 10:** Literatur
- Anlage 11:** Glossar

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation

1992 wurde im Auftrag des Umweltbundesamtes (UBA) eine „Bestandsaufnahme von **Rüstungsalblastverdachtsstandorten** in der Bundesrepublik Deutschland durchgeführt. Dabei wurden 453 Standorte auf dem Gebiet des Freistaates Bayern ermittelt.

Durch die qualitativ und quantitativ sehr unterschiedlichen Informationsquellen wurden nur etwa 80 % aller Rüstungsalblastverdachtsstandorte erfasst. Für eine umfassendere Beurteilung der Standorte war es jedoch notwendig die Datenerhebung sowohl in Bezug auf die Daten zu den einzelnen Standorten als auch die Bestandsaufnahme der Standorte zu ergänzen.

Das Bayerische Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) beauftragte daher 1994 die IABG, eine Bestandsaufnahme aller Rüstungsalblastverdachtsstandorte in Bayern durchzuführen. Im Jahr 1996 legte die IABG den, auch an die zuständigen Kreisverwaltungsbehörden verteilten, Abschlussbericht "Untersuchung der Rüstungsalblastverdachtsstandorte in Bayern, Teilprojekt Ia: Bestandsaufnahme und Prioritätensetzung" vor.

Insgesamt wurden für den Freistaat Bayern 687 Verdachtsstandorte recherchiert. Im Verlauf der Bearbeitung wurden 305 Standorte als nicht relevant klassifiziert. Weitere 10 Standorte konnten auf Grund der Quellenlage bisher nicht lokalisiert werden. 372 Rüstungsalblastverdachtsstandorte erwiesen sich als altlastenrelevant.

Die Bewertung dieser Standorte ergab folgendes Ergebnis:

- für 74 Standorte besteht kein Gefährdungspotential
- die verbleibenden 298 Standorte wurden in fünf Bearbeitungsprioritäten eingestuft.

Dabei ist zu beachten, dass die Prioritäten keinen Schluss auf tatsächlich vorhandene Gefahren zulassen, sondern lediglich eine zeitliche Reihung für die weitere Bearbeitung der Standorte vorgeben.

Im Teilprojekt Ib (Vertiefte historische Erkundung der Einzelstandorte) sollten anfänglich 123 Standorte, davon 70 Standorte mit der Priorität A1 und 53 Standorte mit der Priorität A2 weitergehend bearbeitet werden. Standorte, für die die **historische Erkundung** be-

reits abgeschlossen war sowie großflächige Liegenschaften der Bundeswehr wurden nicht berücksichtigt.

Im Zuge der vertieften historischen Erkundung der 123 Standorte im Teilprojekt Ib zeigte sich, dass eine „Nacherhebung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten“ notwendig wurde.

Gründe hierfür waren:

- Mitteilungen / Hinweise der Kreisverwaltungsbehörden
- Mitteilungen / Hinweise der Regierungen
- Erkenntnisse aus den Archivrecherchen

Es wurden insgesamt 37 Standorte bekannt, die

- neu in die Untersuchung aufgenommen wurden
- auf Grund neuer Erkenntnisse nochmals priorisiert werden sollten oder
- erstmals lokalisiert werden konnten.

Die nacherhobenen Standorte wurden lokalisiert und es wurden ihnen Prioritäten zugeordnet. Die Standorte wurden analog dem Vorgehen im Teilprojekt 1a „Bestandsaufnahme und Prioritätensetzung“ bearbeitet. Nachfolgend sollen dann die mit den Prioritäten A1 und A2 bewerteten Standorte analog dem Vorgehen im Teilprojekt 1b einer vertieften historischen Recherche“ unterzogen werden.

Unter Einbeziehung der Standorte der „Nacherhebung“ sind derzeit (Stand (03/2000) in Bayern 372 Rüstungsalblastverdachtsstandorte bekannt. Für 74 Standorte konnte basierend auf der Kenntnis der Standortnutzung ein Gefährdungspotential ausgeschlossen werden. Die letztendlich relevanten Standorte verteilen sich wie folgt auf die Bearbeitungsprioritäten:

- 98 Standorte in Priorität A1 (kurzfristiger Handlungsbedarf)
- 79 Standorte in Priorität A2 (kurzfristiger Handlungsbedarf)
- 106 Standorte in Priorität B (mittelfristiger Handlungsbedarf)
- 15 Standorte in Priorität C1 (langfristiger Handlungsbedarf)
- Standort in Priorität C2 (langfristiger Handlungsbedarf)

1.2 Ziel und Inhalt der Arbeitshilfe

Die Arbeitshilfe beschreibt die Vorgehensweise bei der orientierenden und Detailuntersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten und erläutert die Besonderheiten bei der Bearbeitung und Vergabe von Leistungen. Dadurch soll die Arbeit der beteiligten Behörden

erleichtert werden. Die Arbeitshilfe kann jedoch nicht den gutachterlichen Sachverstand ersetzen. Die Arbeitshilfe ist in einen Textteil und einen Anlagenteil gegliedert.

Im Textteil werden Erläuterungen und Hinweise zu den wichtigsten Themenbereichen gegeben, die im Rahmen der Untersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten relevant sind.

Hierzu gehören die Erstellung eines Beprobungs- und Untersuchungsprogramms sowie die Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse (**Kapitel 5** und **6**). Darüber hinaus werden Informationen zum Arbeitsschutz (**Kapitel 3**), zur **Kampfmittel**problematik (**Kapitel 4**), zur rechtlichen Situation und zur Finanzierung (**Kapitel 2**) gegeben. Besonderheiten, die bei der Ausschreibung in Bezug auf Arbeitsschutz, Probenahme, Transport und Analytik zu beachten sind, werden ebenfalls näher erläutert (**Kapitel 8**).

Im Anlagenteil befinden sich zusätzliche Informationen und Begriffsdefinitionen, die die orientierende und Detailuntersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorte erleichtern sollen.

1.3 Anwendung der Arbeitshilfe

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen stellt in seinem Sondergutachten **Altlasten** II fest, "dass militärchemische¹ Stoffe durch ihre Besonderheiten ein überproportional hohes, vielfaches Schädigungspotential aufweisen, was die Bewertung solcher **Altlastverdachtsflächen** und die Sanierung solcher Altlasten deutlich erschwert" (SRU 1995).

Der Sachverständigenrat nennt im Einzelnen:

- Viele eingesetzte, verarbeitete und hergestellte Stoffe sind hoch toxisch, ebenso wie deren Metaboliten. Sie wurden mit dem Ziel der Vernichtung von Leben in großen Mengen produziert.
- Die Produktion und Verarbeitung von Kampf- und **Explosivstoffen** fand unter Kriegsbedingungen mit abwasser- und abfallintensiven Verfahren statt. Hohe Stoffverluste in der Produktion waren ebenso nachrangig wie eine Gefährdung von Mensch und Umwelt.

¹ Der Begriff "militärchemisch" ist synonym zu "rüstungsspezifischen Stoffen".

- Eine Reinigung oder Aufbereitung der hochbelasteten Abwässer fand nur teilweise statt. Sie wurden ungereinigt versickert, in Oberflächengewässer eingeleitet oder über sogenannte Schluckbrunnen in den Untergrund verpresst.
- Abfälle, Produktionsrückstände und Fehlchargen wurden verbrannt oder deponiert.
- Durch singuläre Ereignisse (Störfälle, Explosionen, Kriegszerstörungen usw.) und unsachgemäße Demontage nach Kriegsende kam es zu unkontrollierten, oft weiträumigen Schadstoffverteilungen.
- Nach den Kriegen wurden Produktions- und Verarbeitungsstätten teilweise zur Sammlung, Zerlegung (**Delaborierung**) und Vernichtung von **Munition** genutzt.
- Häufig ist mit Fundmunition zu rechnen.

Bei Rüstungsalblastverdachtsstandorten ist daher grundsätzlich ein erhebliches Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt zu vermuten. Rückstände und Metabolite von Explosivstoffen und chemischen **Kampfstoffen** führten und führen an vielen Standorten zu Boden-, Grund- und Oberflächenwasserverunreinigungen.

Aus diesem Grund sind bei der orientierenden und Detailuntersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten einige zusätzliche Besonderheiten gegenüber herkömmlichen **Altlastverdachtsflächen** zu beachten, die in dieser Arbeitshilfe dargestellt werden.

Auf Grund des besonderen Gefährdungspotentials sind den Anforderungen an die Arbeitssicherheit besondere Bedeutung beizumessen. Ein Überblick über das Gefährdungspotential verschiedener Nutzungstypen sowie eine übersichtliche Darstellung der wichtigsten Gesetze, Vorschriften und Regelwerke sollen dabei die Vorbereitung der Untersuchungsarbeiten erleichtern.

Als Basis zur Planung der Arbeitssicherheit dient der Arbeits- und Sicherheitsplan. Daher werden die inhaltlichen Forderungen beschrieben und die einzelnen Bestandteile näher erläutert. Eine Darstellung der notwendigen Schutzmaßnahmen bei Begehungen und bei Aufschlussarbeiten mit und ohne Großgeräte ergänzt die Informationen zum Arbeits- und Sicherheitsplan.

Einen weiteren wichtigen Bestandteil des Arbeitssicherheitskonzepts stellt die Betriebsanweisung dar. Sie enthält für jede einzelne Tätigkeit und jeden Arbeitsplatz die betreffenden situationsspezifischen Angaben zu Verhaltensregeln, Vorgehensweisen und Schutzmaßnahmen. Auch hierfür werden die einzelnen Inhalte dargestellt.

Die Gliederungsmuster und Formulare für Sicherheit und Gesundheitsschutz für die Vereinheitlichung und Vereinfachung der Arbeiten finden sich im Anlagenband ([Anlage 6](#)).

Die Kampfmittelproblematik auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten ist ein weiteres zentrales Thema bei der orientierenden und Detailuntersuchung. Eine Beschreibung der Ursachen für Kampfmittelbelastungen soll dem Bearbeiter die Einschätzung des Verdachtsstandortes erleichtern. Außerdem werden Möglichkeiten zur Bestätigung des Verdachts auf Kampfmittel aufgezeigt. Die Beschreibung des Einflusses der Kampfmittelfunde auf die Untersuchungsplanung gibt die Möglichkeit etwaige Verzögerungen bei der orientierenden und Detailuntersuchung besser abschätzen zu können. Anforderungen an die Dokumentation und Auswertung der Sondier- und Räumergebnisse werden ebenfalls erläutert. Eine Zusammenstellung aller zu den Kriegswaffen gehörigen Gegenstände, Stoffe und Organismen ist in der [Anlage 9](#) enthalten.

Bei der technischen Untersuchung einer Rüstungsalblastverdachtsfläche wird entsprechend der zeitlichen Abfolge, dem Umfang und der Bearbeitungstiefe zwischen orientierender und Detailuntersuchung differenziert. Auf der Grundlage von Probennahmen und den Ergebnissen der analytischen Untersuchungen der Proben kann am Ende dieser beiden Untersuchungsphasen eine fundierte Entscheidung über das Vorliegen von Altlasten getroffen werden.

Die Arbeitshilfe gibt für die Durchführung der orientierenden und Detailuntersuchung Hinweise zum Auswerten vorliegender Unterlagen sowie zu organisatorischen Vorarbeiten. Zentraler Punkt dieses Themenbereichs ist jedoch die Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms.

Dazu werden folgende Punkte erläutert:

- Vor- und Sonderuntersuchungen
- Festlegung der Beprobungsmedien
- Festlegung der horizontalen und vertikalen Lage der Probennahmepunkte
- Auswahl der Proben für die Analytik
- Festlegung der Untersuchungsparameter

Zu den Vor- und Sonderuntersuchungen zählen hierbei die Durchführung von Schnelltests, der Einsatz von geophysikalischen Untersuchungen sowie die Erkundung von Kanälen und Hohlräumen. Zur Festlegung der horizontalen und vertikalen Lage der Probennahmepunkte werden auch Probennahmeraster und die Problematik der Mischprobenbildung

dargestellt. Die Vorgehensweise zur Festlegung der Untersuchungsparameter schließt die Erläuterungen zur Erarbeitung eines Beprobungs- und Untersuchungsprogramms ab.

Die orientierende und Detailuntersuchung schließt mit der Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse ab. Für die Bewertung von Rüstungsalblastverdachtsflächen werden vorläufige **Prüfwerte** sprengstofftypischer Verbindungen (STV) für den **Wirkungspfad** Boden-Mensch (direkter Kontakt) in **Anlage 3** angegeben. Für den Wirkungspfad Boden-Gewässer sind, da noch keine bundeseinheitlichen Prüfwerte hinsichtlich STV vorliegen, einzelfallbezogene Entscheidungen zu treffen.

Ein Musterleistungsverzeichnis (**Anlage 4**) kann als Grundlage für die Erarbeitung von Ausschreibungsunterlagen Verwendung finden.

Nähere Erläuterungen zu diesem Leistungsverzeichnis sowie Besonderheiten bei der Vergabe werden im Textteil dieser Arbeitshilfe beschrieben. Für die Probennahme und den Transport werden die Anforderungen erläutert und die gängigen Normen und Vorschriften zu folgenden Punkten dargestellt.

- Geländeaufnahme
- Aufschlussarbeiten
- Probennahme
- Probenauswahl und -herstellung
- Vor-Ort-Analytik
- Probenkonservierung
- Probentransport
- Entsorgung von nicht benötigtem Probenmaterial
- Qualitätssicherung und Dokumentation

Bei der analytischen Untersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten ist ein gegenüber herkömmlichen Standorten zusätzliches Stoffspektrum zu erfassen. Daher sind die Besonderheiten bei der Vergabe von Laborleistungen sowie die Analytik sprengstoff- und kampfstofftypischer Verbindungen ein weiteres wichtiges Thema.

Einschlägige Verfahrensweisen und Normen zur Probenlagerung, Probenaufbereitung, Probenentsorgung im Labor sowie die Qualitätssicherung und Dokumentation ergänzen die Informationen zur Ausschreibung von Analytikleistungen.

Im **Kapitel 2** „rechtliche und finanzielle Aspekte“ finden sich Hinweise zu den maßgeblichen Rechtsgrundlagen und zu Fragen der Finanzierung.

2 Rechtliche und finanzielle Aspekte

2.1 Grundsätzliches

Rüstungsalblasten sind **Altlasten**, bei der die Umweltgefährdung von rüstungsspezifischen Stoffen oder Kampfmitteln ausgeht. Eine rechtsverbindliche Definition des Begriffs „Rüstungsalblasten“ existiert bisher nicht. Zur fachlichen Abgrenzung dieses Altlastentyps hat er jedoch in der Praxis der Altlastenbehandlung allgemein Verwendung gefunden. Dabei werden unter Rüstungsalblasten solche **Altstandorte** und **Altablagerungen** verstanden, von denen durch rüstungsspezifische Stoffe eine Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit ausgeht. Als rüstungsspezifisch gelten Stoffe wie Sprengstoffe, chemische Kampf- oder **Reizstoffe**, Brand-, Nebel- und Rauchstoffe, Treib- und **Zündmittel** sowie Zusatzstoffe zur Erreichung taktischer Erfordernisse, aber auch Vor-, Zwischen- und Abfallprodukte der Explosiv- und Kampfstoffherstellung sowie Rückstände aus der Kampfmittelvernichtung und Produkte der natürlichen Stoffumwandlung der genannten Stoffe (Metabolite). Bei Grundstücken, auf denen solche rüstungsspezifischen Stoffe entwickelt, erprobt, hergestellt, verarbeitet, gelagert, abgelagert oder vernichtet wurden, besteht grundsätzlich ein Verdacht auf Rüstungsalblasten.

Von Rüstungsalblasten begrifflich zu unterscheiden sind **militärische Altlasten**, die Altstandorte und Altablagerungen der militärischen Nutzung bezeichnen, von denen eine Gefahr für das Wohl der Allgemeinheit - vergleichbar mit der Gefahrenlage bei herkömmlichen Altlasten - ausgeht.

2.2 Rechtliche Aspekte

Da Rüstungsalblasten rechtlich wie sonstige Altlasten zu behandeln sind, bildet das Bodenschutz- und Altlastenrecht die Rechtsgrundlage. Zentrales Ziel des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) ist es, die vielfältigen Funktionen des Bodens im Naturhaushalt und für die menschliche Nutzung nachhaltig zu sichern oder wiederherzustellen. Das BBodSchG verlangt insbesondere, dass schädliche Bodenveränderungen zu vermeiden und abzuwehren sind.

Materiell ausgefüllt werden die Rechtsbegriffe des BBodSchG durch die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Die wirkungspfad- und nutzungsbezogene Bewertung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten bildet einen Schwerpunkt

in der BBodSchV. Dazu legt sie gemäß § 8 Abs. 1 BBodSchG Prüf- und **Maßnahmenwerte** fest. Soweit die BBodSchV für einen Schadstoff keinen Prüf- und Maßnahmenwert festsetzt, sind Methoden und Maßstäbe für deren Ableitung in einer gesonderten Bekanntmachung des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit veröffentlicht (Bundesanzeiger Nr. 161a vom 28. August 1999).

Liegen schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten bereits vor, löst das Gesetz eine Sanierungspflicht aus. Zur Sanierung nach § 4 Abs. 3 BBodSchG verpflichtet sind der Verursacher einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast, dessen Gesamtrechtsnachfolger, der Grundstückseigentümer sowie der Inhaber der tatsächlichen Gewalt über ein Grundstück. Die Störerauswahl steht dabei im pflichtgemäßen Ermessen der zuständigen Behörde. Die Zuständigkeit der Behörden richten sich nach dem Bayerischen Bodenschutzgesetz (BayBodSchG). Die Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV) konkretisiert einzelne materielle Regelungen des BayBodSchG und regelt das Zusammenwirken der Behörden im Detail.

Auch auf Bundesliegenschaften obliegt die Zuständigkeit den Kreisverwaltungsbehörden. Von der in § 23 BBodSchG enthaltenen Ermächtigung zum Erlass einer Rechtsverordnung zur Übertragung des Vollzugs im Geschäftsbereich des Bundesministeriums der Verteidigung hat die Bundesregierung bislang noch nicht Gebrauch gemacht. Bislang hat der Bund, u.a. durch die Einrichtung einer Leit-OFD in Hannover und den Erlass der „Arbeitshilfen Altlasten“, zum Ausdruck gebracht, dass er auf seinen Liegenschaften die Altlastenerkundung und ggf. -sanierung eigenverantwortlich durchführt.

Einen Sonderfall stellen militärische Bereiche dar, die von ausländischen Gaststreitkräften auf Grund eines völkerrechtlichen Überlassungsverhältnisses genutzt werden. Sie genießen dort eigene Hoheitsrechte gemäß NATO-Truppenstatut und Zusatzabkommen zum NATO-Truppenstatut (ZANTS). Erforderliche Maßnahmen zum Schutz der Umwelt können von deutschen Behörden dort nicht durchgesetzt, sondern nur auf dem Wege der Kooperation erreicht werden. Einzelheiten regeln insbesondere Art. 53 bis Art. 54a des ZANTS, in denen eine unmittelbare und enge Zusammenarbeit zwischen deutschen Behörden und Gaststreitkräften, insbesondere auch auf den Gebieten der öffentlichen Sicherheit und Ordnung und des Umweltschutzes, vorgesehen ist. In „Mischfällen“ (Rüstungsalblast und US-verursachte militärische Altlast) dürfte eine Lösung im Einzelfall ebenfalls nur im Verhandlungsweg erreichbar sein.

2.3 Finanzielle Aspekte

Auch für Rüstungsalblasten finden grundsätzlich die für herkömmliche Altlasten geltenden Regelungen zur Kostentragung und Finanzierung Anwendung. Besonderheiten ergeben sich nur auf Grund der sich überlagernden Kampfmittelproblematik.

Sofern Anhaltspunkte für eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegen, soll die Kreisverwaltungsbehörde nach § 9 Abs. 1 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) zur Ermittlung des Sachverhalts die geeigneten Maßnahmen ergreifen. Hinsichtlich der in diesem Zusammenhang entstandenen Kosten wird auf Nr. 10.1 BayBodSchVwV verwiesen.

Finanzielle Mittel für die Amtsermittlung der Wasserwirtschaftsämter bei der Erkundung altlastverdächtiger Flächen und vergleichbarer schädlicher Bodenveränderungen werden nach Maßgabe der verfügbaren Haushaltsmittel vom Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) bereitgestellt.

Besteht auf Grund konkreter Anhaltspunkte aus der orientierenden Untersuchung ein hinreichender Verdacht auf das Vorliegen einer Altlast, sind von der Kreisverwaltungsbehörde eine Detailuntersuchung und ggf. weitere Maßnahmen im Zusammenhang mit der Altlastensanierung anzuordnen. Die dann anfallenden Untersuchungs- und Sanierungskosten sind entsprechend dem Vorgehen bei herkömmlichen Altlasten vom Verpflichteten aufzubringen.

Der Bund hat bislang stets eine finanzielle Verantwortung für die Erkundung und Sanierung von Rüstungsalblasten abgelehnt. Die ehemaligen Betreibergesellschaften der Rüstungsproduktion wurden nach Kriegsende in der Regel liquidiert, so dass sie keinen Rechtsnachfolger fanden. Inwieweit die Bundesrepublik Deutschland als Rechtsnachfolgerin des Deutschen Reichs und damit als Kostenträger herangezogen werden kann, ist umstritten. Bis zu einer klaren rechtlichen Regelung, z.B. im Rahmen eines eigenen Rüstungsalblastenfinanzierungsgesetzes, kann lediglich der Zustandsstörer, also der Grundstückseigentümer zur Kostenübernahme verpflichtet werden.

Soweit kein Verantwortlicher verpflichtet werden kann, haben Landkreise und kreisfreie Städte die Kosten für Ersatzvornahmen zu tragen. Dafür erhalten sie pauschalierte Mittel aus dem Finanzausgleichsgesetz (FAG), die mit Änderung des FAG zum 01.08.98 durch zusätzliche Finanzzuweisungen noch verstärkt worden sind.

Eine mit bayerischer Zustimmung auf den Weg gebrachte Bundesratsinitiative für ein Rüstungsalblastenfinanzierungsgesetz ist im Februar '98 am Widerstand des Haushalts-

Ausschusses des Bundestags gescheitert. Auch über eine erneute Initiative Bayerns im Rahmen der Umweltminister-Konferenz (1999) wurde mit Hinweis auf die entstehende Neuordnung der Finanzbeziehungen zwischen Bund und Länder nicht abschließend entschieden. Der Bund bleibt damit weiterhin die Übernahme der politischen und finanziellen Verantwortung für Rüstungsalblasten als eine Form der Kriegsfolgelasten schuldig.

3 Arbeitsschutz

3.1 Besonderheiten auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten

Rüstungsalblasten stellen einen Sonderfall der Altlastenproblematik dar, da von ihnen Gefahren ausgehen, die nur zum Teil mit denen herkömmlicher Altlastverdachtsstandorte vergleichbar sind. Auf Grund des speziellen Gefährdungspotentials ergeben sich ergänzende Anforderungen für die Arbeitssicherheit, die über den für herkömmliche Altlasten üblichen Umfang hinausgehen.

Als Ursachen für ein erhöhtes Risiko sind zu nennen:

- Verdacht auf Anwesenheit von Munition, Munitionsteilen sowie detonationsfähigen Explosivstoffen und unabgefüllten chemischen Kampfstoffen auf Grund von unsachgemäßer Entsorgung, Sprengungen und Bombardierungen
- Fehlen von zuverlässigen Lageplänen, Bauunterlagen und Gebäudelisten
- Unübersichtliche Geländebeziehungen mit oft üppiger Vegetation
- Gebäude, Gebäudereste und Anlagen mit unzureichender Standsicherheit infolge Bombardierung, Explosion oder Sprengung
- Nicht oder unzureichend abgedeckte unterirdische bauliche Anlagen (z.B. Brunnen, Kanäle)
- Unzureichendes oder fehlendes Straßen- und Wegenetz
- Leckagen durch Korrosion von Behältnissen (Munitionshüllen, Packgefäße u.ä.) oder anderen metallischen Bauteilen (z.B. Rohrleitungen)
- Vorhandensein von hochtoxischen, kanzerogenen und mutagenen Substanzen (Originalsubstanzen sowie deren Abbau- und Umwandlungsprodukte) in zum Teil großen Mengen und weiträumiger Verbreitung

3.1.1 Gefährdungen auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten

Wichtig ist die Planung der Arbeitssicherheit auf der Basis einer fundierten historischen Erkundung, da Informationen über Produktions- und Handlungsabläufe, Gebäudelisten, Abfallbeseitigung, Abwasserentsorgung, Havarien, Bombardierungen, Explosionen u.ä. wichtige Aussagen über die zu vermutenden Gefahrstoffe und deren räumliche Verteilung liefern.

Je nach Nutzung des Standortes gibt es dabei besondere Gefährdungsschwerpunkte, die sich aus der Infrastruktur und den verwendeten Stoffen ergeben.

3.1.1.1 Komplexe militärische Anlagen (Flugplätze, Technikbereiche)

Auf Flugplätzen und Technikbereichen wurden im Wesentlichen Treib- und Schmierstoffe und andere Betriebsstoffe gehandhabt (s.a. Tanklager). Da alle Flugplätze bei Kriegsende umfangreich bombardiert und die restlichen Anlagen meist im Rahmen der Demilitarisierung noch gesprengt wurden, muss mit zusätzlichen Kontaminationen durch Brände und Leckagen gerechnet werden. Zusätzlich existierten auf Flugplätzen u.a. Munitionslager, Schießstände für das Personal und für die Überprüfung der Bordwaffen sowie Flak-Stellungen. Daher muss von folgenden Gefährdungen ausgegangen werden:

- Explosionsgefahr (Munition, Explosivstoffe, Treibstoffe)
- Brandgefahr (**Brandstoffe** u.ä.)
- Giftgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe, Inhaltsstoffe von Treibstoffen)

3.1.1.2 Ausbildungsanlagen (Truppenübungsplätze, Sprengplätze, Forschungs- und Erprobungsstellen, Bombenabwurfplätze)

Auf Grund der oft jahrzehntelangen Nutzung durch teilweise unterschiedliche Teilstreitkräfte ist von Kontaminationen mit unterschiedlichen Explosivstoffen und anderen chemischen Substanzen auszugehen. Zusätzlich muss mit Bodenbelastungen durch Schwermetalle gerechnet werden. Demzufolge beziehen sich notwendige Schutzmaßnahmen auf folgende Gefährdungen:

- Explosionsgefahr (Munition, Explosivstoffe)
- Brandgefahr (Brandstoffe u.ä.)
- Giftgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe)

3.1.1.3 Depots und Lager (Explosivstofflager, Munitionslager, Tanklager u.ä.)

A) Explosivstofflager und Munitionslager

Auf diesen Standorttypen wurden einsatzfähige Produkte und Gerätschaften gelagert. Aus diesem Grund kann es im Wesentlichen nur zu Kontaminationen durch Explosionen und

Brände im Zusammenhang mit Havarien, Bombardierungen oder Sprengungen gekommen sein. Wesentlichste Gefährdungen sind daher:

- Explosionsgefahr (Munition, Explosivstoffe)
- Giftgefahr (Explosivstoffe)

B) Tanklager

Auf Grund von Handhabungsverlusten, Bombardierungen oder Havarien ist hier von umfangreichen Kontaminationen durch Treib- und Schmierstoffe auszugehen. Mögliche Gefährdungen sind deshalb:

- Explosionsgefahr (untere Explosionsgrenze etwa 1 Vol.% Treibstoff/Luftgemisch)
- Brandgefahr (v.a. wenn Reststoffe in Behältern vorhanden sind)
- Giftgefahr (bestimmte Inhaltsstoffe von Treib- und Schmierstoffen sind kanzerogen)

3.1.1.4 Entsorgungsanlagen (Delaborierungsstellen, Spreng-, Brandplätze, Abfallbeseitigung, Abwasserentsorgung)

A) Delaborierungsstellen, Spreng- und Brandplätze

Auf **Delaborierungsstellen** wurden Kampfmittel zerlegt und ihre Bestandteile auf Spreng- und Brandplätzen vernichtet bzw. zum Teil auch vergraben. Zusätzlich existierten auch zu Übungs- und Erprobungszwecken Sprengplätze.

Bei Vergrabungen ist die Lokalisierung zumeist schwierig. Durch Korrosion können vergrabene Behältnisse beschädigt worden sein und zu Kontaminationen geführt haben.

Auf Spreng- und Brandplätzen sind neben Zersetzungsprodukten auch nicht umgesetzte Sprengstoffe oder unvollständig verbrannte Stoffe zu finden. Hauptgefährdungen sind:

- Explosionsgefahr (noch vorhandene Explosivstoffe)
- Brandgefahr (beim Vorhandensein von Brandstoffen)
- Giftgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe u.ä.)

B) Abfallbeseitigung

Deponien und ungeordnete Ablagerungen wurden auf militärischen Liegenschaften zur Entsorgung von Hausmüll, Sperrmüll, Bauschutt und Schrott angelegt. Darüber hinaus ist aber auch die Ablagerung von Sondermüll aus der Nutzung von Militärtechnik (z.B. Be-

triebsstoffe), Ausrüstungsgegenständen, Munition und Munitionsbestandteilen sowie Resten von Imitations- und Übungsstoffen wahrscheinlich.

Von hoher Umweltrelevanz sind darüber hinaus Ablagerungen, die im Zusammenhang mit Produktionsanlagen der Explosivstoff-, Kampfstoff- und Munitionsherstellung entstanden sind. Hier sind als Abfallstoffe Klärschlämme, Nebenprodukte u.ä. von Bedeutung.

Das Stoffspektrum ist abhängig von der Art der abgelagerten Stoffe und von der Art der Nutzung des Standortes. Daher muss prinzipiell mit unterschiedlichen Gefährdungen gerechnet werden.

- Explosionsgefahr (Explosivstoffe, Munition)
- Brandgefahr (Brandstoffe, Treibstoffe u.ä.)
- Giftgefahr

c) Abwasserentsorgung

Abwasserbeseitigungsanlagen können bei unsachgemäßer bzw. mangelnder Behandlung der Abwässer, insbesondere bei baulichen Mängeln der Einrichtungen, Kontaminations-schwerpunkte für alle Stoffe darstellen, die durch Produktion, Lagerung, Gebrauch und Entsorgung unterschiedlichster militärischer Einrichtungen und Technik entstanden sind.

Das Stoffspektrum ist abhängig von der Art der Nutzung des Standortes. Daher muss prinzipiell mit unterschiedlichen Gefährdungen gerechnet werden.

- Explosionsgefahr (z.B. Explosivstoffe)
- Brandgefahr (Brandstoffe, Treibstoffe u.ä.)
- Giftgefahr

3.1.1.5 Produktionsstätten

Produktionsstätten dienen zur Fertigung von Explosivstoffen (Sprengstoffe, Initialsprengstoffe, Treibladungspulver), pyrotechnischen Sätzen, chemischen Kampf- und Reizstoffen sowie Brand- und Nebelstoffen.

Sie verfügten im Rahmen ihrer Infrastruktur über Vorratslager für die Ausgangsstoffe, Produktionsbereiche, Entsorgungsanlagen, Lager für Endprodukte, Spreng- und Brandplätze sowie Betriebsstofflager.

Auf Grund ihrer Nutzung ist mit dem Auffinden von größeren Mengen an Chemikalien zu rechnen. Dazu zählen nicht nur die Ausgangsstoffe und Endprodukte, sondern auch Neben- und Abfallprodukte sowie deren Abbau- und Zersetzungsprodukte.

Damit ist von folgenden Gefährdungen auszugehen:

- Explosionsgefahr (Explosivstoffen und pyrotechnische Sätze)
- Brandgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, Brand- und Nebelstoffe)
- Giftgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, Chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe)

3.1.1.6 Munitionsanstalten, Füllstellen

Die Weiterverarbeitung der in den Produktionsstellen hergestellten Stoffe zur einsatzfähigen Munition geschah in Munitionsanstalten und Füllstellen. Auf Grund von Handhabungsverlusten beim Entladen bzw. Füllen von Transport- und Vorratsbehältern sowie Leckagen an diesen Einrichtungen, beim Füllen der Geschosse bzw. der Bomben und beim Reinigen der Füllschrauben, unsachgemäßer Entsorgung von Abwässern (meist Gebäude- und Reinigungsabwässer) sowie im Zusammenhang mit Bränden, Explosionen und Unfällen entstanden Kontaminationen und Ablagerungen von Explosivstoffen, chemischen Kampf- und Reizstoffen sowie Brand- und Nebelstoffen. Demzufolge ist von einer analogen Gefährdungssituation wie bei den Produktionsstandorten auszugehen:

- Explosionsgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze)
- Brandgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, Brand- und Nebelstoffe)
- Giftgefahr (Explosivstoffe und pyrotechnische Sätze, Chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe)

3.1.2 Gesetzliche Grundlagen

In Bezug auf den Arbeitsschutz im Rahmen der Untersuchungen auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten sind eine Reihe von Gesetzen, Vorschriften und Regelwerke relevant.

Im Zusammenhang mit Explosivstoffkontaminationen werden die Bestimmungen des Sprengstoffgesetzes (SprengG, 1990) in Verbindung mit der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz (SprengV, 1993) maßgeblich. Insbesondere ergibt sich das aus der Tatsache, dass Bodenproben mit Sprengstoffanteilen explosionsgefährlich sein können. Dabei können Böden mit einem Explosivstoffanteil von > 5 % Explosivstoff u.U. schon zur Detonation gebracht werden (RAPSCH, TIEDEMANN, 1994).

Im Falle von **TNT** gilt entsprechend einem Gutachten der Bundesanstalt für Materialprüfung (BAM/BICT, 1990): Eine Explosionsgefahr ist vorhanden, wenn

- auskristallisierte TNT-Stücke mit einer Kantenlänge > 1 cm und einem TNT-Anteil > 10 % im Boden, oder
- Boden-TNT-Gemische mit einem TNT-Anteil > 15% unabhängig von der Größe der TNT-Stücke

vorliegen.

Entsprechend der berufsgenossenschaftlichen Regeln „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128 ehemals 1/183,1997, Anhang 7) sind insbesondere folgende Vorschriften zu beachten:

3.1.2.1 Gesetze und Verordnungen

Bezugsquelle: Buchhandel oder Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnlichen Vorgängen (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)
- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) und Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung)
- Arbeitssicherheitsgesetz (AsiG)
- Baustellenverordnung (BaustellenV)
- Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoff-Verordnung - GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere:
 - TRGS 101 Begriffsbestimmungen
 - TRGS 102 Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Stoffe
 - TRGS 150 Unmittelbarer Hautkontakt mit Gefahrstoffen, die durch die Haut resorbiert werden können – Hautresorbierbare Gefahrstoffe
 - TRGS 400 Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz
 - TRGS 402 Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen
 - TRGS 403 Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz
 - TRGS 519 Asbest

- TRGS 521 Faserstäube
- TRGS 524 Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- TRGS 540 Sensibilisierende Stoffe
- TRGS 555 Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 Gefahrstoff-Verordnung
- TRGS 900 Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte
- TRGS 903 Biologische Arbeitsplatztoleranzwerte – BAT-Werte (Bekanntmachung des BMA nach § 52 Abs. 4 Gefahrstoffverordnung)
- TRGS 905 Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe
- TRGS 907 Verzeichnis sensibilisierender Stoffe (Bekanntmachung des BMA nach § 52 Abs. 4 Gefahrstoffverordnung)

3.1.2.2 Sprengstoffrechtliche Vorschriften

- Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz-SprengG)
- Erste bis vierte Verordnung zum Sprengstoffgesetz
- Sprengarbeiten (BGV C 24)
- Explosionsstoffe – Allgemeine Vorschrift (BGV B 5)
- Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff (BGR 114)
- Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL, BGR 104)

3.1.2.3 Unfallverhütungsvorschriften

Bezugsquelle: Zuständige Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- Allgemeine Vorschriften (BGV A 1)
- Bauarbeiten (BGV C 22)
- Umgang mit Gefahrstoffen (BGV B 1)
- Arbeitsmedizinische Vorsorge (BGV A 4)
- Erste Hilfe (BGV A 5)
- Fachkräfte für Arbeitssicherheit (BGV A 6)
- Betriebsärzte (BGV A 7)

- Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz (BGV A 8)
- Müllbeseitigung (BGV C 27)

3.1.2.4 Berufsgenossenschaftliche Regeln und Informationen

Bezugsquelle: zuständige Berufsgenossenschaft oder Carl Heymanns Verlag KG,
Luxemburger Straße 449, 50939 Köln

- Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL, BGR 104)
- Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff (BGR 114)
- Richtlinien für Arbeiten in Behältern und engen Räumen (BGR 117)
- Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Arbeitsplatzlüftung (BGR 121)
- BG-Regeln: Kontaminierte Bereiche (BGR 128)
- Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern (BGR 133)
- Sicherheitsregeln für Bauarbeiten unter Tage (BGR 160)
- Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit im Spezialtiefbau (BGR 161)
- Regeln für den Einsatz von Schutzkleidung (BGR 189)
- Regeln für den Einsatz von Atemschutzgeräten (BGR 190)
- Regeln für den Einsatz von Fußschutz (BGR 191)
- Regeln für den Einsatz von Augen- und Gesichtsschutz (BGR 192)
- BG-Regeln: Benutzung von Kopfschutz (BGR 193)
- Regeln für den Einsatz von Schutzhandschuhen (BGR 195)
- Regeln für den Einsatz von Hautschutz (BGR 197)
- Merkblatt: Gefahrstoffe, Gefährliche chemische Stoffe (M 051) (BGI 536)
- Verzeichnis zertifizierter Atemschutzgeräte (BGI 693)
- Grundsätze für Auswahl, Ausbildung und Befähigungsnachweis von Sachkundigen für persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (BGR 906)

3.1.2.5 DIN-Normen

Bezugsquelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 12623 Berlin

- DIN 3181 Atemgeräte: Atemfilter für Atemschutzgeräte, Teile 1-3, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
- DIN 4843 Schutzschuhe, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
- DIN 32762 Chemikalien-Schutzanzüge Typ 1, Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung
- DIN 58645 Atemgeräte, vollständige Atemschutzgeräte, Teile 1 und 5

3.1.2.6 Sonderdrucke / Sonstige Veröffentlichungen

Bezugsquelle: Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Am Knie 6, 81241 München

- Arbeiten im Bereich kontaminierter Standorte – Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten (Abruf-Nr. 780.1)
- Burmeier, H. et al. (1990): Sicheres Arbeiten auf Altlasten. – 148 S., 14 Anhänge: Aachen (focon – Ingenieurgesellschaft mbH, Theaterstraße 106, 5100 Aachen).

3.1.2.7 Umsetzung sprengstoffrechtlicher Auflagen

Folgende Auflagen zum Umgang und Verkehr mit und zur Beförderung explosionsgefährlicher Stoffe müssen eingehalten werden:

- Ausübung nur durch fachkundiges Personal nach § 19, 20 und 21 SprengG, nachgewiesen durch Befähigungsschein
- Diebstahlsicherung bei Transport und an der Arbeitsstelle
- Behördlich genehmigte Lagerung. Ausnahme: kleine Mengen nach Ziffer 4 des Anhangs zu § 2 der 2. SprengV

Die Beschäftigten, die mit explosionsgefährlichen Stoffen umgehen, sind in Abständen von höchstens einem Jahr über die einzuhaltenden Vorschriften von fachkundigen Personen zu belehren. Über den Inhalt und Zeitpunkt der Belehrung sind Aufzeichnungen zu führen, die von den belehrten Personen unterzeichnet werden müssen.

Durch innerbetriebliche Anordnungen ist stets sicherzustellen, dass die bestellten verantwortlichen Personen die ihnen obliegenden Pflichten nach § 24 SprengG erfüllen können.

3.2 Umsetzung der staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Vorschriften

Im Hinblick auf den Arbeitsschutz fallen die Arbeiten der orientierenden und Detailuntersuchung unter den Regelungsbereich der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) und ihren nachgeordneten technischen Regeln (Technische Regeln für Gefahrstoffe – TRGS) sowie im Bereich des berufsgenossenschaftlichen Regelwerkes insbesondere unter den Anwendungsbereich der BG-Regeln „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128 ehemals ZH 1/183). Zusätzlich muss je nach Standort und geplanten Untersuchungen mit den zuständigen Behörden geklärt werden, ob die Baustellenverordnung (BaustellV) anzuwenden ist.

Die bei den einzelnen Tätigkeiten zu treffenden Maßnahmen zu Sicherheit und Gesundheitsschutz sollen verhindern, dass Gefahrstoffe in relevanten Mengen in den Körper aufgenommen werden, hauptsächlich über die Atmung und bei längerem Kontakt auch über die Haut.

Die Aufgabe zur Durchführung der **Gefährdungsabschätzung** und zur Festlegung von Arbeitsschutzmaßnahmen, zusammengefasst in dem sogenannten Arbeits- und Sicherheitsplan fällt nach BGR 128 dem Auftraggeber einer Erkundungsmaßnahme zu.

3.2.1 Arbeits- und Sicherheitsplan

Aufgabe einer zuverlässigen Arbeitssicherheitsplanung muss es sein, dem Risikopotential unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen in angemessener Weise Rechnung zu tragen. Insbesondere auf Grund des hohen Gefahrenpotentials durch explosive, giftige oder ätzende Stoffe ist auch der Schutz unbeteiligter Dritter wie Anwohner und auf dem Standort arbeitenden Personen anderer Firmen zu beachten.

3.2.1.1 Rahmenbedingungen

Vor Beginn von Arbeiten in Bereichen, in denen eine Kontamination durch Gefahrstoffe nicht ausgeschlossen werden kann, ist gemäß BGR 128, Pkt. 8.1, eine Erkundung der vermuteten Gefahrstoffe und eine Abschätzung der von diesen möglicherweise ausgehenden Gefährdung vorzunehmen oder durchführen zu lassen. In Fall der orientierenden und Detailuntersuchung sind vorliegende Informationen über vorhandene Gefahrstoffe (z.B. aus der historischen Erkundung) vom Auftraggeber zur Erstellung des Arbeits- und Sicherheitsplans zur Verfügung zu stellen.

Die Untersuchungen sollten durch entsprechend qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden. Die Qualifikation muss die Kenntnis über rüstungsallastspezifische Besonderheiten als auch den Arbeitsschutz umfassen. Ein entsprechender Nachweis (Durchführung von entsprechenden Arbeiten und Teilnahme an anerkannten Lehrgängen) sollte erbracht werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten, einschließlich der empfohlenen bzw. festgelegten personellen, organisatorischen und technischen Schutzmaßnahmen, sind in einem Arbeits- und Sicherheitsplan niederzulegen. Zusätzlich ist vom Auftraggeber ein Koordinator für Sicherheitstechnik zu benennen, wenn mehrere Unternehmen auf dem Standort tätig sind. Der Koordinator kann sowohl seitens des Auftraggebers, des ausführenden Unternehmens als auch von dritter Seite gestellt werden.

Er hat die Aufgabe, gegenseitige Gefährdungen der Unternehmen zu vermeiden, die Tätigkeiten sicherheitstechnisch zu überwachen und ggf. die im Sicherheitsplan vorgegebenen Schutzmaßnahmen an die Gefährdungssituation anzupassen.

Im Rahmen der Erarbeitung des Arbeits- und Sicherheitsplanes kann darüber hinaus eine Abstimmung mit dem Gewerbeaufsichtsamt, der Tiefbau-Berufsgenossenschaft bzw. zuständigen Berufsgenossenschaft (insbesondere hinsichtlich der Durchsetzung der Anzeigepflicht gemäß BGR 128, Pkt. 11.2, bei „Bauarbeiten in kontaminierten Bereichen“) sowie dem Kampfmittelräumdienst notwendig sein.

3.2.1.2 Inhaltliche Forderungen

Der Arbeits- und Sicherheitsplan nach BGR 128 dient dem Auftraggeber zur Planung und Ausschreibung der Schutzmaßnahmen und den ausführenden Unternehmen als Datenbasis zur Erstellung der Betriebsanweisung nach § 20 GefStoffV.

Die wesentlichsten Inhalte des Arbeits- und Sicherheitsplanes sind:

- die Gefahrstoffermittlung
- die Gefahrenanalyse (Zusammenstellung der für Sicherheit und Sicherheitsschutz relevanten Stoffdaten)
- der Arbeitsplan (Zusammenstellung der Arbeitsvorgänge und Verfahren in ihrer zeitlichen Abfolge)

- die Gefährdungsabschätzung (Analyse der Arbeitsweisen und Verfahren daraufhin, ob bei der Durchführung der einzelnen Tätigkeiten eine Gefahrstoffexposition möglich ist, und wenn ja, über welchen Aufnahmepfad und in welchem Umfang)
- die Festlegung der Schutzmaßnahmen

Die zu berücksichtigenden Gefährdungen erwachsen aus dem an der Einsatzstelle vorhandenen Gefahrstoffspektrum und den dort auszuführenden unterschiedlichen Tätigkeiten.

Für eine standortbezogene Bewertung des Gefährdungspotentials müssen alle vermuteten bzw. bekannten Gefahrstoffe mit ihren relevanten Eigenschaften (z.B. Art, Prüf- und Grenzwerte, Brennbarkeit, Toxizität, Mobilität) bewertet werden. Darüber hinaus sind mögliche Abbau- und Transportvorgänge zu berücksichtigen.

Wesentlicher Inhalt dieser Gefahrenanalyse ist die Zusammenstellung der Stoffe nach ihren spezifischen Eigenschaften und Gefährlichkeitsmerkmalen nach §4 GefStoffV (z.B. explosionsgefährlich, brandfördernd, entzündlich, giftig, gesundheitsschädlich, ätzend, reizend, krebserzeugend).

Bei der Ermittlung und Beurteilung der Gefahren sind weiterhin folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- Art und Menge der Stoffe und Stoffgemische
- Entstehen von Gefahrstoffen (z.B. bei Luftzutritt)
- Reaktionen der Stoffe untereinander
- Freisetzung von Gefahrstoffen
- Aufnahmewege

Dabei ist es sinnvoll aus der Fülle der möglichen Gefahrstoffe diejenigen auszuwählen, die in Bezug auf ihre Stoffeigenschaften bzw. auf die relevante Menge die kritischsten Bewertungsparameter aufweisen.

Ein weiterer Faktor der Gefahrenanalyse ist die Bewertung der Erscheinungsform und die daraus abzuleitende Mobilität. Dabei ist zu beachten, dass bei den Arbeiten oder durch Schutzmaßnahmen sich die Erscheinungsform ändern kann (z.B. Lösung von hydrophilen Substanzen bei der Anwendung von Wasser zur Verhinderung von Staubentwicklung).

Die Schutzmaßnahmen müssen auf der Basis dieser Daten so ausgewählt werden, dass jegliche Schadstoffaufnahme durch Inhalation, Ingestion oder Hautkontakt möglichst vermieden wird.

Ein Muster für die Gliederung und die Inhalte des Arbeits- und Sicherheitsplanes ist in BGR 128 enthalten und umfasst folgende Themenbereiche:

- Allgemeine Daten

Die allgemeinen Daten umfassen u.a. den Namen der Altlasten, des Auftraggebers, der beteiligten Behörden, der Dienststellen des Arbeitsschutzes, der Gutachter, den Anlass der Arbeiten sowie eine Bezeichnung des vom Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes betroffenen Personenkreises und die Gültigkeitsdauer.

- Standortbeschreibung

In der Standortbeschreibung des Sicherheitsplanes werden die örtlichen Gegebenheiten einschließlich der Ergebnisse der verschiedenen Ermittlungsphasen (**historische Erkundung** bzw. orientierende Untersuchung) dargestellt. Hierzu gehört auch die Darstellung der geologisch-hydrogeologischen Situation in den kontaminierten Bereichen. Die Lagepläne sollten die einzelnen Untersuchungspunkte (Bohrungen, Schürfe u.ä.) sowie die vermutete Ausdehnung der kontaminierten Bereiche enthalten.

- Arbeits- und Gesundheitsschutz

Zum Arbeits- und Gesundheitsschutz umfasst der Sicherheitsplan die Beschreibung der notwendigen Schutzmaßnahmen. Hierbei unterscheidet man:

- Organisatorische Schutzmaßnahmen (z.B. Notfallplanung, Betriebsanweisung, Organisation von Pflege und Wartung der Schutzausrüstungen, Durchführung der Meldeverfahren nach BGR 128 und §37 GefStoffV)
- Technische Schutzmaßnahmen (z.B. Filteranlagen, Folienabdeckung, Belüftung)
- Persönliche Schutzausrüstung (z.B. Handschutz, Schutzkleidung, Fußschutz, Kopfschutz, Atemschutzgeräte)

Die Dokumentation der messtechnischen Überwachung der Arbeitsplatzbedingungen, der Vorgaben zur Rettungsplanung, der Ersten Hilfe und Maßnahmen zum Brandschutz sowie eine Beschreibung spezieller Baustelleneinrichtung (Dekontaminationseinrichtungen, Container u.ä.) muss ebenfalls enthalten sein.

- Entsorgung von kontaminierter Schutzausrüstung und anderen kontaminierten Gegenständen bzw. kontaminierten Wassers

Ist ein Koordinator nach den Erfordernissen der BGR 128 bestellt, ist die entsprechende Person und ihr Stellvertreter im Sicherheitsplan namentlich zu benennen. Es wird empfoh-

len, die Verantwortlichkeiten und Eingreifbefugnisse des Koordinators in Bezug auf die ausführenden Unternehmen vertraglich festzulegen und gegeneinander abzugrenzen.

Über die Angaben zu Sicherheit und Gesundheitsschutz hinaus empfiehlt es sich dem Arbeits- und Sicherheitsplan auch Informationen beizufügen über

- die beteiligten Gutachter
- beteiligte Behörden (Umwelt- und Abfallbehörden, Wasserwirtschaft, etc.)
- die zuständigen Dienststellen des staatlichen Arbeitsschutzes
- Namen und Funktion der bei den ausführenden Unternehmen für den Standort verantwortlichen Projektleiter, Aufsichtsführenden, Sachkundigen
- die zuständige Berufsgenossenschaft.

Darüber hinaus sollte der Arbeits- und Sicherheitsplan auch den Hinweis auf die Anzeigepflichten nach BGR 128 an die für die beteiligten Unternehmen zuständigen Berufsgenossenschaften und nach § 37 GefStoffV an die Stellen des Arbeitsschutzes enthalten.

3.2.2 Notwendige Schutzmaßnahmen

Die nachfolgend beschriebenen Schutzmaßnahmen werden in der Regel bzw. grundsätzlich notwendig. Es muss jedoch immer eine Anpassung an die speziellen Erfordernisse des Standortes erfolgen.

3.2.2.1 Schutzmaßnahmen bei Begehungen

Bereits bei der Begehung kann es zu einem ersten Kontakt mit Gefahrstoffen kommen. So können oberflächennahe Kontaminationen mit dem Schuhwerk in Kontakt kommen, in dieses eindringen bzw. verschleppt werden. Gleiches gilt für Materialien, die mit den Händen aufgenommen werden oder an den Händen anhaften, wenn z.B. Hänge erklommen werden oder bauliche Einrichtungen bestiegen werden. Verletzungsgefahr besteht u.a. durch nicht zu erkennende Eisenteile oder Scherben.

Prinzipiell sollte der Standort nicht alleine begangen werden sowie auf dem Standort nicht gegessen, getrunken oder geraucht werden. Offenes Feuer ist zu vermeiden. Munitionsfunde dürfen nicht geborgen werden, sondern sind sofort den zuständigen Stellen zu melden (s. Anlage 10, Handbuch Vor-Ort-Recherche).

Eine Untersuchung von unterirdischen oder zerstörten Anlagen (Brunnen, Schächte, Keller, Stollen u.a. Bauwerksteile) ist zu unterlassen. Am Ende der Begehung müssen die

Ausrüstungsgegenstände in einen Plastiksack verbracht sowie an geeigneter Stelle gereinigt werden. Ebenso müssen die Hände mit einem Hautreinigungsmittel gereinigt werden. Bei Unwohlsein oder anderen körperlichen Beschwerden während oder nach der Begehung ist ein Arzt zu konsultieren und ggf. auf standortspezifische Stoffe hinzuweisen.

Ist mit Ausgasungen zu rechnen, dürfen keine organoleptischen Untersuchungen durchgeführt werden. Bei eindeutigen Hinweisen auf gasförmige Emissionen sind ggf. entsprechende Messgeräte (PID, Dreifachmessgerät bzw. mobile GC-MS-Geräte) mitzuführen (s.a. [Kapitel 3.2.4](#)).

Eingezäunte bzw. entsprechend markierte Bereich dürfen nicht betreten werden, außer in Begleitung fach- und ortskundigen Personals. Beim Feststellen ungewöhnlicher Ereignisse (Brandgeruch, Gasgeruch etc.) sollte man sich sofort aus der vorherrschenden Windrichtung heraus begeben und ggf. das mitgeführte Atemschutzgerät anlegen. Anschließend ist der Bereich zu verlassen und eine Meldung entsprechend der Meldungskette durchzuführen.

Bei Begehungen sind aus Vorsorgegründen persönliche Schutzmaßnahmen vorzusehen. Als Mindestausrüstung gelten gemäß den BG-Regeln „Kontaminierte Bereiche“ (BGR 128 ehemals ZH 1/183, 1997) der Tiefbauberufsgenossenschaft ein Kopfschutz, ein Fußschutz in Form von Schaftstiefeln, Schutzhandschuhe sowie eine atmungsaktive Einwegschutzkleidung sowie folgende Ausrüstungsgegenstände:

- Erste-Hilfe-Kasten (klein) nach DIN 13164 Teil 2
- Zehn-Liter-Kanister mit Leitungswasser zur Reinigung der Hände und Hautreinigungsmittel bzw. entsprechende Feuchtreinigungstücher
- Einweghandtücher
- Plastikbox mit Plastiksack zum Transport der Stiefel und Handschuhe sowie zum Transport der benutzten Handtücher
- gegebenenfalls Einwegüberschuhe für Stiefel
- Probennahmegefäß mit Transportbox
- Bausicherheitsgummistiefel S5 (antistatisch, chemikalienbeständig in Bezug auf die vorhandenen Stoffe)
- Augenspüllösung
- Schutzhandschuhe (Stulpenform, chemikalienbeständig)

Sind toxische Ausgasungen zu erwarten so ist außerdem ein Atemschutzgerät (Vollmaske mit Atemfilter ABEK (2) P3) nötig, außer, es wird auf Grund von entsprechenden Messungen eine Gefährdung ausgeschlossen.

3.2.2.2 Schutzmaßnahmen bei Aufschlussarbeiten ohne Großgeräte

Zu diesen Arbeiten zählen diejenigen Aufschlussverfahren, die mit Geräten wie z.B., Schlagsonden durchgeführt werden können. Darüber hinaus gehören dazu Probennahmen aus dem oberflächennahen Bereich mittels Spaten, Schaufeln u.ä. sowie die Entnahme von Wasserproben aus vorhandenen Brunnen und Bohrungen. Zusätzlich zu den bei 3.2.2.1 genannten Gefährdungen kann es hier durch an den verwendeten Geräten anhaftendem Material zu Kontaminationsverschleppungen kommen. Auch bei der Handhabung der Proben, dem Transport und der Lagerung sind Gefährdungen für Mensch und Umwelt gegeben.

Da Aufschlussarbeiten immer mit dem möglichen Kontakt zu kontaminiertem Material verbunden sind, muss zusätzlich zu der bei Begehungen erforderlichen Gefährdungsermittlung des Standortes eine sorgfältige Begutachtung der Probennahmeorte erfolgen. Dabei sind auch zu erwartende Reaktionen, die bei Luftzutritt in den gewonnenen Proben ablaufen können, überdacht werden. Des weiteren müssen die Probennahmeorte durch entsprechendes Fachpersonal als „munitionsfrei“ freigegeben werden.

In der Betriebsanweisung (s. [Kapitel 3.2.2.3](#)) müssen Informationen zur Dekontamination der verwendeten Geräte und Ausrüstungsgegenstände sowie zum Handhaben der gewonnenen Proben enthalten sein.

Bei den Arbeiten sollten organoleptische Untersuchungen unterbleiben. Die verwendeten Ausrüstungsgegenstände müssen immer sorgfältig gereinigt werden, um Kontaminationsverschleppungen zu vermeiden. Werden Produktionsrückstände oder andere gefährliche Stoffrückstände gefunden, so muss eine Absicherung gegen Zugriff anderer Personen erfolgen.

Beim Begehen unterirdischer Anlagen sind folgende Maßnahmen erforderlich:

- Anwesenheit zweier zusätzlicher Personen
- Sicherung mit Seil und Ausstattung mit Helm, Stollenlampe und Schutzkleidung (Auswahl nach den zu erwartenden Gefahrstoffen und deren Erscheinungsform, z.B. Stäube, wässrige Lösung, Phase)
- Überprüfung der Atmosphäre auf Sauerstoffgehalt und Anwesenheit giftiger Gase

- Einrichtung einer ständigen Sprechverbindung
- Maximale Einfahrtiefe 10 m

Zusätzlich zu den in [Kapitel 3.2.2.1](#) beschriebenen Schutzmaßnahmen sind zusätzlich folgende Schutzausrüstung und Ausrüstungsgegenstände notwendig:

- zusätzlicher Zehn-Liter-Kanister mit Leitungswasser
- verschließbarer Behälter zur Verwahrung der Arbeitsgeräte
- verschließbarer Behälter zur Aufnahme der Proben (Probennahmegefäße müssen fixiert werden)
- Reinigungsmittel zur Reinigung der verwendeten Ausrüstungen
- Feuerlöscher 12 kg (PG 12) und Löschdecke
- Einwegschutzkleidung (atmungsaktiv), wenn in Kontaminationszentren gearbeitet wird
- Gesichtsschutzschirme, wenn mit dem Auftreten von Spritzwasser zu rechnen ist
- Splitterschutzwesten, wenn die Gefahr der Munitionsexplosion besteht
- Messgerät zur kontinuierlichen Überwachung des Sauerstoffgehaltes sowie Messgeräte zur summarischen Erfassung potentieller toxischer Gase bei der Untersuchung unterirdischer Räume oder Anlagen

Bei kontaminationsverdächtigen Flächen, bei denen mit toxischen Ausgasungen zu rechnen ist muss mit Atemschutzgerät (Vollmaske mit Atemfilter ABEK (2) P3, Filterwechsel je nach örtlichen Gegebenheiten auf Anweisung des Koordinators) gearbeitet werden, außer es kann durch Messungen eine Belastung der Atmosphäre ausgeschlossen werden.

Große Bedeutung kommt auch der messtechnischen Überwachung zu. Je nach zu erwarteten Gefahrstoffen werden dazu mobile Massenspektrometer, Photoionisationsdetektoren (PID), Flammenionisationsdetektoren (FID), Prüfröhrchen oder ähnliche Geräte eingesetzt (s.a. [Kapitel 3.2.4](#)). Bei hohen Stoffkonzentrationen kann zusätzlich eine technische Lüftung notwendig sein.

Treten unerwartete Ereignisse (Fund von unbekanntem Gefäßen, Eintreten von chemischen Reaktionen u.ä.) so sind die Arbeiten sofort einzustellen und die Gefahrstelle zu sichern und zu kennzeichnen. Darüber hinaus muss der Kampfmittelräumdienst eingeschaltet werden.

Je nach den zu erwartenden Gefahrstoffen können folgende Ausrüstungsgegenstände oder Schutzausrüstungen zusätzlich zu den oben genannten benötigt werden.

- Zusätzliche gefahrstoffspezifische Medikamente
- 50 l Leitungswasser

- Zusatzbehälter (zur Herstellung von speziellen Lösungen z.B. zur Dekontamination)
- Hautreinigungs- und -pflegemittel
- Gasdichte Probennahmegefäße inkl. gasdichter Transportbehälter für diese Gefäße
- Gasdichte Abfallbehälter
- Augenspülflasche
- Chemikalienbeständige und antistatische Sicherheitsgummistiefel
- Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe
- PE-beschichtete Einwegschutzkleidung
- Atemschutzgerät (muss nach Gebrauch gereinigt und die verbrauchten Filter entsprechend entsorgt werden)

3.2.2.3 Schutzmaßnahmen bei Aufschlussarbeiten mit Großgeräten

Bei Bohrarbeiten, Arbeiten zur Herstellung von Schürfen oder Siebarbeiten von Bodenaushub werden, bedingt durch die Arbeitsverfahren, größere Mengen möglicherweise kontaminierter Materialien gefördert und freigelegt. Durch den neu geschaffenen Luftkontakt werden chemische Reaktionsmöglichkeiten geschaffen, die wiederum zur Bildung einer gefährlichen Atmosphäre führen können. Gleichzeitig werden bei diesen Tätigkeiten u.U. sehr hohe Energien in den Boden eingetragen und somit die bereits oben beschriebenen Gefahren in erhöhtem Maße erzeugt. Zumal die durchzuführenden Bauarbeiten im Allgemeinen bereits sehr unfallträchtig sind, muss vor dem Hintergrund möglicher Boden- und Wasserkontaminationen dem Arbeitsschutz ein besonderes Augenmerk gewidmet werden.

Bei der Gefährdungsermittlung ist analog den Schutzmaßnahmen bei Aufschlussarbeiten ohne Großgeräte zu verfahren, wobei zusätzliche Aussagen zu bestehenden untertägigen baulichen Anlagen zu treffen sind.

Folgende Schutzausrüstungen sind daher in der Regel vorzuhalten:

- Mobile oder stationäre Schwarz-Weiß-Anlage
- Stiefelreinigungswanne
- Wassertank mit ca. 2.000 l Inhalt
- Behältnisse zur Aufnahme der Abwässer aus der Schwarz-Weiß-Anlage
- Telefonverbindung
- Erste-Hilfe-Material und Augenspülflasche
- Reißfeste Folien zur Absicherung kontaminierter Aushubpartien (Schnelltests)
- Aufbewahrungsmöglichkeit für die Ausrüstungen

- Dampfstrahler zur Dekontamination von Fahrzeugen und Ausrüstungen bzw. Reinigung an geeigneter Stelle, wie z.B. Lagerplatz oder Bauhof
- Behälter zur Aufnahme und Entsorgung von TNT-Funden u.ä.
- mobile Absperrungen (Zäune) zur Sicherung der Baustelleneinrichtung sowie zur Sicherung von Schürftgräben etc.
- Feuerlöscheinrichtungen (mindestens je 1 Pulverlöscher 12 kg PG 12 an der Baustelleneinrichtung und am Arbeitsplatz im Feld), vgl. BGR 133
- verschließbarer Container mit Zwangsentlüftung zur Verwahrung benutzter Ausrüstungen und Materialproben
- Absperrband mit Erdnägeln zur Kennzeichnung kontaminierter Bereiche

Als persönliche Schutzausrüstung können zusätzlich zu den Schutzmaßnahmen bei Aufschlussarbeiten ohne Großgeräte Schutzhelme mit zu integrierenden Gesichtsschutzschirmen sowie Atemschutzgeräte (Vollmaske mit Atemfilter ABEK (2) P3 nach DIN 3181) zusätzlich erforderlich sein.

Als Verhaltensregeln gelten die bei den Arbeiten ohne Großgeräte beschriebenen Sachverhalte. Zusätzlich müssen alle vorgesehenen Einsatzorte, einschließlich der Fahrwege kampfmittelfrei sein. Um die Gefährdungen möglichst gering zu halten, sollte selektiv und kleinflächig gearbeitet werden. Bei der Herstellung von Schürftgräben ist wie folgt vorzugehen:

1. Oberboden abtragen
 2. Schürftgrube ausheben (Böschungswinkel nach DIN 4124 beachten)
 3. Probe entnehmen
 4. Aushubmaterial wieder einfüllen und verdichten
 5. Oberboden auf gesamter Fläche wieder einbauen
- Muss die Schürftgrube offen liegen bleiben, ist diese gegen unbefugtes Betreten zu sichern.
 - Beim Auffinden von metallischen Gegenständen, Auftreten von Aushub ungewöhnlicher Farbe und Geruchs und anderen unerwarteten Ereignissen müssen die Arbeiten eingestellt, die Projektleitung benachrichtigt sowie die Fundstelle gesichert werden.
 - Kontaminiertes Aushubmaterial, Bohrklein etc. (Schnelltest durchführen!) ist mittels reißfester Folien zu sichern.

- An der Standfläche der Bohrgeräte ist, sofern in Kontaminationszentren gearbeitet wird, vor Beginn der Bohrarbeiten der Oberboden zu entfernen, zwischenzulagern und nach erfolgter Bohrarbeit wieder einzubauen (Rekultivierung der Standflächen)
- Alternativ kann eine rutschfeste Folie (genoppte PEHD-Folie u.ä.) zur Verhinderung oberflächennaher Kontaminationen ausgelegt werden

Unter den Gesichtspunkten des Umweltschutzes und zur Vermeidung von Gefährdungen Dritter kommt der Sicherung der freigelegten kontaminierten Bereiche und Materialien eine besondere Bedeutung zu. Dieses gilt vorrangig der Absicherung von Schürfen. Probenahmearbeiten in Schürfen bergen die Gefahr, von einstürzenden Bodenmassen verschüttet zu werden oder durch Ansammlungen toxischer Gase und Dämpfe an der Grubensole Gesundheitsschädigungen zu erleiden. Weiterhin ist zu beachten, dass Gefahrstoffverschleppungen beim Umsetzen der Geräte innerhalb des Standortes und auch beim Abtransport zu verhindern sind.

Zur messtechnischen Überwachung finden für die summarische Erfassung organischer und anorganischer Gase und Dämpfe Prüfröhrchen Verwendung. Für brennbare Gase und Dämpfe werden tragbare Explosimeter und zur summarischen Erfassung organischer Gase tragbare Photoionisationsdetektoren (PID) eingesetzt. Zur Bestimmung von TNT gibt es ebenfalls entsprechende Schnelltests. Bei den Bohrungen sollte in jedem Fall ein Messgerät zur Bestimmung einer explosionsfähigen Atmosphäre (UEG) verwendet werden.

Ergeben die Messungen gesundheitsgefährdende Konzentrationen gefährlicher Gase und Dämpfe, müssen geeignete technische Lüftungsmaßnahmen durchgeführt werden. Zur Feststellung, ob die Lüftungsmaßnahmen ausreichend sind, müssen wiederholte Einzelmessungen und bei der Überwachung des Sauerstoffgehaltes sowie der explosionsfähigen Atmosphäre zusätzlich kontinuierliche Messungen durchgeführt werden.

In einem arbeitsmedizinischen Untersuchungsprogramm ist der Umfang der Untersuchungen entsprechend der vorgefundenen Gefahrstoffe festzulegen. Neu hinzu kommende Gefahrstoffe sind innerhalb des Projektablaufs zu berücksichtigen. Die Vorgehensweise bei der Auswahl der erforderlichen Untersuchungen ist im arbeitsmedizinischen Leitfaden der Tiefbau-BG beschrieben.

Auf Standorten, bei denen zusätzlich mit toxischen Ausgasungen zu rechnen ist, sind umfangreiche zusätzliche Maßnahmen vorzusehen, die je nach Geräteeinsatz und zu erwartenden Schadstoffen detailliert zu planen sind.

Dabei können u.a. PVC-Vollschutzhelme in Verbindung mit umgebungsluftunabhängigen Atemschutzgeräten, Bewetterungsmaßnahmen am Bohrloch oder fremdbelüftete Fahrerinnen Verwendung finden.

3.2.3 Betriebsanweisung

3.2.3.1 Erarbeitung der Betriebsanweisung

Vor Beginn der Arbeiten ist vom ausführenden Unternehmen eine verbindliche Betriebsanweisung in Anlehnung an die TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 Gefahrstoffverordnung“ auf der Basis des Arbeits- und Sicherheitsplanes zu verfassen.

Sie enthält für jede einzelne Tätigkeit und jeden Arbeitsplatz die betreffenden situationspezifischen Angaben zu Verhaltensregeln, Vorgehensweisen und Schutzmaßnahmen. Gemäß BGR 128, Pkt. 18 sowie den Anhängen 4 und 5 sollte die Betriebsanweisung folgende Punkte enthalten (s. Gliederungsmuster einer Betriebsanweisung [Anlage 6](#)):

- Verzehrer-, Trink- und Rauchverbot
- Verbot der Alleinarbeit
- Benutzung der Einrichtung der Schwarz-Weiß-Anlage (falls vorhanden)
- Benutzung der erforderlichen Schutzausrüstung, einschließlich der Beachtung von ggf. vorgeschriebenen Tragezeitbegrenzungen
- Verpflichtung zur Meldung auffälliger Vorkommnisse oder gesundheitlicher Beschwerden
- Verhalten im Not- oder Gefahrenfall
- Dekontaminations- und Entsorgungsmaßnahmen
- Verpflichtung zur messtechnischen Überwachung der Arbeitsplätze
- Weisungsbefugnis (Kordinator)

Für Arbeiten, die mit besonderen Gefahren verbunden sind, ist die Betriebsanweisung entsprechend zu ergänzen (s. Gliederungsmuster einer ergänzten Betriebsanweisung [Anlage 6](#)).

Personen, die das jeweilige Gelände nur gelegentlich betreten, sollten ebenfalls in den für ihre Tätigkeiten erforderlichen sicherheitstechnischen Belangen unterwiesen werden. Hierzu zählen auch Besucher, wenn sie sich ohne Begleitung einer von der Bauleitung beauftragten Person in kontaminierten Bereichen aufhalten.

3.2.3.2 Unterweisung in die Schutzmaßnahmen gemäß Betriebsanweisung

Vor Beginn der Arbeiten muss die Betriebsanweisung allen Beschäftigten erläutert werden. Dazu können auch praktische Übungen, z.B. über die Benutzung der Schutzausrüstung, oder zu technischen Schutzmaßnahmen gehören. Eine Unterweisung ist außerdem notwendig, wenn sich wesentliche Änderungen ergeben. Mindestens hat dies jedoch alle 6 Monate zu erfolgen. Die Unterweisung ist schriftlich zu dokumentieren und von den Teilnehmern durch Unterschrift zu bestätigen.

Die Unterweisung wird, falls vorhanden, von dem sicherheitstechnischen Koordinator durchgeführt. Die Einhaltung der Betriebsanweisung ist während der Durchführung der Arbeiten regelmäßig zu kontrollieren. Bei Nichteinhaltung der Vorschriften ist eine Mängelbeseitigung zu fordern.

Das Auftreten besonderer Ereignisse im Rahmen der Arbeiten ist den Verantwortlichen sofort zu melden. In diesem Zusammenhang ist die Möglichkeit einer Änderung des Arbeits- und Sicherheitsplanes bzw. der Betriebsanweisung zu überdenken.

3.2.4 Überwachung der Umgebungsluft und Arbeitssicherheit

Die Entscheidung über die sinnvoll einzusetzende Messtechnik richtet sich nach dem Messziel. Dabei ist festzulegen, ob

- akute Gefahren als Basis für situationsbezogene schnelle Entscheidungen (Ex, O₂, Akutgifte, etc.) zu erfassen sind,
- eine Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten als Basis für situationsbezogene schnelle Entscheidungen i.d.R. bei chronisch wirkenden (krebserzeugenden, mutagenen, etc.) Stoffen erforderlich ist oder
- eine Überwachung der Einhaltung von Grenzwerten allein zur Dokumentation und Beweisführung, dass Grenzwerte nicht überschritten wurden notwendig ist.

Zusätzlich richtet sich die Auswahl des Messgeräts danach, ob bei den Arbeiten gemessen wird, welche Stoffe zu bestimmen sind und wie oft (stichpunktartig, kontinuierlich) eine Messung erfolgen muss.

Zusätzlich beeinflusst das zu erwartende Gefahrstoffspektrum die Eignung der zur Verfügung stehenden Messgeräte. Eine Übersicht welche Geräte für welche Stoffe geeignet sind findet sich in [Tabelle 1](#).

Tabelle 1: Übersicht über Messgeräte, die zur Überwachung des Arbeitsschutzes eingesetzt werden

Messgerät	Einsatzbereich
Mobile Flammenionisationsspektrometer	Misst unselektiv organische Substanzen
Mobile GC-MS -Systeme	Identifizierendes Messgerät, ggf. auf die jeweilige Zielsubstanz programmierbar
Mobile Ionenmobilitätspektrometer	Identifizierendes Messgerät, ggf. auf die jeweilige Zielsubstanz programmierbar
Gasspürröhrchen	Identifizierende Detektion, für die einzelnen Zielsubstanzen ist jeweils das relevante Röhrchen zu verwenden

4 Kampfmittelproblematik auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten

Begriffsbestimmungen

Kampfmittel im Sinne der Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern vom 22.1.1974 (MABI S. 120) (s. [Anlage 8](#)) sind Kriegswaffen, *"die bei Erdarbeiten oder sonst aufgefunden werden, auch wenn sie beschädigt oder unbrauchbar geworden sind Gegenstände oder Stoffe, die nach ihrem Aussehen Kampfmittel sein können, sind wie solche zu behandeln, solange sich nicht herausstellt, dass es sich um andere Gegenstände handelt."*

Eine Zusammenstellung aller zu den "Kriegswaffen" gehörigen Gegenstände, Stoffe und Organismen ist in der "Kriegswaffenliste" zum Kriegswaffenkontrollgesetz² enthalten ([Anlage 9](#)).

Zu den Kampfmitteln gehören insbesondere:

- Bomben aller Art
- Minen aller Art
- Hand- und Gewehrgranaten
- Kanonen-, Haubitzen- und Mörser-Granaten
- Raketen
- Panzerfäuste
- Munition für Handfeuerwaffen
- Spreng- und Zündmittel (soweit zur Kriegführung bestimmt)

Weiterhin wird auch eine Reihe von chemischen Kampfstoffen (z.B. Lost, Clark) einbezogen.

² 5. Ausführungsgesetz zu Artikel 26 Abs. 2 des Grundgesetzes (Gesetz über die Kontrolle von Kriegswaffen - KWKG) vom 20. April 1961 in der gültigen Fassung

4.1 Kampfmittelverdacht - Situation auf dem Standort

4.1.1 Ursachen potentieller Kampfmittelbelastungen

Auf allen Rüstungsalblastverdachtsstandorten kann grundsätzlich ein Vorhandensein von Kampfmitteln nicht ausgeschlossen werden. In folgender Tabelle sind wesentliche potentielle Kampfmittelbelastungen unter Berücksichtigung der Nutzungskategorien zusammengestellt.

Tabelle 2: Ursachen potentieller Kampfmittelbelastungen

Lfd. Nr.	Nutzungszeitraum	Ursache / Art der Kampfmittel	Nutzungskategorien
1	1.WK	Explosion von Munitionslagern/weggeschleuderte, angesprengte Munition	Munitionslager und -anfertigungsstellen der Artilleriedepots
2	1919-1923	Munitionszerlegung/weggeschleuderte Munition bei Sprengungen oder Explosionen, vergrabene Munition bzw. Munitionsteile	Munitionszerlegestellen einschl. Spreng- und Brandplätze
3	ca. 1935-1945	Explosion von Munitionslagern/weggeschleuderte, angesprengte Munition	Munitionsanstalten, Munitionslager
4	1941-1945	Bombenabwurf/ Bombenblindgänger	alle
5	1944-1945	Beschuss bei Kampfhandlungen/verschossene, aber nicht explodierte Munition (Blindgänger)	alle
6	1944-1945	Bei Kampfhandlungen in Stellungen oder Schützengräben zurückgelassene Munition/unverschossene Munition	alle (in ehemaligen Kampfgebieten)
7	1944-1945	<u>Vor</u> Kriegsende vergrabene Munition (vor Besetzung durch die Alliierten Vergrabung zwecks Vermeidung des Zugriffes)/unverschossene, neu entwickelte Kampfmittel	Munitionsanstalten, Munitionslager
8	1945	Bei Kriegsende aufgegebene Kampfmittel (Ablagerung bzw. Vergrabung in Trichtern, Splitterschutzgräben, Schützengräben usw., Versenkung in Flüssen und Seen)/Kampfmittel unterschiedlichster Arten	alle
9	1945-ca. 1951	Munitionsvernichtung durch Alliierte bzw. StEG / weggeschleuderte Munition bei Sprengungen oder Explosionen, vergrabene Munition	Delaborierungsstellen, Sprengplätze
10	1950- ca.1990	Munitionsverluste bei Übungstätigkeit von bewaffneten Einheiten/Übungsmunition, in Einzelfällen auch Gefechtsmunition	Truppenübungsplätze, Schießplätze

4.1.2 Arbeiten zur Verifizierung potentieller Kampfmittelbelastungen

Vor Beginn von Untersuchungsarbeiten auf einem Rüstungsalblastverdachtsstandort sollten folgende Arbeiten zur Aufklärung des Verdachtes auf Kampfmittel durchgeführt werden:

4.1.2.1 Arbeiten im Zuge der historischen Erkundung (HE) zum Verdachtsstandort

Bei der historischen Erkundung sind gezielte Recherchen nach Verdachtsmomenten für potentielle Kampfmittelbelastungen durchzuführen. Von Bedeutung sind dabei:

- Auswertung von Kriegsluftbildern (Aufnahmezeitraum 1943 bis 1945, ggf. auch bis in die 50er Jahre): In Abhängigkeit vom Aufnahmemaßstab, der Flughöhe und der Qualität der Bilder können Bomben- bzw. Sprengtrichter, Splitterschutzgräben (als potentielle Ablagerungsstellen) oder eventuell auch Auftreffpunkte von Bombenblindgängern lokalisiert werden.
- Auswertung von einschlägigen Akten (z.B. der **StEG**)
- Befragung von Zeitzeugen und Anwohnern: Informationen zu Bombardierungen, zu Kampf- bzw. Rückzugshandlungen, zu Orten mit umfangreichen Gefangennahmen bzw. Kapitulationen, zu früheren Munitionsfunden in der näheren Umgebung.

Fund von Kampfmitteln

Sollten bereits in dieser Arbeitsphase, z.B. bei einer Besichtigung des Standortes, Kampfmittel gefunden werden, ist eine unverzügliche Anzeige bei der nächsten Polizeidienststelle erforderlich. Die polizeilichen Maßnahmen bis zum und nach dem Eintreffen des zuständigen Sprengkommandos sind in der Bekanntmachung "Beseitigung aufgefundener Kampfmittel" (s. **Anlage 8**) festgelegt.

4.1.2.2 Anfrage an zuständige Behörden

Bei einem konkret begründeten Verdacht auf das Vorhandensein von Kampfmitteln kann eine Anfrage an die örtliche Sicherheitsbehörde und das für den Kampfmittelbeseitigungsdienst verantwortliche Staatsministerium des Innern, Referat ID 2, gerichtet werden.

Als Mindestinformationen sind anzugeben:

- Benennung des Ortes, des Grundstückes bzw. Fläche (z.B. Flur, Flurstück)
- Vorgesehene Untersuchungs- bzw. bauliche Arbeiten, ggf. zukünftige Nutzung.

Hinweis: Bei Verdacht auf Kampfmittel im Boden können auch die Wasserwirtschaftsämter (Gefährdung des Grundwassers) und die örtlichen Sicherheitsbehörden (Gefahr für Menschen durch Explosionen) Maßnahmen einleiten.

4.1.2.3 Zusammenfassung und Plausibilitätsprüfung

Die durchgeführten Arbeiten und alle Ergebnisse sind auf Plausibilität zu überprüfen und zu dokumentieren. Die Hinweise sind in geeignete Karten einzutragen.

Auch der Ausschluss eines Verdachtes ist zu begründen.

4.2 Einfluss von Kampfmittelfunden auf die Untersuchungsplanung

Werden Untersuchungsarbeiten auf Flächen geplant, auf denen bereits Kampfmittel gefunden wurden, so dürfen diese nur nach einer Beräumung durch eine Kampfmittlräumfirma mit Erlaubnis nach § 7 SprengG und Inhabern des Befähigungsscheines nach § 20 SprengG erfolgen.

Das Betreten von Flächen, auf denen akut Kampfmittel entdeckt worden sind bzw. Entmunitionierungs-/Räumarbeiten durchgeführt werden, ist verboten.

Über den Umfang (z.B. Räumtiefe) und die Art (Munitionssondierungs-, -freilegungs- und -bergungsarbeiten) der Beräumung ist in Abhängigkeit von den durchzuführenden Untersuchungsarbeiten und der geplanten Nachnutzung zu entscheiden.

Nach Abschluss der Beräumung ist durch eine Fachfirma eine Kontrolle vor Ort (Qualitätssicherung) durchzuführen und im Ergebnis die Munitionsfreiheit festzustellen.

4.3 Durchführung technischer Erkundungen auf potentiell kampfmittelbelasteten Flächen

4.3.1 Vorbereitungsarbeiten

Bei der Vorbereitung der Untersuchungen sind alle Unterlagen, die auf eine potentielle Kampfmittelbelastung hinweisen, zu sichten (insbesondere der Bericht der HE) und auszuwerten. Besonderes Augenmerk ist dabei auf die Möglichkeit von Belastungen mit chemischen Kampfstoffen zu legen. Die bei der beauftragten Firma vorliegenden Erfahrungen

aus Untersuchungsarbeiten auf vergleichbaren Standorten sowie aus früheren Arbeiten in Standortnähe sind dabei einzubeziehen.

Soweit möglich, sollten die potentiell kampfmittelbelasteten Teilflächen des gesamten Verdachtsstandortes eingegrenzt werden. Flächen, auf denen in der Vergangenheit umfangreiche Erdbewegungen bzw. Bauarbeiten stattfanden, können u.U. ausgegrenzt werden.

4.3.2 Planung der Untersuchungsarbeiten

Bei der Planung sind folgende Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Alle Untersuchungsarbeiten (Entnahme von Bodenproben, Errichtung von Grundwassermessstellen, Entnahme von Bodenluftproben) sind durch einen Feuerwerker einer Firma, die eine Erlaubnis gemäß § 7 SprengG besitzt, zu begleiten.
- Soweit möglich, sollten Probennahmepunkte (insbesondere Grundwassermessstellen) außerhalb von potentiell kampfmittelbelasteten Flächen festgelegt werden.
- Zu meiden sind, soweit mit der Aufgabenstellung zu vereinbaren, insbesondere folgende Bereiche:
 - Flächen mit einer größeren Anzahl von ferromagnetischen Materialien (z.B. Schienen, Stahlbetonteile); der Abstand sollte möglichst mind. 2 m betragen.
 - Flächen mit erhöhten Verdachtsmomenten (z.B. Gruben, Gräben, Trichter).

Die Einbeziehung der Räumfirma erfolgt in Abhängigkeit vom Umfang der Arbeiten auf der Grundlage einer Ausschreibung.

Außerdem sind die einschlägigen Festlegungen der folgenden berufsgenossenschaftlichen Regeln einzuhalten:

- BGR 128: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeiten in kontaminierten Bereichen
- BGR 114: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff

Auf folgende Aspekte ist bei diesen beiden berufsgenossenschaftlichen Regeln besonders hinzuweisen.

BGR 128: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeiten in kontaminierten Bereichen

(Hsg.: Fachausschuss „Tiefbau“ der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit, April 1997)

Die Regeln der BGR 128 finden lt. Punkt 1.2 keine Anwendung auf Arbeiten zur Bergung und Beseitigung von explosionsgefährlichen Stoffen im Sinne des Sprengstoffgesetzes. Für derartige Arbeiten (insbesondere Kampfmittelbeseitigung bzw. Beseitigung von Fundmunition) wird auf die BGR 114 verwiesen.

Nach Punkt 11.2 „Anzeigepflicht“ sind geplante Bauarbeiten in kontaminierten Bereichen (darunter auch vorausgehende Arbeiten zur Erkundung vermuteter Gefahrstoffe, z.B. OU oder DU) spätestens 4 Wochen vor ihrem Beginn der zuständigen Berufsgenossenschaft schriftlich anzuzeigen.

BGR 114: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Zerlegen von Gegenständen mit Explosivstoff oder beim Vernichten von Explosivstoff oder Gegenständen mit Explosivstoff

(Hsg.: Fachausschuss „Chemie“ der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit, Januar 1996)

Nach Punkt 6 „Fundmunition“ haben Unternehmer und Versicherte bei der Beseitigung der Gefahren, die von Fundmunition ausgehen, die im Anhang 5 dieser Regeln aufgeführten Sicherheitsbestimmungen einzuhalten.

Im Anhang 5 „Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Fundmunition“, der von der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Kampfmittelräumdienste der Bundesländer für alle staatlichen Kampfmittelräumdienste für verbindlich erklärt wurde, ist u.a. festgelegt:

- Pkt. 1.1: Für die Beseitigung der Gefahren, die von Fundmunition ausgehen, sind die dafür zuständigen Behörden der Bundesländer verantwortlich.
- Pkt. 1.2: Ob von Fundmunition Gefahren ausgehen, entscheidet eine verantwortliche Person des staatlichen oder staatlich beauftragten Kampfmittelräumdienstes im Rahmen der hoheitlichen Gefahrenabwehr. Die verantwortliche Person des Kampfmittelräumdienstes entscheidet, ob ein Kampfmittel gesprengt, entschärft oder abtransportiert wird.
- Pkt. 16 „**Chemische Kampfstoffe**“: Spezielle Festlegungen betreffen das Auffinden von Muniton, Munitonsteile oder Behälter, die Kampfstoffe enthalten oder enthalten können. U.a. wird im Pkt. 16.10 darauf verwiesen, dass beim planmäßigen Räumen von Flächen mit begründetem Verdacht auf Kampfstoffe oder Kampfstoffmunition die Festlegungen der BGR 128 gelten.

4.3.3 Durchführung der Untersuchungen

4.3.3.1 Freigabe der Beprobungspunkte und Wege

In Vorbereitung der auf dem Standort erforderlichen Arbeiten ist eine Munitionsfreigabe der jeweiligen Beprobungspunkte erforderlich. Dies kann ausnahmsweise auch für den Weg erforderlich sein, soweit der Zugang zu den Beprobungspunkten über potentielle Munitionsverdachtsflächen erfolgt.

Soweit eine Munitionsfreigabe für die jeweiligen Beprobungspunkte nicht möglich ist, ist auf eine benachbarte Fläche auszuweichen.

Die freigegebenen Beprobungspunkte sind in geeigneter Form zu kennzeichnen (Notfalls auch photographisch zu dokumentieren).

Zur Sondentechnik:

Es sind keine bestimmten Suchverfahren vorgeschrieben. Die Suche ist „nach dem Stand der Technik“ durchzuführen. Das heißt, dass moderne, handelsübliche Geräte zum Einsatz kommen sollen. Wichtig ist außerdem, dass das Personal über ausreichende praktische Erfahrung in der Sondiertechnik besitzt.

In der Regel werden bei Verdacht auf Munition des 1. und des 2. Weltkrieges (insbesondere Granaten, Bomben) Metalldetektoren für ferromagnetische Körper eingesetzt. Soweit in Ausnahmefällen auch Munition mit nichtferromagnetischen Materialien zu vermuten ist (neuere Munition), müssten induktiv arbeitende Sondiergeräte verwendet werden.

Werden Kampfmittel in einer Tiefe vermutet, die außerhalb der Reichweite der Sondiergeräte bei Oberflächensondierung liegen, müssen Sondierbohrungen in einem festgelegten Raster niedergebracht werden.

4.3.3.2 Durchführung der Untersuchungsarbeiten

Für die Durchführung der Untersuchungsarbeiten gilt, dass die freigegebenen Beprobungspunkte und ggf. Zuwege konsequent eingehalten werden; insoweit ist bei den weiteren Arbeiten die Begleitung durch einen Feuerwerker nicht erforderlich.

In der Praxis hat es sich gezeigt, dass eine Freigabe von Beprobungspunkten mit Aufschlüssen in Tiefen über 2 m durch eine Oberflächensondierung nicht zuverlässig möglich ist. In diesen Fällen sind, begleitend zu den Probennahmen, zusätzliche Messungen notwendig.

4.3.3.3 Dokumentation der Entmunitionierung

Zum lückenlosen Nachweis aller durchgeführten Maßnahmen gehören:

- Vertrag mit/Auftrag an Kampfmittelräumfirma
- Nachweis der durchgeführten Arbeiten mit Angabe der entmunitionierten Flächen und Punkte (mit genauer Lageangabe, evtl. Fotodokumentation bzw. Angabe des Rechts- und Hochwertes (Koordinaten nach Gauß-Krüger)
- Aufstellung über die geborgene Munition
- Ggf. Feststellung der Munitionsfreiheit.

5 Orientierende Untersuchung

5.1 Aufgaben und Ziele

Ergeben sich aus der historischen Erkundung Hinweise auf das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten, ist eine orientierende Untersuchung gemäß § 2 Nr. 3 BBodSchV in Verbindung mit Anhang 1 Nr. 1.1 BBodSchV im Rahmen der Amtsermittlung durchzuführen.

Die orientierende Untersuchung umfasst dabei u.a. folgende Aufgaben:

- Überprüfen der Erhebungsdaten und der Ergebnisse der (gegebenenfalls zu vertiefenden) historischen Erkundung
- Durchführen einer gemeinsamen Ortseinsicht der beteiligten Behörden und Fachfirmen
- Planen von Untersuchungen auf der Grundlage der historischen Erkundung (insbesondere Festlegen der Untersuchungsmethodik, der Probennahmepunkte und des Analysenumfangs bei chemischen Untersuchungen)
- Durchführen von Untersuchungen
- Darstellen und Bewerten der Ergebnisse
- Erläutern der wirkungspfadbezogenen Ergebnisse in einem Untersuchungsbericht

Nach Abschluss der orientierenden Untersuchung ist der bestehende Anfangsverdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten entweder ausgeräumt (Entlassung aus dem Altlastenverdacht) oder bis zum hinreichenden Verdacht erhärtet, so dass eine Detailuntersuchung notwendig wird.

5.2 Zuständigkeit

Die Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern (BayBodSchVwV) konkretisiert in Nr. 4.1.1.4 die Zuständigkeiten nach BayBodSchG für die Durchführung der orientierenden Untersuchung.

Demnach ist das Wasserwirtschaftsamt „...nach Art. 10 Abs. 2 BayBodSchG beim Wirkungspfad Boden-Gewässer für die Entnahme von Proben (Boden, Bodenmaterial, Bodenluft, Sickerwasser, Grundwasser, Oberflächengewässer), deren Untersuchung und die fachliche Bewertung der Untersuchungsergebnisse und die Vorschläge über die ggf. weiter zu veranlassende Detailuntersuchung zuständig. Die Reihenfolge und der jeweilige Um-

fang der Amtsermittlungen werden zwischen der Kreisverwaltungsbehörde und dem Wasserwirtschaftsamt abgestimmt [...] Bei anderen Wirkungspfaden beteiligt die Kreisverwaltungsbehörde die zuständigen fachlichen Stellen (Landwirtschafts- und Forstbehörden für den Pfad Boden-Pflanze, Gesundheitsverwaltung für die Mitwirkung am Pfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)). Das Wasserwirtschaftsamt wird ergänzend für diese fachlichen Stellen (Entnahme und Untersuchung von Proben) im Rahmen der Amtshilfe tätig.“

5.3 Organisatorische Vorarbeiten

Vor Beginn der technischen Maßnahmen sind von der zuständigen Fachbehörde oder der von ihr beauftragten Fachfirma folgende Vorarbeiten durchzuführen:

- Sichten der von der KVB zur Verfügung gestellten Unterlagen zum Standort (insbesondere **historische Erkundung**, Berichte über Munitionsberäumung, Luftbilder)
- Einholung von Standortbetretungsgenehmigungen
- Abstimmung mit den berührten örtlichen Behörden und Stellen (Wasserversorgungsverbänden, Stadtwerken, Telefongesellschaften usw.); Einholung aktueller Spartenpläne der Ver- und Entsorgungsleitungen einschl. Angabe der nutzbaren Elektro- und Wasseranschlüsse
- Abstimmung mit dem Kampfmittelräumdienst
- Abstimmung über Öffentlichkeitsarbeit und Information betroffener Anwohner, Nutzer usw.

Darüber hinaus sollte eine Standortbegehung mit allen Beteiligten durchgeführt werden. Dabei können die Rahmenbedingungen für die Erarbeitung eines Beprobungs- und Untersuchungsprogramms abgestimmt werden. Als wesentliche Punkte sind zu nennen:

- Exakte lokale Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (insbesondere hinsichtlich möglicher unterschiedlicher behördlicher Zuständigkeiten)
- Zutrittsmöglichkeiten bzw. -beschränkungen zum Verdachtsstandort, Klärung der Begehmbarkeit und Befahrbarkeit des Standortes, der Verkehrsanbindung (u.a. für Organisation der Ersten Hilfe, evtl. Feuerwehranfahrt)
- Abstimmung mit laufenden Parallelarbeiten auf dem Standort
- Durchführung von standortbezogenen Vorarbeiten (z.B. Schnelltest im Hinblick auf die Erfordernisse des Arbeitsschutzes, Sichten vorhandener Grundwassermessstellen)

Bei Begehungen ist auf die Einhaltung des Arbeitsschutzes zu achten (s. **Kapitel 3.2.2**).

5.4 Untersuchungsprogramm

Für die Erarbeitung eines Untersuchungsprogramms sind von der zuständigen Fachbehörde oder der von ihr beauftragten Fachfirma folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

1. Sichtung und Auswertung der vorliegenden Unterlagen
2. Festlegung der Untersuchungsparameter und Analyseverfahren
3. Erstellung des Beprobungsprogramms für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt), Boden-Pflanze und Boden-Gewässer

5.4.1 Sichtung und Auswertung der vorliegenden Unterlagen

Als Basis für die Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms dienen alle - insbesondere im Rahmen der historischen Erkundung erhobenen - Informationen zum Standort.

Die **historische Erkundung** muss daher im notwendigen Umfang und in guter Qualität dokumentiert sein. Besondere Bedeutung besitzen die für jede ausgewiesene Verdachtsfläche vorhandenen Informationen über:

- Art und Dauer der potentiell kontaminationsrelevanten Ereignisse
- Umfang möglicher Sekundärkontaminationen durch singuläre Ereignisse wie Explosionen, Sprengungen, Brände
- Vermutete Verteilung der Schadstoffe an der Oberfläche und im Untergrund (z.B. punktuell, großflächig, inhomogen)
- Art und Umfang der Änderungen der Geländestruktur (z.B. Aufschüttungen, Bodenverschiebungen, Baumaßnahmen)

Jeder Hinweis zu den potentiellen Kontaminationen ist, soweit nicht bereits eine Zuordnung in der historischen Erkundung erfolgte, hinsichtlich seiner Aussagekraft und Zuverlässigkeit zu beurteilen.

5.4.2 Festlegung der Untersuchungsparameter und Analyseverfahren

Erarbeitung der Verdachtsstoffliste

Als erster Schritt bei der Erarbeitung des Untersuchungsprogramms wird eine möglichst vollständige Verdachtsstoffliste erstellt. Hier fließen die folgenden Informationen ein:

- Art und Menge der produzierten, verarbeiteten, gelagerten oder vernichteten Stoffe
- Art und Menge der dabei entstandenen Nebenprodukte

- eingesetzte Hilfsstoffe und die bei der Nutzung verwendeten Betriebsstoffe
- die aus diesen Stoffen durch mikrobielle Metabolisierung bzw. chemische Umwandlungen entstandenen Substanzen

Die Zusammenstellung aller relevanten Stoffe erfolgt auf Basis der recherchierten Unterlagen des Standortes. Stehen nur wenige aussagekräftige Quellen zu Verfügung, kann auf folgende Hilfsmittel als ersten Anhaltspunkt zurückgegriffen werden:

- Arbeitshilfe "Nutzungsspezifische Kontaminationsspektren" (StMLU, 1998)
- Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblaststandorten (THIEME et al., 1994)
- Explosivstofflexikon (HAAS, 1996) und Kampfstofflexikon (KOPECZ, 1996); erstellt im Rahmen des Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes „Verdachtsstandorte von Rüstungsalblasten in Deutschland“

Grundsätzlich ist die Stoffliste unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen zu präzisieren und ggf. zu ergänzen.

Erarbeitung der Untersuchungsliste

Um die Untersuchungen im Rahmen der orientierenden Untersuchung mit vertretbarem Aufwand zu realisieren, muss eine gezielte Einschränkung der Verdachtsstoffliste auf eine Untersuchungsliste erfolgen. Dabei hat die Auswahl der zur Analytik gelangenden Parameter nach folgenden Kriterien zu erfolgen:

- Die Substanz/Substanzgruppe liefert einen guten Überblick über die Ausmaße der Kontaminationen (Leitparameter)
- Die Substanz/Substanzgruppe ist von besonderer öko- und humantoxikologischer Bedeutung (Gefährdungsrelevanz)
- Die Substanz/Substanzgruppe ist im öko- und humantoxikologisch relevanten Konzentrationsbereich analytisch fassbar

Zur Absicherung des Untersuchungsumfangs können bei unzureichender Datenlage aus der historischen Erkundung oder bei Nutzungstypen mit räumlich bzw. zeitlich gemischter Nutzung identifizierende Untersuchungen an Einzelproben durchgeführt werden (z.B. Schwermetall- oder GC-MS-Screening). Die Proben werden bei Kontaminationsschwerpunkten oder bei Auffälligkeiten entnommen. Dadurch kann eine Minimierung des Analytikaufwandes erreicht werden.

Auch unspezifische Summenbestimmungen sind im Rahmen der orientierenden Untersuchung zur flächigen Erfassung einer im Prinzip bekannten und gleichförmigen Kontamination gut geeignet. Häufig ist jedoch wenig über die toxikologische Relevanz des Summenparameters bekannt, so dass zu einem späteren Zeitpunkt noch eine Bestimmung der Einzelstoffe durchgeführt werden muss.

5.4.3 Beprobungsprogramm für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze

Bei der orientierenden Untersuchung konzentrieren sich die Bodenuntersuchungen auf den Bereich mit vermuteten Kontaminationsschwerpunkten. In dieser Phase erfolgt noch keine horizontale und vertikale Abgrenzung der Belastung.

Bestandteile des Programms für die Bodenprobennahme sind Festlegungen zur Lage und Anzahl der Beprobungspunkte sowie zu deren vertikaler Verteilung.

5.4.3.1 Probennahmeraster bei der Entnahme von Einzelproben

Im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte entscheidet die Art der Eintragsquelle und die Flächengröße über die Anzahl und Lage der Beprobungspunkte. Die Flächengröße ergibt sich aus der Größe der vermuteten Eintragsquelle und ist zur Untersuchungsplanung aus vorhandenen Unterlagen zu entnehmen oder in erster Näherung abzuschätzen.

Zur Festlegung der Anzahl der Probennahmepunkte für die Analytik von Einzelproben wird in den Materialien des StMLU Band 129 (StMLU, 1997) die in der nachfolgenden **Tabelle 3** angegebene Mindestanzahl von Probennahmepunkten empfohlen.

Tabelle 3: Mindestanzahl von Probennahmepunkten im Rahmen der orientierenden Untersuchung

Fläche [m²]	Anzahl
2.500	3
6.500	4
16.000	5
35.000	6
60.000	7
100.000	8

5.4.3.2 Vertikale Lage der Probennahmepunkte

Die Festlegung der Probennahmetiefe muss unter Berücksichtigung des relevanten Wirkungspfades erfolgen. Im Anhang 1 BBodSchV werden für die einzelnen Wirkungspfade nutzungsorientierte Festlegungen getroffen.

Bezüglich der Beprobungstiefen für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze werden für die Untersuchung auf anorganische und schwerflüchtige organische Schadstoffe die in der **Tabelle 4** genannten Beprobungstiefen zugrunde gelegt.

Tabelle 4: Nutzungsorientierte Beprobungstiefen (Anhang 1 BBodSchV)

Wirkungspfad	Nutzung	Beprobungstiefe
Boden – Mensch	Kinderspielfläche, Wohngebiet	0-10 cm ¹⁾ 10-35 cm ²⁾
	Park- und Freizeitanlage	0-10 cm ¹⁾
	Industrie- und Gewerbegrundstücke	0-10 cm ¹⁾
Boden – Nutzpflanze	Ackerbau, Nutzgarten	0-30 cm ³⁾ 30-60 cm
	Grünland	0-10 cm ¹⁾
		10-30 cm

Anmerkung:

- 1) Kontaktbereich für orale und dermale Schadstoffaufnahme, zusätzlich 0-2 cm bei Relevanz des inhalativen Aufnahmepfades
- 2) 0-35 cm: durchschnittliche Mächtigkeit aufgebracht Bodenschichten; zugleich max. von Kindern erreichbare Tiefe
- 3) Bearbeitungshorizont
- 4) Hauptwurzelbereich

Für die Beurteilung von Gefahren für die inhalative Aufnahme von Bodenpartikeln sind die obersten zwei Zentimeter des Bodens maßgebend. Durch Rückstellproben ist sicherzustellen, dass der Schadstoffgehalt in der für die Staubbildung relevanten Feinkornfraktion bis 63 µm gegebenenfalls getrennt analysiert werden kann.

5.4.3.3 Entnahme von Mischproben

Zur Reduzierung des Analytikaufwandes kann es zweckmäßig sein, Mischproben zu entnehmen. Um ein Vermischen von kontaminiertem Probenmaterial mit unkontaminiertem

Material zu vermeiden (Verdünnungseffekt), dürfen nur gleichartige Proben zur Mischprobenbildung verwendet werden.

Im Zweifelsfall sollten Einzelproben entnommen werden, die ggf. später im Labor zu Mischproben vereinigt werden können. Organoleptisch auffällige Proben sollten immer als Einzelproben untersucht werden.

Bei Sondierungen ohne organoleptische Auffälligkeiten sollten folgende Bodenbereiche besonders berücksichtigt werden:

- Bereiche in der Nähe der vermuteten Eintragsquelle
- Bereiche mit erhöhter Sorptionskapazität der relevanten Schadstoffe
- Bereiche mit Grund- oder Stauwasserbeeinflussung
- Auffüllungsbereiche

Nähere Angaben zum Probennahmeraster bei der Gewinnung von Mischproben für die verschiedenen Wirkungspfade finden sich in der BBodSchV Anhang 1 Nr. 2.1.1 (Pfad Boden-Mensch) und Nr. 2.1.2. (Pfad Boden-Nutzpflanze).

5.4.4 Beprobungsprogramm für den Wirkungspfad Boden-Gewässer

Um den Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten auszuräumen oder zu bestätigen, muss für den Pfad Boden-Grundwasser gemäß § 4 Abs. 3 BBodSchV eine **Sickerwasserprognose** zur Feststellung des Stoffeintrags aus altlastverdächtigen Flächen in das Grundwasser durchgeführt werden. Im Rahmen der orientierenden Untersuchung sind hierfür örtliche Untersuchungen (z.B. Entnahme und Analyse von Boden-, Bodenluft-, Sickerwasser- und Grundwasserproben) notwendig.

Bei den erforderlichen Messungen sollten grundsätzlich solche Medien bevorzugt beprobt werden, die Emissionen aus der Verdachtsfläche nicht nur punktuell, sondern integrativ erfassen. Falls eine repräsentative Beprobung des Sickerwassers am Ort der Beurteilung (Übergang von der ungesättigten zur gesättigten Zone) nicht möglich ist - was in der Praxis den Regelfall darstellen wird - kann gemäß Anhang 1 Nr. 3.3 BBodSchV anhand verschiedener Verfahren eine annäherungsweise Abschätzung erfolgen.

- Die **Untersuchung des unmittelbaren Grundwasserabstroms bzw. des Grundwassers im Bereich der Verdachtsfläche** ermöglicht Rückschlüsse auf Emissionen. Zeigen sich z.B. signifikante Änderungen gegenüber dem Zustrom oder zu den Hintergrundwerten, so gilt dies auch als Nachweis einer grundwassergefährdenden Emission.

- **Bodenluftuntersuchungen** sind geeignet, wenn Emissionen an leichtflüchtigen organischen Kontaminanten (z.B. **LHKW**, **BTEX**) zu erwarten sind. Über Untersuchungen der Abbauprodukte (z.B. CO₂, CH₄) können auch schwerflüchtige organische Stoffe (z.B. Teeröl, Schmieröl) erkannt werden.
- Aus der Untersuchung von **Bodenproben und Eluaten** können über die Konzentrationen am Ort der Probennahme erste Rückschlüsse auf die Verhältnisse am Ort der Beurteilung erfolgen. Eine Auflistung der verschiedenen Elutions- und Analysenverfahren findet sich in Anhang 1 Nr. 3.1.2 und Nr. 3.1.3 BBodSchV sowie in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.

Es muss im Einzelfall entschieden werden, ob Grundwasseruntersuchungen im Rahmen der orientierenden Untersuchung notwendig und zweckmäßig sind. Auf der Basis der Erkenntnisse aus der Ortseinsicht, der vertieften historischen Erkundung und der hydrogeologischen Datenrecherche ist über Art, Anzahl und Platzierung von Grundwassermessstellen zu entscheiden.

Im Rahmen der orientierenden Untersuchung sollten Grundwasseruntersuchungen grundsätzlich durchgeführt werden, wenn auf der altlastverdächtigen Fläche bzw. im Umfeld bereits Grundwasseraufschlüsse (Messstellen, Privatbrunnen, Quellen, etc.) vorhanden sind. Vor der Beprobung ist die Messstelle auf ihre Eignung zu überprüfen.

Oberirdische Gewässer sollten dann untersucht werden, wenn sie sich im unmittelbaren Umfeld der Kontaminationen befinden und eine Beeinflussung durch ausgetretenes Sickerwasser, Abschwemmungen von belastetem Boden oder Staub bzw. durch belastetes Grundwasser erfolgen kann. Hinweise zur Probennahme sind in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU enthalten (vgl. dazu Nr. 3.1 BayBodSchVwV).

5.4.5 Ergänzende Untersuchungen

Ergänzende Untersuchungen können wertvolle Hinweise auf das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten liefern.

Substanzproben

Unter Umständen kann bereits bei der orientierenden Untersuchung die Entnahme und Untersuchung von Substanzproben erforderlich sein. Oft müssen hierfür spezielle Probennahmetechniken angewendet werden. So können Stoffe beispielsweise in Schächten und Kanälen, in geschlossenen oder defekten Behältnissen unterschiedlichster Art sowie im

Bereich von Produktionsgebäuden oder Vernichtungsplätzen in teilweise hoher Stoffkonzentration aufgefunden werden. Auch die Untersuchung der Bausubstanz ehemaliger Produktions- oder Untersuchungsgebäude (z.B. Betonfußböden, Wände mit Mörtel- oder Fliesenmaterial, Bunkeranstriche) kann erforderlich werden.

Schnelltests

Schnelltests können angewendet werden um unmittelbar vor Ort Nachweise über etwaige Kontaminationen zu erhalten. Dadurch ist u.U. eine präzise Festlegung von Beprobungspunkten möglich, wenn die Ausdehnung der Kontamination noch unbekannt ist. Auch ein vager Kontaminationsverdacht kann so schnell bestätigt oder ausgeräumt und das Beprobungskonzept entsprechend angepasst werden.

Geophysikalische Untersuchungen

Für verschiedene Aufgabenstellungen bieten sich geophysikalische Untersuchungen an. Empfohlen werden geomagnetische Verfahren zum Nachweis von Materialien mit starker Magnetisierung in Tiefen bis zu 3 m oder der Einsatz von Bodenradar zum Orten von metallischen und nichtmetallischen Objekten in Tiefen bis ca. 3 m.

Insbesondere können die Verfahren eingesetzt werden zum Lokalisieren von

- unterirdischen Tanks, vergrabenen Fässern und anderen Behältnissen
- Hohlräumen
- Wasser- und Abwasserleitungen
- Munitionsvergrabungen

Wesentliche Vorteile geophysikalischer Verfahren bestehen darin, dass sie berührungslos und zerstörungsfrei arbeiten und sich besonders bei der Untersuchung größerer Flächen oft kostengünstig einsetzen lassen. Als Nachteil ist zu nennen, dass die auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten oft vorhandenen Betonreste (mit umfangreicher Stahlbewehrung) gleiche Messsignale erzeugen. Eine exakte Identifizierung ist dann erst durch Nachgraben möglich.

Erkundung von Hohlräumen und Kanälen

Die im Rahmen der historischen Erkundung oder der genannten geophysikalischen Untersuchungen gefundenen Kanäle und Hohlräume sind orientierend zu erkunden. Da sich in Abwasserkanälen von Explosivstofffabriken oder **Füllstellen** oft Sprengstoffreste befinden oder in Hohlräumen Kampfstoffe oder Munition abgelagert sein können, sind Begehungen

sowohl aus Arbeitssicherheitsgründen als auch wegen der begrenzten Abmessungen nicht möglich.

Eine vollständige Erkundung und Räumung durch hierfür spezialisierte Firmen erfolgt in der Regel erst in späteren Untersuchungsphasen.

5.5 Bewertung der Ergebnisse

Im Rahmen der orientierenden Untersuchung ist zu ermitteln, ob konkrete Anhaltspunkte für das Vorliegen eines hinreichenden Verdachtes einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten vorliegen (§ 3 Abs. 4 BBodSchV). Dazu sind die Ergebnisse der orientierenden Untersuchung gemäß § 4 BBodSchV zu bewerten.

5.5.1 Aufbereitung und Auswertung der Daten

Zu Beginn der Bewertung müssen die gewonnenen Messergebnisse aufbereitet werden

Geologische und hydrogeologische Standortbedingungen

Die Präzisierung der gewonnenen geologischen und hydrogeologischen Erkenntnisse erfolgt durch Kombination der in der historischen Erkundung ermittelten Informationen mit den bei den Bohrungen und Sondierungen gewonnenen Daten. Auf Grundlage der Dokumente von Vor-Ort-Arbeiten können zusätzlich zum Schichtaufbau oft ergänzende Angaben zum Aufbau und zur Durchlässigkeit der einzelnen Schichten, zu den Flurabständen, zu den Grundwasserleitern, zu hydraulischen Trennschichten und weitere Angaben abgeleitet werden.

Aufbereitung der Analysenergebnisse

Die Aufbereitung der Analysenergebnisse umfasst eine Überprüfung der Analysenprotokolle und den Abgleich mit den Probennahmeprotokollen. Zusätzlich ist ein Vergleich der Analysendaten mit Hintergrundwerten sinnvoll. Zur Plausibilitätsprüfung der Wasserproben empfiehlt es sich, die vor Ort bestimmten Parameter (insbesondere Färbung, Trübung, pH-Wert, Leitfähigkeit) mit den im Labor ermittelten Werten zu vergleichen. Das Ergebnis der aufbereiteten Analysendaten soll eine Zusammenstellung aller Proben sein, aufgeschlüsselt nach den beprobten Medien.

5.5.2 Bewertung

Die Bewertung der Untersuchungen erfolgt insbesondere anhand von **Prüfwerten** (Anhang 2 BBodSchV).

„Liegen der Gehalt oder die Konzentration eines Schadstoffes unterhalb des jeweiligen Prüfwertes in Anhang 2, ist insoweit der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgeräumt. Wird ein Prüfwert nach Anhang 2 Nr. 3 am Ort der Probennahmen überschritten, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob die Schadstoffkonzentration im Sickerwasser am Ort der Beurteilung den Prüfwert übersteigt.“ (§ 4 Abs. 2 BBodSchV)

„Konkrete Anhaltspunkte, die den hinreichenden Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast begründen [...], liegen in der Regel vor, wenn Untersuchungen eine Überschreitung von Prüfwerten ergeben oder wenn auf Grund einer Bewertung nach § 4 Abs. 3 eine Überschreitung von Prüfwerten zu erwarten ist.“ (§ 3 Abs. 4 BBodSchV)

5.5.2.1 Bewertung für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)

Für den Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt) sind zur Bewertung der Untersuchungsergebnisse die nutzungsspezifischen **Prüfwerte** nach Anhang 2 BBodSchV heranzuziehen. Für dort nicht genannte Parameter finden sich vorläufige Prüfwerte (mit orientierendem Charakter) in der Loseblattsammlung „Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten“ (UBA 1999). In dieser Sammlung werden auch die in **Anlage 3** aufgeführten vorläufigen Prüfwerte für rüstungsspezifische Parameter herausgegeben (in Vorbereitung). Für die Beurteilung von rüstungsspezifischen und sonstigen Parametern, für die noch keine länderübergreifenden verbindlichen Prüfwerte vorliegen, ist frühzeitig die Gesundheitsverwaltung und das Bayerische Landesamt für Umweltschutz einzuschalten.

Bei der Heranziehung dieser vorläufigen Prüfwerte ist zu beachten, dass Nitroaromaten Kombinationswirkungen (gleichzeitige Wirkung auf ein Zielorgan) aufweisen können. Um bei gleichzeitigem Vorkommen zweier oder mehrerer Substanzen aus der Stoffgruppe der Nitroaromaten solche Kombinationswirkungen zu berücksichtigen, ist in **Anlage 3** (gemäß F+E-Vorhaben 298 76 251 des UBA) ein Verfahren vorgeschlagen, das im Bereich der Bewertung von Stoffgemischen bereits Anwendung findet.

5.5.2.2 Bewertung für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze

Für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze sind die Prüf- und **Maßnahmenwerte** nach Anhang 2 BBodSchV heranzuziehen. Für rüstungsspezifische Parameter gibt es derzeit allerdings noch keine **Prüfwerte**. Es ist jedoch bekannt, dass z.B. Nitroaromaten und auch Hexogen in Pflanzen aufgenommen werden können.

Falls bei einer Rüstungsaltplast der Pfad Boden-Nutzpflanze auf Grund der bestehenden oder geplanten Nutzung der Fläche relevant ist, sind zur Bewertung stets die Landwirtschaftsbehörden und ggf. auch die Gesundheitsverwaltung (z.B. bei Hausgärten) einzubeziehen.

5.5.2.3 Bewertung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer

Bei der Bewertung der Ergebnisse ist nach Anhang 2 Nr. 3 BBodSchV vorzugehen. Weitere Hinweise finden sich in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.

5.5.3 Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise

Nach der Gefährdungsabschätzung der altlastverdächtigen Flächen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

- Flächen, bei denen der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten ausgeräumt ist, sind aus dem Verdacht zu entlassen.
- Flächen, bei denen ein hinreichender Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten vorliegt, sind einer Detailuntersuchung zu unterziehen. Zusätzlich können Nutzungseinschränkungen, Überwachungs- sowie Sicherungsmaßnahmen notwendig sein. Bei Feststellung einer akuten Gefährdung sind Sofortmaßnahmen einzuleiten.

5.5.4 Dokumentation

Sämtliche Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten müssen vollständig und eindeutig dokumentiert sein. Rechnerisch ermittelte Daten sind nachvollziehbar darzustellen. Wichtige Ergebnisdarstellungen sind aufzunehmen. Dazu sollte das Gutachten eine übersichtliche Zusammenstellung der wesentlichen Messwerte von relevanten Schadstoffen in Tabellen oder Grafiken, getrennt nach den untersuchten Medien (Boden, Wasser, Bodenluft, sonstige Materialien) enthalten. In den Anlagen sind alle Mess- und Analysendaten sowie Karten und Protokolle beizufügen.

6 Detailuntersuchung

6.1 Aufgaben und Ziele

Wurde durch die orientierende Untersuchung einer Verdachtsfläche der Verdacht einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten hinreichend begründet, soll eine Detailuntersuchung nach § 2 Nr. 4 in Verbindung mit Anhang 1 Nr. 1.2 BBodSchV durchgeführt werden (§ 3 Abs. 4 BBodSchV).

Im Rahmen der Detailuntersuchung sind insbesondere

- Menge
- räumliche Verteilung und
- Mobilität / Mobilisierbarkeit der Schadstoffe
- Ausbreitung der Schadstoffe im Boden und in Gewässern,
- Austragsraten in Gewässer oder in die Luft und
- die Exposition der Schutzgüter

unter Verwendung einer angepassten Beprobung und Untersuchung zu ermitteln (ALA 2000).

Ziel der Detailuntersuchung ist die abschließende Gefährdungsabschätzung als Entscheidungsgrundlage im Hinblick auf Art und Umfang ggf. notwendiger Maßnahmen nach § 2 Abs. 7 oder 8 BBodSchG.

6.2 Zuständigkeit

Liegt nach der orientierenden Untersuchung ein hinreichender Verdacht auf das Vorliegen einer Altlasten vor, ist nach Nr. 4.1.2.1 BayBodSchVwV von der Kreisverwaltungsbehörde zunächst ein Untersuchungspflichtiger (Handlungs- oder Verhaltensverantwortlicher) auszuwählen.

Auf Grundlage des BayBodSchG wird in Nr. 4.1.2.2 BayBodSchVwV geregelt: *„Die Kreisverwaltungsbehörde ordnet nach § 9 Abs. 2 Satz 1 BBodSchG an, dass der Untersuchungspflichtige die notwendigen Untersuchungen zur abschließenden Gefährdungsabschätzung (Detailuntersuchung nach § 2 Nr. 4 BBodSchV) durchzuführen hat.“*

6.3 Organisatorische Vorarbeiten

Die organisatorischen Vorarbeiten entsprechen im Wesentlichen denen der orientierenden Untersuchung (vgl. [Kapitel 5.3](#)).

6.4 Untersuchungsprogramm

Die Untersuchungsstrategie wird vom Verpflichteten oder der von ihm beauftragten Fachfirma auf der Grundlage der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung entsprechend den Vorgaben der BBodSchV erarbeitet. Die Beprobungsmedien, Probennahmepunkte und Analytikparameter müssen so festgelegt werden, dass die kontaminierten Bereiche eindeutig horizontal und vertikal abgegrenzt werden können und eine schutzgutbezogene Bewertung des Gefährdungspotentials der Rüstungsalblastverdachtsfläche möglich ist. Insbesondere die gegenwärtige bzw. zukünftige Nutzung ist bei der Festlegung des Untersuchungsprogramms zu berücksichtigen.

Die Aufstellung des Untersuchungsprogramms erfolgt analog der Vorgehensweise bei der orientierenden Untersuchung ([Kapitel 5.4](#)).

Die Parameterliste für die Analytik von Boden-, Bodenluft- und Gewässerproben ist auf der Grundlage der Erkenntnisse aus der orientierenden Untersuchung zu überarbeiten. Insbesondere ist auf das Schadstoffspektrum zu untersuchen, das sich nach Abschluss der orientierenden Untersuchung als relevant erwiesen hat. Für unterschiedlich belastete Teilflächen sind angepasste Parameterlisten zu erstellen.

Wurden bei der orientierenden Untersuchung Summenparameter bestimmt (z.B. [LHKW](#), [PAK](#)) und zeigten diese erhöhte Werte, so sind bei der Detailuntersuchung Einzelstoffbestimmungen durchzuführen.

Analog zum Vorgehen bei der orientierenden Untersuchung sind auch bei der Detailuntersuchung präzise Festlegungen in Bezug auf Arbeitssicherheitsmaßnahmen zu treffen (s. [Kapitel 3](#)).

6.4.1 Beprobungsprogramm für die Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze

6.4.1.1 Probennahmeraster bei der Entnahme von Einzelproben

Die BBodSchV fordert grundsätzlich die repräsentative Beprobung unter Zuhilfenahme eines Rasters (Anhang 1 Nr. 2.1 BBodSchV).

Die Festlegung der Probennahmepunkte basiert auf der in der orientierenden Untersuchung ermittelten Schadstoffverteilung und der Höhe der Schadstoffkonzentrationen. Die im Folgenden empfohlene und in der Praxis bewährte Probennahmestrategie setzt sich dabei aus mehreren Einzelkomponenten für unterschiedlich kontaminierte Teilbereiche zusammen:

- Wurden auf bestimmten Teilflächen hohe Prüfwertüberschreitungen oder häufiges Auftreten von Prüfwertüberschreitungen festgestellt, so ist die Zielsetzung der weiteren Beprobung die genaue Eingrenzung der Kontamination. Dies geschieht durch eine Verdichtung des Probennahmerasters im Bereich mit großen Konzentrationsunterschieden, in Bereichen in unmittelbarer Nähe der vermuteten Kontaminationsquelle und im Bereich der wahrscheinlichen Ausbreitungsrichtung.
- Sind die gefundenen Prüfwertüberschreitungen weniger deutlich ausgeprägt, so sollte der betreffende Bereich gründlicher untersucht werden, da z.B. der Kontaminationschwerpunkt im näheren Umfeld liegen kann. Zur Lokalisierung des Kontaminationschwerpunktes ist die Beprobungsdichte gegenüber der orientierenden Untersuchung so zu erhöhen, dass sich zwischen zwei benachbarten Probennahmepunkten, die nur geringe Prüfwertüberschreitungen aufweisen, zusätzliche Probennahmestellen befinden. Weitere Untersuchungen werden notwendig, wenn sich durch die Organoleptik oder durch Vor-Ort-Methoden Auffälligkeiten zeigen.
- Bei einmalig auftretenden hohen Prüfwertüberschreitungen sollte geprüft werden, ob die Kontamination tatsächlich nur punktuell ist, oder ob sie eine größere Flächenausdehnung besitzt. Dazu ist das nähere Umfeld bis zu den benachbarten Bohrpunkten zu kontrollieren.
- Wurden in potentiell kontaminierten Bereichen trotz begründeten Verdachts (insbesondere bereits in der orientierenden Untersuchung ermittelte Grundwasserbelastungen, Belastungshinweise aus der historischen Erkundung, beobachtete Pflanzenschäden etc.) keine Prüfwertüberschreitungen festgestellt, liegt nahe, dass die Kontaminationschwerpunkte nicht getroffen wurden. Gegebenenfalls sind zusätzliche Probennahme-

punkte zu definieren, um eine mögliche Kontamination mit Sicherheit ausschließen zu können.

Die Anzahl der Probennahmepunkte ist abhängig von der Größe der Verdachtsfläche sowie von den Gegebenheiten vor Ort. Als Empfehlung gelten die in **Tabelle 5** dargestellten Mindestwerte gemäß den Materialien des StMLU, Band 129 (StMLU, 1997).

Tabelle 5: Mindestanzahl an Probennahmestellen im Rahmen der Detailuntersuchung.

Fläche [m ²]	Anzahl	Fläche [m ²]	Anzahl
1.500	5	27.500	13
2.500	6	35.000	14
4.000	7	42.000	15
6.500	8	50.000	16
9.000	9	60.000	17
12.500	10	72.500	18
16.000	11	85.000	19
21.000	12	100.000	20

6.4.1.2 Beprobung von Flächen zwischen den Kontaminationsschwerpunkten

Zur vollständigen Untersuchung einer Rüstungsalzlastverdachtsfläche ist zur Abklärung des Gefährdungspotentials die Ermittlung der räumlichen Verteilung der Schadstoffe zwingend notwendig. Dazu muss die Beprobung auch zwischen den Kontaminationsschwerpunkten erfolgen, da auch hier auf Grund von singulären Ereignissen (Brände, Explosionen, Bombardierungen, Havarien) oder auf Grund von nicht oder unzureichend dokumentierten Vorgängen (z.B. Abfallbeseitigung, Abwasserentsorgung, Lagerung oder Umschlag von Stoffen) Bodenverunreinigungen zunächst nicht ausgeschlossen werden können.

Da für diese Teilflächen i.d.R. keine Hinweise auf Kontaminationen vorliegen, können größere Abstände zwischen den Probennahmepunkten gewählt werden. Hier entscheidet im Wesentlichen die Sensibilität der Nachnutzung über die Anzahl der Probennahmepunkte. In **Tabelle 6** ist eine Orientierungshilfe für die Festlegung der Anzahl der Probennahmepunkte dargestellt

Liegen keine Kenntnisse über die standortspezifischen **Hintergrundgehalte** vor, können zusätzlich Untersuchungen unbelasteter Bereiche in der Umgebung notwendig sein. Sie dienen als Bezugsbasis für die Beurteilung der Verunreinigungen auf dem Standort.

Tabelle 6: Orientierungshilfe für die Festlegung der Anzahl der Probennahmepunkte bei nutzungsbezogener Beprobung für Flächen zwischen den Kontaminationsschwerpunkten

Flächengröße [m ²]	Nutzungstypen			
	Kinderspielplätze, Wohngebiete, Park- und Freizeitanlagen		Weniger sensible Nutzungen, z.B. Industrie- und Gewerbe- grundstücke	
	Anzahl der Probennahme- punkte	Durchschnittl. Fläche je Proben- nahmepunkt [m ²]	Anzahl der Proben- nahmepunkte	Durchschnittl. Fläche je Proben- nahmepunkt [m ²]
< 500	1 - 3	ca. 200	1 – 2	250 – 500
500 -10.000	3 – 10	150 – 1.000	2 – 5	250 – 2.000
10.000 -100.000	10 – 40	1.000 – 2.500	5 – 10	2.000 – 10.000
100.000 - < 500.000	40 - 200	2.500	10 – 50	10.000

6.4.1.3 Vertikale Lage der Probennahmepunkte

Für die wirkungspfadspezifische Festlegung der Probennahmetiefen gelten die für die orientierende Untersuchung beschriebenen Werte ([Kapitel 5.4.3.2](#)).

6.4.1.4 Entnahme von Mischproben

Zur Überprüfung der Wirkungspfade Boden-Mensch (direkter Kontakt) und Boden-Nutzpflanze im Hinblick auf betroffene sensible Nutzungen kann die Entnahme von flächenbezogenen Oberflächenmischproben sinnvoll sein. Diese richtet sich analog zur orientierenden Untersuchung nach Anhang 1 BBodSchV (vgl. [Kapitel 5.4.3.3](#)).

6.4.2 Beprobungsprogramm für den Wirkungspfad Boden-Gewässer

Die Detailuntersuchung muss als wesentliche Aussage enthalten, ob und von welchen kontaminierten Bereichen des Untergrunds auf Grund von derzeitigen oder künftigen Schadstoffausträgern eine Gefahr für das Grundwasser besteht. Diese Aussage muss - anders als bei der orientierenden Untersuchung - die gesamte Bodenbelastung umfassen. Erheblich belastete Bereiche müssen horizontal und vertikal abgegrenzt sein. Die qualitative und quantitative Beurteilung der derzeitigen und künftigen Emissionssituation bildet die Basis für die einzelfallspezifische Einstufung der Gefahr für das Grundwasser sowie der ggf. erforderlichen Maßnahmen.

Es kann, wie schon in **Kapitel 5.4.4** beschrieben, die derzeitige Emission in den seltensten Fällen direkt über **Sickerwasser- oder Kontaktgrundwasseranalysen** „am Ort der Beurteilung“ erfasst werden. In der Praxis wird die Gewässergefährdung durch Bodenbelastungen vor allem indirekt auf Grund der Ergebnisse von bisher bewährten **Boden- bzw. Bodenluftuntersuchungen** abgeschätzt.

Zweckmäßig sind ebenfalls ergänzende Untersuchungen bzw. Sondierungen, um die notwendigen hydrogeologischen und hydraulischen Ausgangsdaten für die **Grundwasserbe- probung** und ggf. –sanierung zu vervollständigen.

Im Einzelnen können folgende hydrogeologische Kenndaten genannt werden:

- Schichtaufbau, Tektonik (Schichtfugen, Klüfte, Schieferung, Störungen)
- Anzahl und Gliederung der Grundwasserstockwerke, Lage der Grundwasserstauer
- Grundwasserflurabstand, -mächtigkeit und –neubildungsrate, Relief des Stauers, Geometrie des Aquifers
- Beschreibung des Grundwassertyps (z.B. Quartär-, Tertiär-, Gipskeuperwasser)
- Mächtigkeit und Durchlässigkeit der ungesättigten Bodenzone
- Hangwasserzutritte, aufsteigende Grundwasserströmung in Vorflutnähe
- Vorflutverhältnisse bzw. Lage der Fläche zum Vorfluter
- Art und Ausdehnung des Aquifers (Homo-/Heterogenität, freies/gespanntes Grundwasser, Poren-, Kluft- oder Karst-Grundwasserleiter)
- Transmissivität, k_f -Wert, durchflusswirksamer Hohlraumanteil, Speicherkoeffizient, Dispersivität
- Grundwasserfließrichtung und Abstandsgeschwindigkeit

Aufbauend auf den Erkenntnissen der orientierenden Untersuchung und der vertieften hydrogeologischen Datengrundlage können zusätzliche Grundwassermessstellen errichtet werden. Diese sind so zu platzieren, dass Verunreinigungszentren bzw. deren unmittelbarer Abstrombereich sowie die relevante Abstrombreite erfasst werden können.

Gegebenenfalls ist die Durchführung von Pumpversuchen für eine detaillierte Gefährdungsabschätzung notwendig. Dabei erhält man neben zusätzlichen Aussagen zur Grundwasserbelastung auch Informationen zur Durchlässigkeit der gesättigten Bodenzone und zur Ergiebigkeit des Aquifers. Nähere Erläuterungen finden sich in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.

Wurden in der orientierenden Untersuchung Bodenluftverunreinigungen festgestellt, sind in der Detailuntersuchung weitere Bodenluftuntersuchungen notwendig. Die quantitative Bestimmung der Kontamination erfordert jedoch die Untersuchung von Bodenproben, die i.d.R. an ausgewiesenen Belastungsschwerpunkten der Bodenluft entnommen werden.

Die horizontale Lage der Probennahmepunkte wird auf der Basis der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung je nach festgestellten Kontaminationsschwerpunkten festgelegt. Um Aussagen über die flächenhafte Ausbreitung der Stoffe im Boden treffen zu können, erfolgt ähnlich wie bei den Bodenuntersuchungen eine Verdichtung des Probennahmerasters. Der Abstand der Messpunkte ist von der Entfernung zur Kontaminationsquelle abhängig und beträgt bei einer Beprobung mit Hilfe eines Rasters i.d.R. zwischen 10 m und 50 m.

Zusätzlich können im Bereich der Kontaminationsschwerpunkte auch tiefenhorizontierte Bodenluftuntersuchungen zweckmäßig sein. Sie werden in Abhängigkeit von Mächtigkeit und Inhomogenität der ungesättigten Zone durchgeführt. Die Beprobung findet dabei je nach Gegebenheiten meterweise bzw. horizontspezifisch statt (VDI, 1996).

Gibt es außerdem auf Grund der Ergebnisse der Bodenluftuntersuchungen Anhaltspunkte für die Ausbreitung von flüchtigen Schadstoffen aus einer Verdachtsfläche in Gebäude, so können je nach Nutzung des Standortes oder der Umgebung auch Untersuchungen der Innenraumluft notwendig sein.

6.4.3 Ergänzende Probennahmen

In Abhängigkeit von den spezifischen Randbedingungen der Rüstungsalzlastverdachtsfläche können weitere Probennahmen notwendig sein (vgl. auch [Kapitel 5.4.5](#)):

- Substanzproben
- Staubmessungen
- Raumluft
- Pflanzen

6.5 Bewertung und Dokumentation der Ergebnisse

6.5.1 Aufbereitung und Auswertung der Daten

Die Aufbereitung und Auswertung der Daten erfolgt analog zu der in Kapitel 5.5.1 beschriebenen Vorgehensweise. Die Daten sind insbesondere dahingehend zu überprüfen, ob sie den folgenden Kenntnisstand über die altlastverdächtige Fläche als Grundlage für die abschließende Gefahrenbeurteilung und für die Bewertung liefern oder ob gegebenenfalls Nachuntersuchungen notwendig sind (ALA 2000):

- Geologisch / hydrogeologische und hydrologische Situation:
 - Mächtigkeit und Aufbau der ungesättigten Zone
 - Anzahl und Flurabstand der Grundwasserleiter einschl. hydraulischer Trennschichten
 - Mächtigkeit und Aufbau der Grundwasserleiter
 - Fließrichtung, Durchlässigkeit, Transmissivität und Abstandsgeschwindigkeit
 - Niederschlag und Grundwasserneubildungsrate
- Kompartimentspezifische Belastungssituation durch relevante Schadstoffe:
 - Schadstoffkonzentration / Fracht
 - horizontale und vertikale Verteilung
 - Mobilisierbarkeit, Mobilität, Verfügbarkeit
 - **geogene** und **anthropogen Hintergrundgehalte**
- Nutzung, Umfeld, Wirkungspfade, Schutzgüter:
 - ehemalige, derzeitige, rechtlich zulässige und geplante Nutzung
 - Nutzungsempfindlichkeit des Umfelds
 - relevante Wirkungspfade
- betroffene Schutzgüter:
 - **Expositionsbedingungen**

6.5.2 Beurteilung und Bewertung

Die Beurteilung durch den Gutachter/Sachverständigen dient als Grundlage für die Bewertung (Prüfung der Rechtsfragen, Ermessensausübung und Entscheidung) durch die zuständige Behörde. Bestandteil der **Beurteilung** sind im Einzelnen (z.T. nach ALA 2000):

- Darstellung der im Einzelfall relevanten Wirkungspfade

- Beschreibung der Tatsache, ob die Schadstoffgehalte in den beurteilungstrelevanten Bereichen/Umweltmedien der altlastverdächtigen Fläche signifikant höher als in der unbeeinflussten Umgebung sind (ursachenbezogene Betrachtung)
- Beschreibung der Einwirkungen und Wirkungen, die nach Abschätzung in überschaubarer Zukunft nach Art und Ausmaß zu erwarten sind (Expositionsabschätzung)
- Aufzeigen noch offener Fragen
- Vorschläge für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen zur Sachverhaltsermittlung
- Ggf. Empfehlungen zum weiteren Handlungsbedarf hinsichtlich notwendiger Maßnahmen zur Gefahrenabwehr.

Die Ergebnisse der Detailuntersuchung werden grundsätzlich entsprechend der Vorgehensweise bei der orientierenden Untersuchung ([Kapitel 5.5.2](#)) bewertet. Auf Grundlage der zusätzlich in der Detailuntersuchung gewonnenen Erkenntnis muss jedoch eine umfassendere und abschließende **Bewertung** des Gefährdungspotentials hinsichtlich der einzelnen Wirkungspfade möglich sein.

Nach § 4 Abs. 4 BBodSchV gilt: „Die Ergebnisse der Detailuntersuchung sind [...] daraufhin zu bewerten, inwieweit Maßnahmen nach § 2 Abs. 7 oder 8 [Sanierungs- bzw. Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen] des Bundes-Bodenschutzgesetzes erforderlich sind.“

Bei der Bewertung der weiteren Vorgehensweise ist stets der Grundsatz der Verhältnismäßigkeit zu berücksichtigen. Mit Bezug auf den Wirkungspfad Boden-Gewässer führt die BBodSchV in § 4 Abs. 7 dazu aus: „Wenn erhöhte Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser oder andere Schadstoffausträge auf Dauer nur geringe Schadstofffrachten und nur lokal begrenzt erhöhte Schadstoffkonzentrationen in Gewässern erwarten lassen, ist dieser Sachverhalt bei der Prüfung der Verhältnismäßigkeit von Untersuchungs- und Sanierungsmaßnahmen zu berücksichtigen.“

6.5.3 Dokumentation

Die Dokumentation wird analog zu den Vorgaben der orientierenden Untersuchung erstellt (s. [Kapitel 5.4.4](#)).

7 Anforderungen an Sachverständige und Untersuchungsstellen

Nach § 18 BBodSchG gilt: „*Sachverständige und Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen, müssen die für diese Aufgaben erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen*“. Mit Art. 6 BayBodSchG hat Bayern von der bundesrechtlichen Ermächtigung Gebrauch gemacht, Einzelheiten der an Sachverständige und Untersuchungsstellen zu stellenden Anforderungen, Art und Umfang der von ihnen wahrzunehmenden Aufgaben, die Vorlage der Ergebnisse ihrer Tätigkeit und die Bekanntgabe von Sachverständigen zu regeln.

In einer Rechtsverordnung regelt das Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU) u.a. die Anforderungen an die Sachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnische Ausstattung. Bis zum Inkrafttreten dieser Verordnung können Sachverständige und Untersuchungsstellen wie bisher tätig werden (Nr. 8 BayBodSchVwV).

7.1 Anforderungen an Sachverständige

Den materiellen Anforderungen an Sachverständige liegt das länderübergreifend abgestimmte und von der LABO am 26.01.2000 beschlossene „Merkblatt über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG“ vom 15.12.1999 zugrunde ([Anlage 7](#)). Danach ist die erforderliche Sachkunde gegeben, wenn der Sachverständige auf einem abgegrenzten Wissensgebiet auf Grund seiner fachspezifischen Ausbildung, beruflichen Bildung und praktischen Erfahrung über besondere Fachkenntnisse verfügt und zur ordnungsgemäßen Erfüllung der ihm im Einzelfall obliegenden Aufgaben geeignet ist.

Sachverständige für Altlasten müssen im besonderen Maße befähigt sein:

- Sachlagen, bei denen eine Entscheidung der zuständigen Behörde über Sofortmaßnahmen herbeizuführen ist, zu erkennen und geeignete Maßnahmen vorzuschlagen
- Untersuchungsdefizite und ggf. noch offene Fragen aufzuzeigen
- Vorschläge für das weitere Vorgehen zu entwickeln
- Untersuchungen zu koordinieren und Hilfsleistungen zu veranlassen
- Zu erkennen, ob weitere Sachverständige hinzuzuziehen sind und
- Sachverhalte abschließend zu beurteilen.

Sachverständige, die nachweisen, dass sie den in der o.g. Rechtsverordnung festgelegten Anforderungen genügen, werden auf Antrag für die nachfolgenden Sachgebiete der Altlastenbearbeitung durch das Landesamt für Wasserwirtschaft zugelassen:

- Flächenhafte und standortbezogene Erfassung / **historische Erkundung**
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze / Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien
- Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch
- Sanierung
- Gefahrenermittlung, -beurteilung und –abwehr von schädlichen Bodenverunreinigungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser

Dabei muss der Sachverständige bezogen auf die fachlichen Voraussetzungen (Sachkunde) „Allgemeine Anforderungen“ und für mindestens ein Sachgebiet „Sachgebietspezifische Anforderungen“ erfüllen.

7.2 Anforderungen an Untersuchungsstellen

Den materiellen Anforderungen an Untersuchungsstellen liegen die länderübergreifend abgestimmten und von der LABO am 11./12.09.2000 beschlossenen „Bereichsspezifischen Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten - Fachmodul Boden und Altlasten“ (Stand 12.09.2000) zugrunde (**Anlage 7**).

Untersuchungsstellen, die nachweisen, dass sie den in der Rechtsverordnung nach Art. 6 BayBodSchG festgesetzten Anforderungen genügen, werden auf Antrag für bestimmte Untersuchungsbereiche durch das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft zugelassen.

8 Besonderheiten bei der Ausschreibung und Erläuterungen zum weiteren Vorgehen

Das in **Anlage 4** enthaltene Leistungsverzeichnis ist eine Zusammenstellung der wichtigsten Leistungen, die bei einer orientierenden und Detailuntersuchung notwendig sein können. Das Leistungsverzeichnis muss jedoch in jedem Fall auf die speziellen Erfordernisse jedes einzelnen Standortes angepasst werden.

8.1 Arbeitsschutz

Die Arbeiten sind unter Einhaltung der BGR 128 ehemals ZH 1/183 (1997) durchzuführen. Bei der Ausschreibung ist darauf zu achten, dass die Untersuchungen durch entsprechend qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden. Die Qualifikation muss die Kenntnis über rüstungsallastspezifische Besonderheiten als auch den Arbeitsschutz umfassen. Ein entsprechender Nachweis (Durchführung von entsprechenden Arbeiten und Teilnahme an anerkannten Lehrgängen) sollte erbracht werden.

8.1.1 Arbeits- und Sicherheitsplan

Durch die Erstellung eines Arbeits- und Sicherheitsplanes und, falls erforderlich, der schriftlichen Bestellung eines weisungsbefugten Koordinators, kommt der Auftraggeber seiner Dokumentationspflicht gemäß BGR 128 nach. Häufig wird mit diesen Arbeiten eine Fachfirma mit der entsprechenden Qualifikation bzw. Referenzen beauftragt.

Der Arbeits- und Sicherheitsplan ist gemäß BGR 128 Anhang 3 (1997) zu verfassen und muss folgende Teile umfassen.

- Allgemeine Daten
- Standortbeschreibung
- Arbeits- und Gesundheitsschutz
- Entsorgung
- Dokumentation, Nachweis

Der Forderungen des Arbeits- und Sicherheitsplanes müssen im Leistungsverzeichnis berücksichtigt werden. Daher sollte bei Standorten, die in Bezug auf den Arbeitsschutz komplexe Verhältnisse aufweisen, der Arbeits- und Sicherheitsplan (inkl. Betriebsanweisung) vor der Vergabe der Leistungen vorliegen.

Der Arbeits- und Sicherheitsplan muss dabei so erstellt werden, dass er als Grundlage für die Vergabe der Leistungen in Bezug auf den Arbeitsschutz herangezogen werden kann (z.B. Benutzung von Schutzausrüstung, messtechnische Überwachung). Hierbei müssen auch die für den Arbeitsschutz relevanten Standortbedingungen (z.B. Boden- und Wasser- verhältnisse entsprechend der bisher durchgeführten Untersuchungen) enthalten sein.

Wichtig ist außerdem die Nennung der beteiligten Behörden sowie der Hinweis auf die Meldepflichten nach BGR 128 (1997) und § 37 GefStoffV. Gegebenenfalls ist ein Koordinator im Sicherheitsplan namentlich zu benennen. Die Lagepläne dürfen sich nicht nur auf die Lage und Umgrenzung des Standortes beschränken, sondern es sollten auch die vorhandenen Lagepläne zu einzelnen Untersuchungen (Bohrungen, Schürfe, Grundwasser- messstellen u.ä.) enthalten sein.

Abgeleitet aus der Gefahrenanalyse sind im Sicherheitsplan die notwendigen Schutzmaßnahmen (technische, organisatorische und persönliche) zu nennen und Verhaltensregeln zur Handhabung und Entsorgung kontaminierter Schutzausrüstung und anderer kontaminierter Gegenstände festzulegen.

8.1.2 Betriebsanweisung

Die Hauptmenge der Dokumentationen und Nachweise sind vom ausführenden Unternehmen zu erstellen bzw. zu erbringen. Zur Dokumentationsverpflichtung des Auftragnehmers gemäß GefStoffV § 20 und BGR 128 Pkt. 18 gehört die Erstellung von arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogenen Betriebsanweisungen. Die Betriebsanweisung nutzt die Daten des Sicherheitsplanes und enthält für jede einzelne Tätigkeit und jeden Arbeitsplatz die situationsspezifischen Angaben zu Verhaltensregeln, Vorgehensweisen und Schutzmaßnahmen.

Die Betriebsanweisung muss analog zum Arbeits- und Sicherheitsplan vor Beginn der Arbeiten verfasst werden. Dabei ist die TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung nach § 20 Gefahrstoffverordnung“ zugrunde zu legen. Die Betriebsanweisung muss gemäß BGR 128, Pkt. 18 sowie den Anhängen 4 und 5 folgende Punkte umfassen.

- Verzehr-, Trink- und Rauchverbot
- Verbot der Alleinarbeit
- Benutzung der Einrichtung der Schwarz-Weiß-Anlage (falls vorhanden)
- Benutzung der erforderlichen Schutzausrüstung einschließlich der Beachtung von ggf. vorgeschriebenen Tragezeitbegrenzungen

- Verpflichtung zur Meldung auffälliger Vorkommnisse oder gesundheitlicher Beschwerden
- Verhalten im Not- oder Gefahrenfall
- Dekontaminations- und Entsorgungsmaßnahmen
- Verpflichtung zur messtechnischen Überwachung der Arbeitsplätze
- Weisungsbefugnis (Koordinator)

Eine Mustergliederung ist in **Anlage 6** aufgeführt.

8.1.3 Dokumentation der Arbeitsschutzmaßnahmen

Insgesamt sind im Rahmen der Arbeitsschutzmaßnahmen neben dem Arbeits- und Sicherheitsplan und der Betriebsanweisung eine Reihe von Dokumentationen anzufertigen bzw. Nachweise zu erbringen. Diese Leistungen werden zusammen mit dem Arbeits- und Sicherheitsplan und der Betriebsanweisung im Leistungsverzeichnis zur orientierenden und Detailuntersuchung oder separat vorab abgefragt.

Die Dokumentation der Arbeitsschutzmaßnahmen umfasst vor allem folgende Punkte:

- Erkundung und Ermittlung von Schadstoffen
- Koordinator und Weisungsbefugnis
- Nachweis der Sachkunde für Bauleiter und Koordinator
- Art und Umfang der messtechnischen Überwachung
- Messungen zum Arbeits- und Immissionsschutz
- Anzeigepflicht für Bauarbeiten
- Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
- Maßnahmen zur Rettung und Ersten Hilfe
- Rettungsplan und Notfallausweis
- Unterweisung
- Ausbildung zum Atemschutzgeräteträger
- Einsatzprotokolle für Filter
- Brandschutzordnung mit Alarmplan/Übung
- Bautagebuch
- Entsorgung

8.1.4 Entmunitionierung

Auf potentiell kampfmittelbelasteten Flächen muss vor der Durchführung der Untersuchungsarbeiten eine Freigabe der Probennahmepunkte durch eine entsprechende Fachfirma erfolgen. In diesem Zusammenhang ist zu prüfen, ob auch die Freigabe von Wegen erforderlich ist, wenn diese im Rahmen der Untersuchungen benötigt werden.

Die Planung der Leistungen erfolgt am besten nach Erstellung des Beprobungs- und Untersuchungsplanes, da die Leistungen des Feuerwerkers von der Art der Untersuchungen und der Lage der Beprobungspunkte (sowohl horizontal als auch vertikal) abhängen. So sollten Aufschlüsse in Tiefen über 2 m durch einen Feuerwerker begleitet werden, da eine Freigabe des Beprobungspunktes durch eine Oberflächensondierung nicht möglich ist. Hier sind zusätzliche Messungen während der Probennahme notwendig.

8.2 Auswertung der Standortunterlagen und Untersuchungsplanung

Die möglichst bei einer Fachfirma in Auftrag zu gebende Auswertung der Standortunterlagen und die Planung des Untersuchungsumfangs sollte in der Regel vor der Vergabe der technischen Untersuchungen erfolgen. Nur so ist es möglich ein Leistungsverzeichnis mit eindeutig definierten Positionen sowohl in Bezug auf die Art der Leistung als auch auf deren Anzahl zu erstellen. Auf diese Weise wird eine gute Vergleichbarkeit der einzelnen Angebote erreicht. Die notwendigen Arbeitsschritte für die Auswertung der Standortunterlagen sowie die Untersuchungsplanung ist in den [Kapiteln 5.4](#) und [6.4](#) näher erläutert.

8.3 Probennahme, Transport

8.3.1 Geländeaufnahme und Dokumentation

8.3.1.1 Bodenansprache und Schichtenverzeichnisse

Die Bodenansprache erfolgt entsprechend den einschlägigen DIN-Normen. Im Einzelnen sind folgende DIN-Normen anzuwenden:

- DIN 4022-1 (1987), DIN 4022-2 (1981), DIN 4022-3 (1982) für die Bodenansprache
- DIN 4023 (1984) für die Darstellung von Bohrprofilen
- DIN 18196 (1988) für die bautechnische Beschreibung und Einstufung der Böden

Grundlage ist die organoleptische Bewertung (Farbe, struktureller Zustand usw.). Von einer aktiven geruchlichen Bewertung von Probenmaterialien wird auf Rüstungsalzstandorten aus Arbeitsschutzgründen, insbesondere wegen des oft unbekanntem, möglicherweise hochtoxischen Schadstoffspektrums, grundsätzlich abgeraten.

Aufgefundene Fremd Beimengungen (Art, Mengenanteil) und sichtbare Kontaminationen des Erdreichs sind ergänzend zu protokollieren und zu beschreiben.

8.3.1.2 Probennahmeprotokoll

Die Entnahme einer Probe ist zu dokumentieren. Dazu sind z.B. Probennahmeprotokolle gem. Materialienband 129 des StMLU (StMLU, 1997) zu führen. Für die Probennahme von Bodenluftproben ist die VDI Richtlinie 3865 Blatt 1 (VDI, 1992) und Blatt 2 (VDI, 1998) zu beachten. Probennahmeprotokolle für die Entnahme von Grundwasser- und Oberflächenwasserproben finden sich in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.

8.3.2 Aufschlussarbeiten und Probennahme

Unter Berücksichtigung der relevanten Gefährdungs- bzw. Ausbreitungspfade sind zu beproben und untersuchen:

- Boden
- Grund-, Oberflächen- und Sickerwasser
- Bodenluft

Im Einzelfall sind ergänzende Spezialuntersuchungen (z.B. der Bausubstanz) erforderlich.

8.3.2.1 Boden

A) Aufschlussverfahren

Bei der Auswahl des Aufschlussverfahrens müssen eine repräsentative Probennahme und reproduzierbare Messergebnisse gewährleistet werden. Wesentliche Auswahlkriterien sind:

- Aufgabenstellung und Ziel der Untersuchungen
- geologische und hydrogeologische Gegebenheiten (z.B. Korngrößen, Schichtenfolge, Wassergehalt)

- Angaben zu den potentiellen Schadstoffen aus der historischen Erkundung bzw. orientierenden Untersuchung
- die erforderliche Probenmenge und Güteklasse der Probe nach DIN 4021 (1990)
- das Vorhandensein von Störungen (z.B. alte Bausubstanz, Bauschutt, Auffüllungen)
- Aspekte der Arbeitssicherheit (Die bei der Bodenprobennahme verursachte Änderung des Bodengefüges kann die Schadstoffemissionen erhöhen. Aus diesem Grunde sind, soweit möglich, Bohrungen mit geringen Gefügeänderungen zu bevorzugen. Beim Anlegen von Schürfen besteht wegen der Umlagerung umfangreicher Erdmassen das größte Gefährdungspotential.)

Einen ersten Anhaltspunkt für die Auswahl des geeigneten Aufschlussverfahrens gibt Tabelle 7.

Tabelle 7: Ausgewählte Aufschlussverfahren zur Feststoffprobengewinnung

Verfahren	Kerndurchmesser [mm]	Allgemeine Hinweise
Handbohrung (Bohrstocksondierung)	ca. 15 – 80 (meist 28 oder 35)	für OU, schnelles und kostengünstiges Verfahren, bis max. 2 m Tiefe
Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung)	ca. 35 - 80	für OU, (DU), schnelles und kostengünstiges Verfahren, auch im schwierigen Gelände einsetzbar, bis ca. 10 m Tiefe, begrenzt bei Vorhandensein alter Bausubstanz und bei kiesig-steinigen Bodenbestandteilen, Anfall von wenig Material zur Entsorgung
Rammkernbohrung	ca. 80 - 300	für (OU) und DU bis ca. 50 m Tiefe
Schneckenbohrung	ca. 100 - 2.000	für OU und DU in der Regel nicht notwendig da so große Probenmengen nicht erforderlich sind, Beachtung der Vermischung des Probenmaterials
Handschürfe	beliebig	für OU und DU, einfaches Verfahren für geringe Tiefen und große Probenzahl
Baggerschürfe	beliebig	für DU, Gewinnung größerer Probenmengen, bis ca. 5 m Tiefe

Nähere Angaben finden sich in der 1995 durch den Ingenieurtechnischen Verband Altlasten (ITVA) herausgegebenen Arbeitshilfe (ITVA, 1995), im Materialienband 129 des StMLU (StMLU, 1997) sowie im gemeinsamen LfU/LfW-Merkblatt „Qualitätssicherung bei der Ent-

nahme von Boden- und Bodenluftproben im Rahmen der Untersuchung von Altlasten und Schadensfällen“ (Entwurf).

Die Schichtenverzeichnisse sind gemäß DIN 4022-1 (1987), DIN 4022-2 (1981), DIN 4022-3 (1982) sowie DIN 4023 (1984) zu erstellen.

B) Probennahme

Die Probennahme richtet sich nach Anhang 1 Nr. 2 BBodSchV.

Entnahme

Die Bodenproben werden im Aufschlussvorgang gewonnen. Im Allgemeinen sind die aus dem Bereich der herkömmlichen Altlastenbearbeitung bekannten Probennahmeregeln zu beachten. Grundsätzlich gilt, dass eine Probe aus einem Teufenabschnitt mit gleichen geologischen und organoleptischen Merkmalen mindestens meterweise zu entnehmen ist. Zur Entnahme von Boden, **Bodenmaterial** und sonstigen Materialien sind Verfahren anzuwenden, die in der DIN 4021 (1990) und E DIN ISO 10381-2 (1996) aufgeführt sind. Auf den Materialienband 129 des StMLU (StMLU, 1997) und das gemeinsame LfU/LfW-Merkblatt (Entwurf) wird ergänzend hingewiesen.

Probenmenge

Die notwendige Probemenge richtet sich gemäß DIN 18123 (1996) nach dem Größtkorn und muss ausreichen, um nach sachgerechter Probenvorbehandlung (Auslesen von Fremdbestandteilen, Zerkleinern, Homogenisieren, Sieben etc.) die Laboruntersuchung sowie gegebenenfalls die Bereitstellung von Rückstellproben zu gewährleisten. Es ist zu bedenken, dass für bestimmte analytische Aufgaben wie z.B. die Eluatherstellung relativ große Probenmengen benötigt werden. Werden im Rahmen von Untersuchungen, z.B. Deklarationsanalysen, mehrere Eluate benötigt, können Probenmengen von bis zu 5 kg erforderlich werden. In der Regel sind jedoch etwa 250 ml bis 500 ml (d. h. ca. 0,5 bis 1 kg), in Ausnahmen bei sehr inhomogenem Material bis 1.000 ml (ca. 2 kg) Probenmaterial erforderlich. Für Rückstellproben erhöht sich die Probenmenge entsprechend.

Grobmaterialien (Materialien > 2 mm) und Fremdmaterialien, die möglicherweise Schadstoffe enthalten oder denen diese anhaften können, sind aus der gesamten Probemenge zu entnehmen und gesondert der Laboruntersuchung zuzuführen. Ihr Massenanteil an dem beprobten Bodenhorizont bzw. der Schichteinheit ist zu ermitteln und zu dokumentieren.

Probengefäße

Für die Auswahl von Probengefäßen gelten die Festlegungen der Untersuchungsvorschriften gemäß Anhang 1 Nr. 3.1.3 BBodSchV (1999). Fehlen derartige Regelungen sind E DIN ISO 10381-1 (1996) und DIN EN ISO 5667-3 (1996) zu beachten.

Die Bodenproben werden in der Regel in Weithals-Braunglasgefäße mit Schraubdeckel (Volumen 500 ml bis 1.000 ml) abgefüllt. Für Wasserproben werden je nach Untersuchungsparameter Glasflaschen mit Schraubdeckel oder Schliffstopfen (Volumen 250 ml bis 1.000 ml) verwendet. Im Falle der Bestimmung anorganischer Parameter aus Wasserproben kommen PE-Behältnisse zum Einsatz.

Bei geplanter Untersuchung auf leichtflüchtige Substanzen, wie leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe und **BTEX** müssen Wasser- und Bodenproben nach der Entnahme in gasdichte Gefäße, z.B. Headspace-Gläser, abgefüllt werden.

8.3.2.2 Wasser

Darstellung der hydrogeologischen Verhältnisse und Errichtung von Grundwassermessstellen

Zur Feststellung von Grundwasserkontaminationen kann es erforderlich sein Grundwassermessstellen zu errichten; gleichzeitig sind die hydrogeologischen Gegebenheiten zu erfassen. Beim Bau der Grundwassermessstellen sind die einschlägigen Hinweise in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU zu beachten.

Für die Bohrungen sind Trockenbohrverfahren zu wählen; die Verwendung anderer Bohrverfahren muss vorab mit dem Auftraggeber abgesprochen werden. Die Ausbaurohrung sollte einen Innendurchmesser von mindestens 5 Zoll (125 mm), aufweisen.

Vorrangig im Rahmen der orientierenden Untersuchung können vorhandene Rammkernsondierbohrungen (Durchmesser 80 mm) bei geringem Grundwasserabstand und geeigneter Lage zu 2 Zoll-Pegeln ausgebaut und zur Probennahme genutzt werden.

Soll das Grundwasser in mehreren Teufenlagen beprobt werden, sind getrennte Messstellen zu errichten. Mehrfachmessstellen sind wegen der auf Rüstungsalzstandorten anzutreffenden potentiellen Schadstoffe und der Schwierigkeiten beim ordnungsgemäßen Abdichten der Messstellen zumeist ungeeignet.

Entnahme von Grundwasserproben

Bei der Entnahme von Grundwasserproben sind die einschlägigen Hinweise in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU zu beachten.

Eine ausführliche Beschreibung der Probennahmegeräte (Schöpfgeräte, Saugpumpen, Tauchpumpen usw.) befindet sich in den DVWK-Schriften Band 84 (DVWK, 1989). In der Regel erfolgt die Gewinnung der Grundwasserproben mittels Abpumpen durch eine Unterwasserpumpe. Schöpfproben werden nur in Einzelfällen bei besonderen Fragestellungen entnommen.

Vor der Entnahme einer Wasserprobe sollte mindestens das zweifache Volumen des Messstelleninhaltes abgepumpt werden. Zusätzlich sollte eine Probennahme erst dann erfolgen, wenn die Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt während einer Messzeit von 10 Minuten annähernd konstante Werte ergeben. Alle Grundwassermessstellen im Bereich einer Untergrundverunreinigung sind an einem Tag zu beproben (Stichtagsmessung). Vor Beginn des Abpumpens ist der Ruhewasserspiegel einzumessen.

Die Gesamtprobenmenge richtet sich nach der Anzahl der zu untersuchenden Parameter, sie beträgt pro Probennahme und Messstelle in der Regel 1 - 4 Liter.

Hinweise zur Durchführung von Pumpversuchen finden sich in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.

Beprobung von Oberflächengewässern

Die Probennahme aus Oberflächengewässern ist in DIN 38402, Teil 12 (Stehende Gewässer) und DIN 38402, Teil 15 (Fließgewässer) geregelt. Oberflächenwasserproben können als Schöpfproben unterhalb der Wasseroberfläche entnommen werden. Bei Fließgewässern sollten Probennahmen mindestens oberhalb und unterhalb der Verdachtsfläche bzw. der vermuteten Schadstoffeintragsstelle erfolgen. Bei stehenden Gewässern werden analog Proben an der vermuteten Eintragsstelle und an einer entfernten, unbeeinträchtigten Stelle genommen.

8.3.2.3 Bodenluft

Für die Entnahme von Bodenluftproben gilt VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2 (VDI, 1998). Für die Entnahme werden im Rahmen der orientierenden Untersuchung in der Regel temporäre

Entnahmestellen errichtet. Für spätere Erkundungsphasen können auch stationäre Bodenluftmessstellen eingesetzt werden.

8.3.2.4 Substanzproben

Die Probennahme von Substanzproben erfordert wegen des Verdachtes auf Vorhandensein von Explosiv- oder Kampfstoffen eine besondere Beachtung des Arbeits- und des Explosionsschutzes sowie der Unfallverhütung. Bei der Prüfung von geschlossenen Behältnissen auf ihren Inhalt ist zu beachten, dass im Innern durch chemische Umwandlungsprozesse ein Überdruck herrschen kann.

Die Probennahme von Substanzproben verfolgt zumeist das Ziel, einen Entsorgungsweg für die Substanz zu finden. Das geschieht zum einen durch die Identifizierung und qualitative Charakterisierung von unbekanntem Stoffen oder Stoffgemischen und die nachfolgende Zuordnung zu einem Abfallschlüssel oder zu einem Sonderentsorgungsweg. Nach der Stoffidentifizierung oder bei grundsätzlich bekannten Proben muss vor der Entsorgung eine quantitative Deklarationsanalytik durchgeführt werden. Die Probennahme muss deswegen hinsichtlich der Repräsentanz der Substanzprobe bei der Auswahl des Probenmaterials das angestrebte Ziel beachten.

8.3.2.5 Kennzeichnung der Probennahmestellen

Alle Probennahmestellen (Sondierbohrungen, Grundwassermessstellen, Bodenluft-, Substanzprobennahmestellen) sind zuverlässig und dauerhaft zu kennzeichnen. Zwecks Nachweisführung werden sie in der Regel nach ihrer geographischen Lage (Rechts- und Hochwert) und Höhe (über NN) eingemessen.

8.3.3 Probenauswahl

Aus Kostengründen werden die zu analysierenden Bodenproben aus der Gesamtheit der entnommenen Proben ausgewählt. Die Auswahl erfolgt auf der Basis des Untersuchungsprogramms (Betrachtungen spezieller Wirkungspfade sowie Erkenntnisse der bisherigen Untersuchungen) bzw. nach den Gegebenheiten vor Ort bei der Probennahme. Dies sind unter anderem die Ergebnisse der Vor-Ort-Analytik, organoleptische Auffälligkeiten oder sonstiger festgestellter Besonderheiten am Probennahmepunkt (z.B. Vegetationsstörungen).

Repräsentative Teile der im Feld entnommenen Proben sind als Rückstellproben aufzubewahren. Art und Umfang der Rückstellung richten sich nach der jeweiligen Untersuchungsstrategie des Standortes.

Bei den Medien Wasser und Bodenluft werden in der Regel alle entnommenen Proben untersucht.

8.3.4 Vor-Ort-Analytik

In Bezug auf Probennahme und Transport kann es erforderlich sein, Vor-Ort-Analytik durchzuführen um notwendige Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit am Beprobungsort sowie die Vorgehensweise beim Probentransport festzulegen (s. auch [Kapitel 8.4.3.1](#)).

8.3.5 Probenkonservierung

Insbesondere organische Schadstoffe unterliegen in den entnommenen Proben chemischen bzw. biologischen Umwandlungsprozessen (z.B. mikrobiologische Umwandlung von Nitroaromaten zu Aminodinitrotoluolen). Hinzu kommt, dass die Probennahme mit einer Störung des Probenmaterials einhergeht, was die genannten Vorgänge stark beschleunigen kann. Daher sollten die Proben umgehend in das Labor transportiert und dort bearbeitet werden. Durch eine Probenkonservierung lassen sich die Um- und Abbaureaktionen minimieren. Man unterscheidet zwischen physikalischen und chemischen Verfahren:

- Physikalische Verfahren (für Boden- und Wasserproben)
 - Kühlung ca. 4 °C bis 6 °C, maximale Lagerzeit 2 Tage, dunkel
 - Tiefgefrieren und Aufbewahren bei Temperaturen von ca. -18 °C bis -25 °C, Lagerzeiten bis zu 1 Monat
- Chemische Verfahren (für Wasserproben)
 - saure Konservierung
 - alkalische Konservierung
 - Konservierung mit bestimmten Reagenzien

Nitroaromaten, Sprengstoffe sowie deren Abbauprodukte, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle und polychlorierte Naphthaline sollten nur gekühlt werden (LAGA, 1997b). Tiefgefrieren und das damit verbundene Wiederauftauen von Bodenproben ist generell wegen der damit verbundenen Störung und Verfremdung der Probe nur bei Langzeitlagerung von Rückstellproben zu empfehlen.

Verfremdung der Gehalte an Analyten, gerade in der organischen Spurenanalytik, können bei Wasserproben auch durch Adsorption an den sauberen Glaswänden des Probennahmegefäßes eintreten. Es empfiehlt sich deswegen, das Probennahmegefäß vor der Probennahme einmal mit dem Probenwasser auszuspülen oder bei Flüssig-Flüssig Extraktionen, das Extraktionsmittel vorzulegen.

Weitergehende Informationen sind den Untersuchungsvorschriften nach Anhang 1 Nr. 3.1.3, Tabelle 3 bis 7 BBodSchV bzw. E DIN ISO 10381-1 (1996) und DIN EN ISO 5667-3 (1996) sowie dem Materialienband 129 „Probennahme von Böden und Substraten zur Erfassung des Bodenzustandes und Untersuchung kontaminierter Standorte“ des StMLU (StMLU, 1997) und dem gemeinsamen LfU/LfW-Merkblatt „Qualitätssicherung bei der Entnahme von Boden- und Bodenluftproben im Rahmen der Untersuchung von Altlasten und Schadensfällen“ (Entwurf) zu entnehmen. Die Konservierungsmaßnahmen sind in jedem Falle mit dem Analytiklabor abzusprechen.

8.3.6 Probentransport

Für den Probentransport gelten gemäß BBodSchV die entsprechenden Regelungen in den Untersuchungsvorschriften nach Nummer 3.1.3, Tabelle 3 bis 7. Fehlen derartige Regelungen sind E DIN ISO 10381-1 (1996) und DIN EN ISO 5667-3 (1996) zu beachten.

Der Transport der Bodenproben für die Untersuchung organischer Schadstoffe sowie ihre Lagerung erfolgt gemäß E DIN ISO 14507 (1996). Für Wasserproben gilt DIN EN ISO Norm 5667-3 (1996).

Nach der Probennahme müssen die Proben umgehend verpackt und, mit Probenbegleitschein versehen, in das Labor zur Untersuchung gebracht werden.

Wasser- und Bodenproben müssen kühl, dunkel und erschütterungsfrei transportiert werden. Als Hilfsmittel sind spezielle Kühlbehälter oder der Einsatz von Kühlaggregaten vorzusehen. Dies gilt insbesondere bei der Untersuchung auf organische Schadstoffe und mikrobiologische Parameter sowie auf labile anorganische Parameter (z.B. Nitrat). Der Probeneingang im Labor ist ebenfalls zu dokumentieren. Im Normalfall geschieht das durch Gegenzeichnen eines Probenbegleitscheins oder einer Übergabebescheinigung.

Bodenluftproben sollten entweder im adsorbiertem Zustand (z.B. Aktivkohle, Tenax) oder in Headspace-Vials unter Lichtabschluss bei Raumbedingungen (ca. 20 °C) transportiert werden.

Beim Transport ergeben sich aus der Gefahrgutverordnung Straße (GGVS, 1983) wesentliche Hinweise zur Zuordnung der Stoffe zu Gefahrenklassen, zu den Verpackungen, zu den erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen sowie zur Kennzeichnungspflicht und den mitzuführenden Begleitpapieren. Für den Transport explosivstoffhaltiger Proben können sich aus den Festlegungen des Gesetzes über explosionsgefährliche Stoffe (SprengG, 1990) in Verbindung mit seiner 1. Verordnung (SprengV, 1993) ergänzende Forderungen ergeben. Dies gilt hauptsächlich für Substanzproben, nicht jedoch für die „verdünnten“ und feuchten, und damit phlegmatisierten Boden- und Wasserproben.

8.3.7 Entsorgung von nicht benötigtem Probenmaterial

Nicht benötigtes Material aus der Boden- und Grundwasserbeprobung muss entweder ordnungsgemäß entsorgt werden oder kann in Einzelfällen vor Ort wiederverfüllt bzw. eingeleitet werden. Ob eine Wiederverwertung möglich ist, hängt im Einzelfall von der Entscheidung der zuständigen Behörden und u.a. von folgenden Kriterien ab:

- Art der vermuteten Schadstoffe
- Mobilität der Schadstoffe
- Standortbedingungen (z.B. Untergrundbeschaffenheit, Grundwasserflurabstand)
- Konzentration bzw. Menge der Schadstoffe
- Folgenutzung des Geländes
- Relativer Massenanteil der Proben im Verhältnis zur gesamten Altlasten

Ist eine Zwischenlagerung erforderlich, so ist diese durch technische Maßnahmen so zu gestalten, dass sich keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit oder das Schutzgut Grundwasser ergibt. Auch hier gilt es sich mit den Genehmigungsbehörden abzustimmen.

Zu vermeiden sind insbesondere flächige Verteilungen der Materialien (z.B. durch Abwehungen oder durch Niederschläge), Auslaugungen (z.B. durch Niederschläge oder Oberflächenwasser) und zusätzliche Expositionen von Arbeitskräften bzw. Anliegern.

Der im Rahmen der Vor-Ort-Arbeiten angefallene nachweislich unbelastete Boden kann auf dem Gelände verbleiben. Insbesondere ist eine Ablagerung des bei Bohrungen angefallenen Materials möglich. Bei Schürfen kann ein lagenweiser Wiedereinbau mit anschließender Verdichtung erfolgen. Die Deklaration der Schadstofffreiheit ist mit den Behörden abzustimmen.

Das bei der Grundwasserentnahme überschüssig geförderte Wasser kann in Abstimmung mit den zuständigen Behörden in ein oberirdisches Gewässer oder in eine nahe gelegene Kanalisation eingeleitet werden. Dabei ist zumeist ein Nachweis über die Einhaltung vorgegebener Richtwerte beizubringen.

8.3.8 Qualitätssicherung und Dokumentation

In Bezug auf die Probennahme und den Transport ist für eine qualitätsgesicherte Abwicklung die Festlegung der Probennahmebedingungen und die Probennahme selbst durch hierfür qualifiziertes Personal durchzuführen. Probennahme, Probentransport und Probenlagerung haben dabei so zu erfolgen, dass eine Beeinflussung der Beschaffenheit des Probenmaterials möglichst ausgeschlossen wird.

Daher ist die Planung und Ausführung der Arbeiten so durchzuführen, dass folgende Fehlerquellen ausgeschlossen bzw. auf ein Minimum reduziert werden:

- Verfahrensfehler
(z.B. Störung der Probe durch ungeeignetes Aufschlussverfahren, unzureichende Probenmenge, fehlerhafte Bodenansprache, ungeeignete Zusammenstellung der Mischproben, ungenügende Probennahmedokumentation und Probenkennzeichnung)
- Fremdkontaminationen der Proben
(z.B. unzureichend gereinigte Arbeitsgeräte und Materialien, Kontamination durch eingesetzte technische Geräte oder durch Löse- bzw. Reinigungsmittel)
- Veränderungen der Proben
(z.B. fehlende bzw. ungeeignete Stabilisierung, chemische Reaktionen von Inhaltsstoffen durch Luftzutritt, mikrobiellen Abbau u.ä., Ausgasung von Inhaltsstoffen durch undichte bzw. nicht vollständig gefüllte Behältnisse, Diffusion von Stoffen in die Gefäßwandung bei Verwendung ungeeigneter Behältnisse)

Für eine einwandfreie Nachvollziehbarkeit ist die Probennahme zu dokumentieren (s. [Kapitel 8.3.1.2](#)). Bestehende Normen, Regelungen der Länder und fachliche Regeln zur Qualitätssicherung sind zu beachten.

Die Dokumentation der Arbeiten muss folgende Bestandteile umfassen:

- Schriftwechsel, Protokolle
- Sondierprotokolle
- Probenbegleitscheine

Viele der oben genannten Punkte sind nur durch eine enge Zusammenarbeit mit dem bearbeitenden chemischen Untersuchungslabor zu gewährleisten.

8.4 Analytik

8.4.1 Lagern der Proben im Labor

Die Proben sind im Labor so zu lagern, dass das Probenmaterial sich bis zur analytischen Untersuchung möglichst nicht verändert. Zur Probenkonservierung sind die in [Kapitel 8.3.5](#) beschriebenen Bedingungen einzuhalten. Maximale Lagerzeiten nach E DIN ISO 14507 (1996) sind unter Berücksichtigung der vorgegebenen Lagerbedingungen nicht zu überschreiten. Bei flüchtigen Verbindungen ist eine Analyse innerhalb von 1 bis 2 Tagen durchzuführen. Für die Lagerung von Bodenluftproben gilt, dass die Proben spätestens an dem auf den Eingangstag folgenden Tag analysiert werden.

Weitergehende Informationen sind den Untersuchungsvorschriften nach Anhang 1 Nr. 3.1.3 Tabelle 3 bis 7 BBodSchV bzw. E DIN ISO 10381-1: 02.96 und DIN EN ISO 5667-3: 04.96 sowie der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU zu entnehmen.

8.4.2 Probenaufbereitung

8.4.2.1 Aufbereitung von Bodenproben

Bei Bodenproben von Rüstungsalzlastverdachtsflächen beginnt die Aufarbeitung von Bodenproben mit der visuellen Prüfung auf Extrembelastungen. Besonders aus Gründen der Arbeitssicherheit ist es erforderlich, Funde dieser Art näher beschreiben zu können. Wenn es sich um Sprengstoffe oder kampfstofftypische Verbindungen handelt, sollte eine mechanische Probenaufbereitung unterbleiben. Wenn möglich, sollte diese Belastung gravimetrisch erfasst werden.

Für eine zielgerechte Analytik ist es außerdem sinnvoll, dem Untersuchungslabor mit der Übergabe der Proben alle erhältlichen Informationen über die Proben (Art der Probe, vorhandene oder abgeschätzte Gehalte an Analyten, Querkontaminationen etc.) mitzuteilen. Dies dient der Einstellung bestimmter analytischer Rahmenbedingungen wie notwendige Aufreinigungsschritte, Verdünnungen, Arbeitsbereich etc. sowie zur Plausibilitätsprüfung

der Ergebnisse. Darüber hinaus sind diese Informationen auch aus Gründen des Arbeitsschutzes notwendig.

Eine besonders wichtige Aufgabe der Probenaufbereitung besteht in der Homogenisierung der Bodenproben, da hiervon ganz wesentlich das analytische Ergebnis abhängt.

Die Probenvorbehandlung, einschließlich der Trocknung des Probenmaterials, ist für die Bestimmung physikalisch-chemischer Eigenschaften und die Bestimmung anorganischer Schadstoffe nach DIN ISO 11464 (1996) durchzuführen. Für organische Schadstoffe gilt die E DIN ISO 14507 (1996). Darüber hinaus sind die Hinweise des Materialienbandes 129 des StMLU (StMLU, 1997) anzuwenden.

Bei Gruppenbestimmungen von organischen Analyten mit stark unterschiedlichen chemischen und physikalischen Eigenschaften bedarf die Probenvorbereitung hinsichtlich der notwendigen Homogenisierung und der zu vermeidenden Verfremdung der Probe besonderer fachlicher Erfahrung (vgl. E DIN ISO 14507 (1996)). Es ist daher zweckmäßig, mit erfahrenen Fachleuten nicht nur die Analysenmethode sondern auch die Art der Probenvorbereitung abzustimmen.

Auch bei der Trocknung der Bodenproben muss die Arbeitssicherheit gewährleistet werden. So müssen z.B. Bodenproben, die mit kampfstofftypischen Verbindungen kontaminiert sind, im Exsikkator luftgetrocknet werden.

Ist bei Böden, **Bodenmaterial** und sonstigen Materialien (insbesondere Schlacken und Bauschutt) eine Auftrennung in Grob- und Feinanteil erforderlich, hat dies über ein Sieb mit einer Maschenweite von 2 mm in die Fraktionen ≤ 2 mm (Feinanteil) und >2 mm (Grobanteil) Korndurchmesser zu erfolgen.

Zur analytischen Bestimmung der Schadstoffe im Boden ist vor der eigentlichen Bestimmung eine Extraktion bzw. ein Aufschluss der zu bestimmenden Stoffe erforderlich. Dabei werden gemäß BBodSchV folgende Verfahren unterschieden:

- Extraktion anorganischer Schadstoffe
 - Königswasserextrakt nach DIN ISO 11466 (1997) aus gemahlene Proben (Korngröße $< 150 \mu\text{m}$).
 - Ammoniumnitratextrakt nach DIN 19730 (1997)
- Extraktion organischer Schadstoffe
 - Verfahren z.B. für **PAK**, Hexachlorbenzol, **PCP**, Aldrin, **DDT**, **HCH**, **PCB**, **PCDD**, **PCDF** gemäß BBodSchV Nummer 3.1.3, Tabelle 5

Bei der Extraktion mit organischen Lösungsmitteln ist auf eine vollständige Durchdringung der Probe mit Extraktionsmittel zu achten. Dazu kann ein Gemisch von Wasser oder wasserlöslichen Lösungsmitteln mit dem eigentlichen Extraktionsmittel zum Aufbrechen der erdfeuchten hydrophilen Bodenmatrix genutzt werden oder bei Verwendung eines reinen hydrophoben Extraktionsmittels die Bodenfeuchtigkeit mit Natriumsulfat gebunden werden.

Wenn eine direkte Beprobung des Sickerwassers nicht möglich ist, so erfolgt eine Abschätzung des Schadstoffeintrags. Diese Einschätzung kann gemäß BBodSchV durch die Herstellung von Eluaten und die Analyse der im Wasser gelösten Schadstoffe erfolgen.

Für die Herstellung von Eluaten mit Wasser zur Abschätzung von Schadstoffkonzentrationen im Sickerwasser ist Anhang 1 Nr. 3.1.2 BBodSchV zu beachten. Ergänzende Hinweise finden sich in der Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU. Dabei sind gemäß BBodSchV folgende Verfahren anzuwenden:

- anorganische Stoffe
 - Bodensättigungsextrakt gem. Anhang 1 Nr. 3.1.2 BBodSchV
 - Elution mit Wasser gemäß DIN 38414–S4 (1984); Probenmasse unter Berücksichtigung der Trockenmasse nach DIN 38414-S2 (1985) bzw. nach DIN ISO 11465 (1996), Filtration gem. Anhang 1 Nr. 3.1.2 BBodSchV
 - *Für die Elution mit Wasser liegt mittlerweile eine aktuelle Richtlinie der LAGA vor (LAGA Mitteilung 28; Herstellung und Untersuchung von wässrigen Eluaten EW 98).
- organische Stoffe
 - Säulen- oder Lysimeterversuch

Bei sauren Sickerwässern, Zutritt von Lösevermittlern u.ä. können weitere Extraktionsverfahren erforderlich werden.

8.4.2.2 Aufbereitung von Gewässerproben

Allgemein setzt sich neben der kontinuierlichen oder diskontinuierlichen Flüssig-Flüssig-Extraktion auch wegen der Lösungsmittelsparnis immer mehr die Festphasenanreicherung an verschiedenen Adsorbentmaterialien durch (s.u.). Die Probenaufbereitung zur Bestimmung von Schadstoffen bzw. Parametern, wie PAK, CKW, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, Kationen usw. hängt von dem jeweiligen zu bestimmenden Parameter ab und ist über die entsprechende Verfahrensvorschrift geregelt.

Die Aufbereitung von Gewässerproben zur Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen ist in [Anlage 2](#) näher beschrieben.

Stark polare Analyten und komplizierte Matrices können auch bei der Festphasenextraktion die Wiederfindungsraten negativ beeinflussen. Die genannten Extrakte, die meist aus Wasser gewonnen werden, werden danach auf 1 ml eingengt. Die Einengung erfolgt meist im Vakuum oder im Stickstoffstrom. Bei der Einengung ist besonders auf niedrigsiedende Analyten wie die Mononitrotoluole zu achten, da die Gefahr der Verflüchtigung besteht.

8.4.3 Analytische Untersuchungen

8.4.3.1 Vor-Ort-Analytik

Art und Umfang der durchzuführenden Vor-Ort-Analytik richtet sich nach den speziellen Erfordernissen des Einzelfalls. Folgende Gründe können entsprechende Analysen notwendig machen:

- Untersuchung von Boden- und Wasserproben zur Abschätzung von Art und Größe der Schadstoffbelastungen
- Bestimmung von physikalisch chemischen Parametern und gelösten Gasen bei Grund- und Oberflächenwasserproben
- Festlegung der notwendigen Maßnahmen um die Arbeitssicherheit am Beprobungsort zu gewährleisten
- Festlegung der Vorgehensweise beim Probentransport (z.B. in Bezug auf die Arbeitssicherheit)

Häufig kommen hier einfach und mit relativ wenig Aufwand durchzuführende Methoden zum Einsatz. (Ausführliche Informationen siehe unter WOLLIN, K.-M., LEVESEN, K., 1999).

- Biotestsysteme (enzymatisch oder Immunoassay)
- chemische Testsysteme
- Gasprüfröhrchen
- Gasprüfgeräte (z.B. Ionenmobilitätsspektrometer)

8.4.3.2 Analysenverfahren

Die Analysenverfahren für Bodenproben und Eluate sind in Anhang 1 Nr. 3.1.3 BBodSchV festgelegt. Die Anwendung anderer Verfahren ist zu begründen und Richtigkeit, Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit dieser Verfahren nachzuweisen und zu dokumentieren. Dies geschieht am besten durch Nachweis der prüfmethodenbezogenen internen (Methodendokumentation, Verfahrensvalidierung, interne QM-Maßnahmen) und externen Qualitätsnachweise (erfolgreiche Teilnahme an Vergleichsuntersuchungen/Ringversuchen und Projektreferenzen).

Oft lassen sich Einzelparameter nach Normmethoden zur Bestimmung gemeinsam erfassbarer Stoffe in einer einzigen Untersuchungsmethode zusammenfassen. In diesem Falle sollten im Leistungsverzeichnis die in der Norm angegebene Parameterliste zunächst komplett, ggf. ergänzt um standortspezifische Stoffe abgefragt werden, da diese Methoden von den Untersuchungslabors zumeist in vollem Stoffumfang bereitgehalten werden. Zusätzlich ist die Preisabfrage eines standorttypischen reduzierten Untersuchungsumfanges als Eventualposition zu empfehlen, da einzelne Untersuchungsparameter entscheidenden Einfluss auf die Preisbildung haben können.

Die Untersuchung von Bodenluft erfolgt nach VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2 und 3, die Bestimmung der Schadstoffkonzentration in Eluaten und Sickerwasser nach BBodSchV Anhang 1 Tabelle 6 und 7. Für die Bestimmung allgemeiner Altlastenparameter in Grund- und Oberflächenwasserproben kann auf die Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU zurückgegriffen werden.

In der **Anlage 2** sind die wesentlichen sprengstofftypischen Verbindungen und Kampfstoffe, ihre Analysemethoden und die **Bestimmungsgrenze** enthalten. Die angegebenen Bestimmungsgrenzen beziehen sich auf die im Rahmen der Normung oder in Ringversuchen ermittelten Verfahrenskenndaten, die zumeist an Reinstwasser oder Trinkwasserproben ermittelt wurden. Bei realen Proben können die Bestimmungsgrenzen auf Grund von Matrixeffekten wesentlich höher sein. Dies ist gegebenenfalls im Prüfbericht anzugeben.

8.4.4 Probenentsorgung im Labor

Nicht mehr benötigte Laborproben sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Eine Vermischung von unterschiedlich belasteten Proben ist dabei zu vermeiden. Die Entsorgungskosten müssen bei Preisanfragen berücksichtigt werden. Als Entsorgungsnachweis dient die Abholbescheinigung der beauftragten Entsorgungsfirma.

8.4.5 Qualitätssicherung und Dokumentation

Zur Qualitätssicherung der analytischen Untersuchungen sollten verschiedene interne und externe Qualitätssicherungsmaßnahmen angewandt werden.

Interne Qualitätssicherungsmaßnahmen sind insbesondere:

- die regelmäßige Durchführung von unabhängigen Mehrfachbestimmungen
- die regelmäßige und auch auftragsbezogene Kalibrierung von Mess- und Prüfmitteln
- der Einsatz zertifizierter Referenzmaterialien zur Kontrolle von Richtigkeit und Zuverlässigkeit. Wenn diese nicht erhältlich sind, können auch nicht zertifizierte und/oder laborinterne Referenzmaterialien verwendet werden
- Plausibilitätskontrolle der Untersuchungsergebnisse

Zu den externen Qualitätssicherungsmaßnahmen zählen:

- die erfolgreiche Teilnahme an Vergleichsprüfungen, insbesondere Ringversuchen
- Kompetenzbestätigung gemäß DIN EN 45001 (1990) (prüfmethodebezogen), prüfgebietsbezogene Qualitätszertifizierungen oder Zertifizierung nach GLP-Richtlinien

Diese Kriterien sind insbesondere erfüllt, wenn das Labor als Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG zugelassen ist (vgl. [Kapitel 7](#)). In Anhang 1 Nr. 4 BBodSchV finden sich Aussagen zur Qualitätssicherung bei der Probennahme und Probenlagerung sowie bei der Probenvorbehandlung und Analytik. Insbesondere sind für die angewendeten Untersuchungsverfahren die Nachweis- und **Bestimmungsgrenzen** nach DIN 32645 (1994) anzugeben. Die Bestimmungsgrenzen der gewählten Verfahren müssen außerdem eine entsprechende Beurteilung der Untersuchungsergebnisse in Bezug auf Prüf- oder Maßnahmewerte zulassen. Die Messunsicherheit der Analysenergebnisse ist darüber hinaus gemäß DIN 1319-3 (1996) bzw. DIN 1319-4 (1985) anzugeben.

Im Zusammenhang mit der Analytik der entnommenen Proben müssen im Rahmen der Arbeiten folgende Dokumente erstellt werden:

- Schriftwechsel, Protokolle
- Analysenpläne
- Nachweis der Lagerbedingungen nach E DIN ISO 14507 (1996)
- Prüfberichte

Außer den oben beschriebenen formellen Qualitätsrichtlinien ist es wichtig zu beachten, dass alle beteiligten Stellen (begleitender Ingenieur, Probennehmer und Untersuchungsstelle) über das Ziel der Untersuchung informiert sind und möglichst alle begleitenden Um-

stände kennen. Nur so ist eine zielgerechte Bearbeitung der Proben einschließlich der Möglichkeit von Plausibilitätsbetrachtungen und gegebenenfalls von zeitnahen Überprüfungs- und Korrekturmaßnahmen gegeben.

8.5 Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse

Die Dokumentation und Auswertung der Ergebnisse hat in übersichtlicher und nachvollziehbarer Form zu geschehen. Sämtliche Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten müssen vollständig und zuverlässig dokumentiert sein. Alle verwendeten Quellen müssen auf nachprüfbaren wissenschaftlichen Daten beruhen und im Gutachten angegeben werden. Alle Karten, Analysenbefunde, Protokolle usw. sind als Anlagen beizufügen.

Der Bericht sollte mindestens folgende Punkte enthalten:

- Allgemeiner Teil
 - Titelseite, Deckblatt
 - Erklärung über Qualitätssicherungsmaßnahmen und Vollständigkeit des Berichts
 - Inhalts- und Anlagenverzeichnis
 - Abkürzungsverzeichnis
 - Zusammenfassung
- Hauptteil
 - Einleitung und Problemstellung
 - Bisheriger Kenntnisstand
 - Bewertung der Untersuchungsergebnisse und Gefährdungsabschätzung
 - Schlussfolgerung und Empfehlung zur weiteren Vorgehensweise
- Anlagen
 - Karten und Pläne
 - Geologische und hydrogeologische Daten
 - Unterlagen zur Probennahme
 - Analysenberichte
 - Literatur

8.5.1 Gefährdungsabschätzung

Die Gefährdungsabschätzung ist für alle betroffenen Schutzgüter durchzuführen. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Beurteilung der Schutzgüter „Menschliche Gesundheit“ und

„Wasser“. Für Schwermetalle und andere, auch auf herkömmlichen Altlasten vorkommende Schadstoffe sind die entsprechenden Werte des Anhangs 2 der BBodSchV zu verwenden. Für rüstungsspezifische Schadstoffe im Boden und Grundwasser liegen noch keine rechtsverbindlichen Prüf- und **Maßnahmenwerte** vor (vgl. **Kapitel 5.5.2**). Die Bewertung durch die zuständige Behörde wird sich deshalb i.d.R. auf die sachkundige Beurteilung eines Sachverständigen stützen.

Anlagen

Anlage 1: Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atomabsorptionsspektrometrie
4-A-2,6-DNT	4-Amino-2,6-Dinitrotoluol
2-A-2,4-DNT	2-Amino-2,4-Dinitrotoluol
AOX	adsorbierbare organisch gebundene Halogene
BTEX	Benzol, Toluol, Ethylbenzol, Xylole
DAD	Dioden-Array-Detektor
DEGN	Diethylenglykoldinitrat (auch als DEGDN abgekürzt)
DDD	Dichlordiphenyldichlorethan
DDE	Dichlordiphenyldichlorethen
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan, 1,1,1-Trichlor-2,2'-bis(4-chlorphenyl)ethan
DNB	Dinitrobenzol
DNT	Dinitrotoluol
DOC	Dissolved Organic Carbon, gelöster organisch gebundener Kohlenstoff
ECD	Elektroneneinfangdetektor
EGDN	Ethylenglykoldinitrat
ET AAS	Atomabsorptionsspektrometrie mit elektorthermaler Anregung
EOX	extrahierbare organisch gebundene Halogene
FID	Flammenionisationsdetektor
GC	Gaschromatographie
GW	Grundwasser
GWL	Grundwasserleiter
GWM	Grundwassermessstelle/n
HCH	Hexachlorhexan
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
ICP-AES	Atomemissionsspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma
KTV	Kampfstofftypischen Verbindungen

LwMa	Luftwaffenmunitionsanstalt
LHKW	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe
MKW	Mineralölkohlenwasserstoffe
MS	Massenspektrometer
Muna	Munitionsanstalt
NT	Nitrotoluol
n.q.	nicht quantifizierbar
PAK	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCP	Pentachlorphenol
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD	Polychlorierte Dibenzodioxine
PCDF	Polychlorierte Dibenzofurane
StEG	Staatliche Erfassungsgesellschaft für öffentliches Gut
STV	Sprengstofftypischen Verbindungen
TNB	Trinitrobenzol
TNT	2,4,6-Trinitrotoluol
TOC	Total Organic Carbon, gesamter organisch gebundener Kohlenstoff

Anlage 2: Analysenverfahren sprengstoff- und kampfstofftypischer Verbindungen und wichtiger Schadstoffgruppen

Allgemeine Einleitung

Zu den hier erläuterten Zielsubstanzen gehören die sprengstofftypischen - (STV) und die kampfstofftypischen Verbindungen (KTV). Die Analytik dieser Stoffe setzt bei den leistungserbringenden Stellen eine fachlich hohe Qualifikation voraus. Das gilt sowohl für das Personal als auch für die gerätetechnischen Voraussetzungen. Sehr wichtig sind nachgewiesene Erfahrungen im Umgang mit den Substanzen bzw. Kenntnisse über die Kontaminationsprofile von Rüstungsalblasten, da viele analytische Ergebnisse einer Plausibilitätsprüfung unterzogen werden müssen.

Bei der Leistungsabfrage und der Beauftragung dieser rüstungsspezifischen analytischen Leistungen muss beachtet werden, dass

- die Zielsubstanzen einer Vielzahl unterschiedlicher Stoffgruppen angehören und in Hydrolyseprodukte und Metabolite mit ähnlicher Umweltrelevanz wie die Ausgangssubstanzen übergehen können (**Stoffvielfalt**)
- Zielsubstanzen oft hydrolyseempfindlich sind oder sich anderweitig in der Umwelt unter Licht- oder Lufteinwirkung zersetzen oder biologisch schnell abgebaut werden (**Empfindlichkeit**)

Die **Stoffvielfalt** bedingt, dass vor der Ausschreibung der analytischen Leistungen eine genaue Recherche zum Untersuchungsumfang notwendig ist (s. 5.4. bzw. 6.4.). In diesem Zusammenhang sind qualitative Voruntersuchungen an Belastungsschwerpunkten sinnvoll, die der zusätzlichen Charakterisierung des Stoffinventars dienen können. Als Ergebnis der historischen Erkundung und/oder der analytischen Voruntersuchungen werden Leitparameter festgesetzt, die in einer Vielzahl von Proben untersucht werden können, da sie einerseits charakteristisch für die erwartete Kontamination sind und andererseits möglichst in einer einzigen Gruppenbestimmung mit der nötigen Bestimmungssicherheit analysiert werden können. Die starre Anlehnung an vorgegebene Listen mit Parametervorgaben ist in diesem Stadium nicht empfehlenswert. Erst bei Auffälligkeiten dieser Grunduntersuchung sollte in weiteren Untersuchungsschritten der Analytikaufwand erhöht werden, um alle umweltrelevanten Parameter zu erfassen bzw. den Anforderungen von Listenuntersuchungen zu genügen. Diese Methodik gestattet es, einen umfassenden räumlichen Überblick bei gemäßigten Kosten zu erreichen. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich beson-

ders bei der Analytik kampfstofftypischer Verbindungen, da hier z.T. besonders aufwendige Einzelstoffanalytik betrieben werden muss.

Die **Empfindlichkeit** einiger Zielsubstanzen aber auch die geforderte Nachweissicherheit im Spurenbereich bedingen eine rechtzeitige und besonders intensive Einbindung des analytischen Labors bei der Probennahmeplanung und ggfs. bei der Probennahme selbst (s.a. **Kapitel 7.2**). Dies reicht von der Bereitstellung fachgerechter Probennahmegefäße bis zur Extraktion oder Konservierung der Proben vor Ort. Dabei sollte das Untersuchungslabor dem Probennehmer Arbeitsanweisungen für die Probennahme übergeben soweit es nicht die Probennahme selbst durchführt oder überwacht. Es ist weiterhin auf einen schnellen, gekühlten und dunklen Transport der Proben ins Labor zu achten.

Analytik von sprengstofftypischen Verbindungen (STV)

Allgemeine Angaben

Zu den sprengstofftypischen Verbindungen (STV) zählen, unter anderem:

- Sprengstoffe, wie Trinitrotoluol (**TNT**), Cyclotrimethylentrinitramin (Hexogen), Cyclo-tetramethylen-tetranitramin (Oktogen), Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) und Pentaerythrit-tetranitrat (Nitropenta)
- **Initialsprengstoffe**, wie Bleiazid und Quecksilberfulminat
- Treibladungspulver, wie Gemische aus Nitroglycerin, Nitrocellulose und Diethylenglykoldinitrat
- **Pyrotechnika** (Leucht-, Signal-, Brand- und **Nebelmittel**), wie Alkalimetallchlorate, -perchlorate und -nitrate
- Stabilisatoren, wie Diphenylamin und Diethyldiphenylharnstoff
- Nebenprodukte, die bei der Produktion der einzelnen sprengstofftypischen Verbindungen entstehen bzw. Metabolite, die durch chemische oder mikrobiologische Einflüsse in Wasser und Boden gebildet werden (z.B. Trinitrobenzol bzw. Dinitroaminotoluole)

Die als Zündmittel meist verwendeten Quecksilber- und Bleiverbindungen werden analytisch im Allgemeinen lediglich durch Quecksilber- und Bleibestimmungen erfasst. Nitrat-ester (insbes. Nitrocellulose), welche in Treibladungspulvern verbreitet zur Anwendung

kommen, sind auf Grund ihres Umweltverhaltens bei starken Kontaminationen relevant und nur dann für analytische Untersuchungen von Interesse oder aber wenn sie aus Arbeitsschutzgründen beachtet werden müssen. Das Hauptaugenmerk bei der Analytik von sprengstofftypischen Verbindungen liegt deshalb auf den toxikologisch wichtigen Nitroaromaten, Hexogen, Oktogen und ihren Metaboliten (DIETER et al., 1990; NEUMANN, 1994; SCHNEIDER et al., 1994).

Bei Untersuchungen auf **STV** sind an die Leistungsfähigkeit der Analytik auf Grund der geforderten Nachweissicherheit hohe Anforderungen zu stellen. Zur Analyse der oben genannten Nitroverbindungen gibt es erst in neuester Zeit normierte Arbeitsvorschriften, die über den Entwurfsstatus hinaus gehen (DIN 38 407 F17, 1999 und F21, in Druck). Sie umfassen allerdings nur einen Teil der für Untersuchung von Rüstungsalzlasten relevanten Parameter und beziehen sich auf die Matrix Wasser (s.u.).

Bisher sind hauptsächlich folgende Methoden zur Analytik von sprengstofftypischen Verbindungen aus Umweltproben eingesetzt worden:

- Klassische Dünnschichtchromatographie (HAAS et al., 1989; HAAS et al., 1990) und Automatische Dünnschichtchromatographie (HPTLC) (SOHR et al., 1992)
- Gaschromatographie (**GC**) in Verbindung mit den Detektoren **ECD**, **PND** oder **MS** (HAAS et al., 1990; HOLLAND u. HOLLIGHAUS, 1992; DIN 38 407 F17, 1999)
- **HPLC** in Verbindung mit den Detektoren **UV** bzw. **DAD** und entsprechender Software (LEVSEN et al., 1993; DIN 38 407 F21, 1999)

Die angegebenen Literaturzitate stellen eine Auswahl aus einer Vielzahl von Veröffentlichungen dar. Einen guten und aktuellen Überblick geben Dornberger und Welsch (DORNBERGER u. WELSCH, 1995). Die Gaschromatographie stellt vor allem hinsichtlich der Trennstärke und bei Wahl geeigneter Detektoren auch hinsichtlich der Empfindlichkeit die leistungstärkste Methode dar. Für nicht unzersetzt verdampfbare (thermolabile) Verbindungen, wie Hexogen, Oktogen oder nicht säulengängige Substanzen, wie Hexanitrodiphenylamin (Hexyl), ist sie allerdings nicht einsetzbar.

Zur analytischen Gruppenbestimmung von STV hat sich deswegen in zunehmendem Maße die HPLC in Verbindung mit der Diodenarraydetektion (DAD) durchgesetzt. Bezüglich Säulenmaterial und Elutionsmitteln herrscht in der einschlägigen Fachliteratur zur Zeit weitgehende Übereinstimmung. So benutzt man durchgängig „Reversed-Phase“-

Bedingungen mit Säulenmaterial aus modifizierten Kieselgelen (meist RP-18) und wässrige Elutionsmitteln z.B. ein Methanol-Wasser-Gemisch.

Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen (STV) in Wasser

Trotz verbesserter Leistungsfähigkeit der instrumentellen Analytik sind der analytischen Bestimmung durch die Empfindlichkeit und die Identifizierungssicherheit bei Verwendung der Kombination HPLC/DAD Grenzen gesetzt. Die größten Fehlermöglichkeiten liegen allerdings nach wie vor bei der Probennahme, dem Probentransport sowie bei der Konservierung und Aufbereitung der Proben. Da Nitroverbindungen über eine beträchtliche Adsorptionsfähigkeit an den Gefäßwänden verfügen und einige mikrobiell verhältnismäßig schnell metabolisiert werden können, muss die Zeit zwischen Probennahme und Probenaufbereitung möglichst kurz gehalten werden. Das gleiche gilt auf Grund der starken Adsorptionsfähigkeit von Nitroverbindungen an allen Gefäßwänden und festen Trockenmitteln (z.B. Natriumsulfat) und der Möglichkeit photolytischer Reaktionen (insbesondere Tetryl) auch für die Weiterverarbeitung der Extrakte.

Aus den genannten Gründen sollten die Proben möglichst schnell, gekühlt und dunkel ins Labor gebracht werden. Es gilt die Empfehlung einer Aufarbeitung der Proben innerhalb von 24 h nach der Probennahme. Die Proben werden in dicht verschließbare Probennahmegefäße aus Braunglas oder mit Aluminiumfolie abgedunkeltem Weißglas abgefüllt.

Gemäß den Standardarbeitsanweisungen des Untersuchungslabors werden die fachgerechten Probennahmegefäße vom Labor gestellt, teilweise nach Vorlage eines Konservierungsmittels (z.B. Natriumazid oder eine Teilmenge des eines flüssigen Extraktionsmittels). Sind keine Chemikalien vorgelegt, wird das Probennahmegefäß vor der eigentlichen Probennahme einmal mit dem Probenwasser ausgespült. Ist Laborpersonal bei der Probennahme zugegen oder liegen detaillierte Arbeitsbeschreibungen z.B. zur Vermeidung von Kontaminationen für diesen Fall vor, ist es empfehlenswert, die Probennahmegefäße zunächst mit Probenwasser zu spülen und die Probe nach Vorlage des Konservierungsmittels vor Ort abzufüllen.

Im Rahmen der Probenaufbereitung hat die Extraktions-/Anreicherungsmethode und damit hauptsächlich das Extraktionsmittel einen großen Einfluss auf das spätere Analyseergebnis. Hierbei hat sich die Flüssig-Flüssig-Extraktion mit Dichlormethan, Diethylether oder mit Essigsäureethylester (Ethylacetat) bewährt, da hier auch verhältnismäßig niedrig-

siedende Verbindungen erfasst werden können, wogegen einige Analyten bei Verwendung von Toluol oder Methylisobutylketon im Verlauf des Einengens des Extraktionsmittels merkliche Verluste zeigen. Für die Anreicherung der Analyten auf Festphasen haben sich Festphasenmaterialien auf RP-C18- und Polystyroldivinylbenzolbasis bewährt. Die so erhaltenen Extrakte müssen bis zur Analyse im Kühlschrank aufbewahrt werden; sie sollten spätestens 1 Woche nach Extraktion analysiert sein.

Die HPLC bewährt sich gegenüber der Gaschromatographie außer wegen der größeren Anzahl möglicher Untersuchungsparameter auch wegen der Robustheit gegenüber wasserhaltigen Extrakten, die sowohl bei der Flüssig-Flüssig-Extraktion als auch der Festphasenanreicherung auftreten können, und bei der HPLC-Analytik keiner weiteren Trocknung bedürfen.

Im Folgenden sollen die beiden verabschiedeten deutschen Normen zur Bestimmung von STV aus Wasser vorgestellt werden.

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gemeinsam erfassbare Stoffe (Gruppe F), DIN 38 407, Teil 17: Bestimmung ausgewählter nitroaromatischer Verbindungen mittels Gaschromatographie (F17), Ausgabedatum: Februar 1999

Die wässrigen Proben werden nach Flüssig-Flüssig-Extraktion mit Toluol oder Festphasenanreicherung auf einem RP-C18 Material gaschromatographisch untersucht. Es gelangt entweder ein Elektroneneinfangdetektor (ECD), ein Stickstoff-Phosphorselektiver (NPD) oder ein massenspektrometrischer Detektor (MSD) zum Einsatz. Die Substanzen werden über ihre Retentionszeiten identifiziert. Bei stark belasteten Gewässern oder komplizierter Matrix wird bei Bestimmung mittels ECD oder NPD zur Absicherung der Identifizierung zusätzlich ein massenselektiver Detektor empfohlen. Zum validierten Untersuchungsumfang gehören die in **Tabelle A2-1** für diese Methode angegebenen Substanzen. Sie sind dort mit F17 abgekürzt bezeichnet. Die **Bestimmungsgrenzen** werden mit 0,1 µg/l für Nitrobenzol (MNB) und die Aminomononitrotoluole angegeben und ab 0,05 µg/l für die anderen Verbindungen für den Fall, dass der ECD eingesetzt wird. Bei Verwendung eines NPD oder eines MSD können generell Bestimmungsgrenzen von 0,05 µg/l erreicht werden.

Bei der Auswertung des Ringversuches zur Validierung der Methode wurden je nach Substanz 24 - 27 ausreißerbereinigte Ergebnisse berücksichtigt. Zur Untersuchung standen eine dotierte Leitungswasserprobe und eine dotierte Grundwasserprobe. Die Verfahrenskenndaten belegen mit Wiederfindungsraten von 82 - 96 % und Vergleichsvariationskoeffizienten von 16 (1,3-Dinitrobenzol) - 42 % (4-Amino-2-Nitrotoluol) die Richtigkeit, Präzision und Zuverlässigkeit der Methode. Die Grundwasserprobe zeigt durchweg größere Vergleichsvariationskoeffizienten. Die größte Variation in den Ergebnissen zeigen das 4-Amino-2-Nitrotoluol und die Mononitrotoluole, was sich bei letzteren hauptsächlich in der Flüchtigkeit der Analyten und der Verwendung des hochsiedenden Extraktionsmittels Toluol bei der Flüssig-Flüssig-Extraktionsvariante begründet.

Als ergänzendes Verfahren soll hier auf den Entwurf zur DIN 38 407 F16, 1997 „Bestimmung von Anilin-Derivaten mittels Gaschromatographie“ hingewiesen werden. Die Zielsubstanzen dieser Vorschrift (Aniline und Toluidine, teilweise halogeniert) sind den STV chemisch ähnlich. Halogenierte aromatische Verbindungen konnten in Grundwässern auf Rüstungsalzlasten nachgewiesen werden (Levin, 1997). Die Analytik ist bis auf die bei diesem Normentwurf vorgesehene Verwendung eines massenselektiven Detektors als übereinstimmend anzusehen. Bei einer gemeinsamen Bestimmung mit den STV ist aber auf die Einstellung des pH-Wertes der Probe zu achten.

DIN 38 407 F21, 1999: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gemeinsam erfassbare Stoffe (Gruppe F), DIN 38 407, Teil 21: Bestimmung ausgewählter Explosivstoffe und verwandter Verbindungen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) mit UV-Detektion (F21), arbeitskreisinterne Fassung April 1999, im Druck

Bei dieser Methode werden die Analyten auf einer Festphase auf Polystyroldivinylbenzol-Basis angereichert und mit Methanol/Acetonitril wieder eluiert. Die so erhaltenen Extrakte werden unter Zugabe von Wasser als Keeper vorsichtig eingeengt und mittels HPLC/DAD analysiert. Zur Identifizierung der Substanzen werden ihre Retentionszeiten und ihr UV-Spektrum herangezogen. Diese Methode umfasst auch die thermolabilen Substanzen Hexogen und Oktogen sowie die Sprengöle und das nicht GC-fähige Hexyl. Die Zielsubstanzen sind in **Tabelle A2-1** mit F21 markiert. Die Bestimmungsgrenzen liegen bei 0,1 µg/l - 0,5 µg/l für alle Substanzen, bis auf die Sprengöle, die wegen ihrer wenig charakteristischen UV-Grenzabsorption bei 200 nm nur bei in diesem Wellenlängenbereich erhöhtem

Tabelle A2-1: In deutschen Normen berücksichtigte sprengstofftypische Verbindungen

Parameter	Methode (in Norm enthalten) DIN 38 407 F17: GC DIN E 38 407 F21: HPLC	Im Ringver- such vali- diert	BSG Wasser [µg/l] F17* / F21
Nitroaromaten			
2-NT	F17 / F21	F21	0,05 / 0,1 - 0,5
3-NT	F21	F21	0,1 - 0,5
4-NT	F17 / F21	F21	0,05 / 0,1 - 0,5
2,4-DNT	F17 / F21	F21	0,05 / 0,1 - 0,5
2,6-DNT	F17 / F21	F21	0,05 / 0,1 - 0,5
2-A-6-NT	F17	F17	0,1
4-A-2-NT	F17	F17	0,1
2,4,6-TNT	F17 / F21	F17 / F21	0,05 / 0,1 - 0,5
2-A-4,6-DNT	F17 / F21	F17 / F21	0,05 / 0,1 - 0,5
4-A-2,6-DNT	F17 / F21	F17 / F21	0,05 / 0,1 - 0,5
MNB	F17		0,05
1,3-DNB	F17 / F21	F17 / F21	0,05 / 0,1 - 0,5
1,3,5-TNB	F21	F21	0,1 - 0,5
Pikrinsäure	F21	F21	0,1 - 0,5
Hexyl	F21	F21	0,1 - 0,5
Nitramine			
Hexogen	F21	F21	0,1 - 0,5
Octogen	F21	F21	0,1 - 0,5
Tetryl	F21	F21	0,1 - 0,5
Aliphatische Nitroverbindungen			
Nitroglycerin	F21	F21	> 0,5
EGDN	F21	F21	> 0,5
DEGN	F21	F21	> 0,5
Nitropenta	F21	F21	> 0,5

Anmerkung: * bei Verwendung eines EC-Detektors; BSG = Bestimmungsgrenze

Grundrauschen bestimmt werden können und Bestimmungsgrenzen oberhalb von 0,5 µg/l haben. Bei der Ermittlung der Verfahrenskenndaten im DIN-Arbeitskreis hat man bewußt von einer niedrigeren Festlegung der Bestimmungsgrenzen abgesehen, da in dem Konzentrationsbereich unterhalb 0,1 µg/l die notwendige Präzision bei einer Mehrfachbestimmung nicht mehr erreicht wird und eine eindeutige Identifizierung über das UV-Spektrum kaum noch möglich ist (DIN UA5 AK19, 1998). Der arbeitskreisinterne Normenentwurf ist nach Durchführung des offiziell ausgeschriebenen Ringversuchs zur Ermittlung der Verfahrenskenndaten eingereicht worden (DIN UA5 AK19, 1999).

Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen (STV) in Boden

Auch bei der Bestimmung der STV aus Boden liegen die größten Fehlermöglichkeiten nicht im Bereich der instrumentellen Analytik, sondern in der Probennahme, dem Proben-transport, der Lagerung und der Probenvorbereitung. Bei Feststoffproben tritt allgemein das Problem der Matrix stärker in den Vordergrund, da sich die Matrix in der Regel als

- vielfältiger, schwieriger zu definieren und
- inhomogener

darstellt.

Ersteres bedingt eine sehr viel höhere Unsicherheit bei Übertragung der validierten Kenn-
daten, in diesen Zusammenhang hpts. der Wiederfindungsraten, z.B. von einem Mittelsand
auf schluffige Böden. Durch die gegebene Inhomogenität und den damit verbundenen
Homogenisierungsaufwand zur Erreichung einer repräsentativen Untersuchungsprobe
kommt es naturgemäß zu Verfälschungen der Probe, die sich besonders auf die Bestim-
mung von leichtflüchtigen Verbindungen auswirken. Aber auch mikrobiell abbaubare Sub-
stanzen erfahren durch die Störung der Milieubedingungen bei der Probenvorbereitung
einen sprunghaft verstärkten Abbau. Aus diesem Grunde ist unter Berücksichtigung der
Empfehlungen der E DIN ISO 14507 (1996) neben dem Untersuchungsprogramm auch die
Probenvorbereitung im Leistungsverzeichnis festzuschreiben. Die Probenvorbereitung
muss einen gangbaren Kompromiss zwischen Repräsentativität und Vergleichbarkeit der
Ergebnisse mit Richt- und Grenzwerten einerseits, bei gleichzeitig gewährter Richtigkeit
der Ergebnisse andererseits ermöglichen. Gegebenenfalls kann dies nicht für alle Unter-

suchungsparameter erreicht werden, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden muss.

Zur Bestimmung von STV aus Feststoffproben liegen keine deutschen genormten Verfahren vor. Verwiesen sei hier aber auf die EPA Vorschrift 8330 (EPA, 1990), die zur Bestimmung verschiedener STV die Ultraschallextraktion mit Acetonitril und eine nachfolgende HPLC-Analytik vorsieht.

Grundsätzlich kommen in der instrumentellen Analytik dieselben Verfahren wie bei der Bestimmung aus Wasserproben zur Anwendung. Das sind hauptsächlich die Reversed-Phase-HPLC-Analytik und die Gaschromatographie unter Einsatz verschiedener Detektoren (NPD, ECD, MSD). Entscheidend für die Gesamtmethodik jedoch ist der vorgelagerte Extraktionsschritt. Einen aktuellen Überblick samt Bewertung der Methoden erlaubt der Abschlussbericht „Methodenvergleich Rüstungsalzlasten“ der Hessischen Landesanstalt für Umwelt (HLfU, 1998). Grundlage für diesen Bericht bildet eine in 5 Stufen durchgeführte Vergleichsuntersuchung unter Teilnahme von 24 Untersuchungsstellen, die jeweils mit ihren „Hausmethoden“ teilnehmen konnten (keine Vorgabe einer „Standardmethode“). Die Erfahrungen früherer Untersuchungen in Bayern und Niedersachsen wurden bei der Konzeption der Vergleichsuntersuchungen der HLfU berücksichtigt. Etwa zeitgleich wurde eine ähnliche Vergleichsuntersuchung in Sachsen durchgeführt. Nach dem Bericht der HLfU wurden am häufigsten polare Lösungsmittel wie Acetonitril, Diethylether, Dichlormethan und Methanol eingesetzt. Daneben kamen auch unpolare Lösungsmittel wie Hexan/Benzol und Toluol zum Einsatz. Als Extraktionsmethoden wurden hauptsächlich „heiße“ Extraktionsverfahren wie Ultraschall- und Soxhletextraktion eingesetzt, in wenigen Fällen wurde „kalt“ geschüttelt. Orientiert an der eingesetzten instrumentellen Analytik werden mit Wasser mischbare Extraktionsmittel für die nachfolgende HPLC-Analytik (Methanol, Acetonitril) und hydrophobe Extraktionsmittel (Diethylether, Dichlormethan, Toluol) für die GC-Analytik eingesetzt. Die gebräuchlichsten Kombinationen sind: Ultraschallextraktion mit Methanol oder Acetonitril und nachfolgende HPLC-Analytik (vgl. EPA-Methode 8330) sowie eine Soxhlet-Extraktion mit Diethylether und GC-ECD-Analytik. Meistens werden die Proben durch Zugabe von Na_2SO_4 getrocknet. Das ist bei Verwendung von hydrophoben Extraktionsmittel generell anzuraten, da das Extraktionsmittel sonst nicht in die Porenräume eindringen kann. Auf eine Reinigung der Extrakte wurde durchgängig verzichtet.

Die Bewertung der Verfahren kann über qualitative und quantitative Kriterien erfolgen. Bei einer qualitativen Bewertung geht es darum zu entscheiden, ob es den Verfahren gelingt falsch positive und falsch negative Resultate zu vermeiden.

Bewertet man allein die **instrumentelle Analytik** bezüglich ihrer Empfindlichkeit und der Arbeitsbereiche ist generell festzustellen, dass die GC-Analytik bei Verwendung eines ECD die höchste Empfindlichkeit besitzt. Der Arbeitsbereich ist aber auf ca. 0,01 - 1 (max. 10) mg/kg beschränkt. Die HPLC-Analytik findet zumeist im Konzentrationsbereich von ca. 0,5 - 100 mg/kg Anwendung, ist damit also weniger empfindlich. Zur Erweiterung der Arbeitsbereiche müssen zusätzliche, potentiell fehlerbehaftete Verdünnungs- oder Einengungsschritte durchgeführt werden. Für eine quantitative Bewertung der Verfahren wurden die Wiederfindungen der Einzelverfahren und die Verlässlichkeit, gegeben durch die Ausreißeranzahl, herangezogen. So zeigt sich bei der Bewertung der Verfahren anhand quantitativer Kriterien, dass für Konzentrationen unter 1 mg/kg die GC-Verfahren geeigneter sind, bei Konzentration oberhalb von ca. 8 mg/kg jedoch die HPLC-Verfahren als geeigneter bewertet werden. Im Zwischenbereich sind beide Verfahren geeignet.

Bei der Bewertung von **Gesamtverfahren**, also unter Einbeziehung des Extraktionsschrittes, haben sich bezüglich der drei Grundverfahren HPLC/DAD, GC/ECD und GC/MS 5 „Hausverfahren“ als besonders geeignet erwiesen. Sie sind in der **Tabelle A2-2** unter Angabe ihrer wichtigsten Verfahrensschritte aufgeführt.

Tabelle A2-2: Empfohlene Verfahren zur Bestimmung von STV aus Bodenproben nach HLfU (HLfU, 1998)

Grund- ver- fahren	Trocknung	Reinigung/ Einengen	Extraktion
HPLC/DAD	Na ₂ SO ₄	-/Rotationsver- dampfer	50 g Boden, 150 ml Acetonitril, US-Extraktion (3 x 15 min)
HPLC/DAD	Na ₂ SO ₄	Filtration/-	50 g Boden, 125 ml Methanol, US-Extraktion (2 x 15 min)
GC/ECD	Na ₂ SO ₄	-/auf 1 ml einge- engt	50 g Boden, 100 ml Diethylether, Heißextraktion für 120 min
GC/ECD	-	-/-	30 g Boden, 150 ml Methanol, Soxhlet, 120 min Extraktion
GC/MS	Na ₂ SO ₄	-/ auf 1 ml einge- engt, Toluol als Keeper	20 g Boden, 120 ml Diethylether, Soxhlet 320 min

Bewertung

Prinzipiell liefert die Vergleichsuntersuchung des HLFU einen guten methodischen Überblick zu geeigneten Untersuchungsverfahren, die bei einer Ausschreibung zur Analytik von STV aus Bodenproben zu berücksichtigen sind. Auch für Bodenproben gelten allerdings die schon zur Analytik aus Wasserproben aufgeführten Anmerkungen zur Repräsentanz der Messprobe, Matrixeffekten und Substanzvielfalt. Besonders die ersten beiden Punkte erschweren die Analytik von STV aus Bodenproben erheblich.

Weitere Empfehlungen zur Ausschreibung

Vergleicht man die verschiedenen Stufen der Vergleichsuntersuchung des HLFU, stellt man fest, dass schon für die relativ unkritische Analytik von Standardlösungen oder vorgefertigten Extrakten Variationskoeffizienten von ca. 30 % zwischen den Labors ermittelt werden. Dieser Wert erhöht sich nur unwesentlich, wenn man den Labors die Probenvorbereitung komplett nach ihrer „Hausmethode“ überlässt. Das zeigt, dass es sich bei Ausschreibungen zur Analytik von STV aus Bodenproben aus fachlichen Gründen nicht empfiehlt eine Standardmethode vorzugeben, weil die Untersuchungsstellen mangels genormter Vorgaben, ihre eigenen Methoden entwickelt haben, mit denen sie die verlässlichsten Ergebnisse erzielen. Zur Leistungsbeschreibung im Rahmen einer Ausschreibung gehören für diesen nicht genormten analytischen Bereich aber Angaben zum genauen Untersuchungsumfang, dem geforderten Arbeitsbereich z.B. 0,1 mg/kg – 1000 mg/kg, zur Bodenart und zur vorgegebenen Probenaufbereitung (Homogenisierung, Siebung etc.) Die Untersuchungsmethode sollte nicht vorgegeben (s.o.), sondern nur zur Information abgefragt werden. Die so deklarierten „Hausmethoden“ müssen durch interne und externe Qualitätsmaßnahmen wie Vergleichsuntersuchungen und Ringversuche sowie Referenzen belegt sein. Bei der Analytik von STV ist die Erfahrung im Umgang mit entsprechenden Proben der beste Qualitätsgarant.

Analytik von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen

Allgemeine Angaben

Chemische Kampfstoffe sind synthetische Gifte, die unter Einsatz von militärischen Mitteln (Bomben, Granaten, Raketen, Spritzgeräte usw.) zur Anwendung kommen können. Die

Zahl der bisher in großem Maßstab für eine Verwendung als Kampfstoffe produzierten und bevorrateten toxischen Substanzen liegt etwa bei 50.

Kampfstoffe lassen sich auf verschiedene Weise systematisieren wie z.B. nach Art der chemischen Verbindungen, nach militärstrategischen Gesichtspunkten, Zeitpunkt der Verwendung u.v.a. Am gebräuchlichsten ist die im Folgenden wiedergegebene Einordnung nach toxikologischen Wirkungsarten:

- Augenreizstoffe (Lakrimogene), z.B. Chloracetophenon
- Nasen- und Rachenreizstoffe (Sternutatoren), z.B. Diphenylarsinchlorid (Clark I)
- Lungengifte, z.B. Chlorpikrin
- Hautgifte, z.B. Bis(2-chlorethyl)-sulfid (S-Lost)
- Blutgifte, z.B. Cyanwasserstoff (Blausäure)
- Nervengifte, z.B. Methylfluorosphonsäure-isopropylester (Sarin)
- Psychogifte, z.B. 3-Chinuclidinylbenzilat
- Toxine (Bakterien-Toxine), z.B. Tularensis
- Phytogifte (Totalherbizide), z.B. 2,4,5-Trichlorphenoxyessigsäure (2,4,5-T)

Obgleich in den Jahren nach dem 2. Weltkrieg bereits große Mengen an Kampfstoffen entsorgt wurden, ist gegenwärtig und auch zukünftig durchaus noch mit Funden aus dieser Zeit zu rechnen.

Zur Analytik von Kampf- und Reizstoffen gilt das unter „Allgemeine Einleitung“ Gesagte in ganz besonderem Maße. Genormte Verfahren sowohl für Wasser als auch für die Bodenmatrix liegen nicht vor; die Anzahl an qualifizierten Untersuchungsstellen ist gering. Die Analytik wird von „Hausverfahren“ geprägt, die oft im Rahmen von Forschungsvorhaben entwickelt wurden. Deswegen sollen zur Analytik von Kampfstoffen im Folgenden hauptsächlich allgemeine Verfahrensvorschriften dargestellt werden. Im Rahmen der Kampfstoff-Analytik kommt der Schnellanalytik und der Analytik von Luftproben aus Gründen des Arbeitsschutzes eine besondere Bedeutung zu, weshalb diesen Untersuchungen ein eigener Abschnitt gewidmet ist.

Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Wasser

Die meisten der als Kampfstoffe ausgewiesenen Substanzen hydrolysieren in Wasser mehr oder weniger schnell. Diese Hydrolyse ist für alle Substanzen stark pH-Wert abhän-

gig. Normalerweise steigt die Geschwindigkeit der Hydrolyse mit steigendem pH-Wert exponentiell an, ist also im alkalischen Milieu am höchsten. Bei einigen Nervenkampfstoffen ist allerdings neben der alkalischen auch eine saure Hydrolyse möglich (z.B. bei Sarin; RIPPEN, 1994a).

Tabelle A2-3: Chemische Kampf- bzw. Reizstoffe und ihre Abbau- und Hydrolyseprodukte

Bezeichnung der Kampf- bzw. Reizstoffe	Formel	Zwischen- bzw. Endprodukte des Abbaus oder der Hydrolyse
Bromaceton	$\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{Br}$	$\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_2\text{-OH}$
Chloracetophenon	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C(O)-CH}_2\text{-Cl}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-C(O)-CH}_2\text{-OH}$
Brombenzylcyanid	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBrCN}$	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH(COOH)(OH)}$
Chlor	Cl-Cl	$\text{HOCl} + \text{HCl}$
Carbonylchlorid (Phosgen)	C(O)Cl_2	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$
Chlorameisensäure-trichlormethylester (Diphosgen)	Cl-C(O)-O-CCl_3	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{HCl}$
Trichlornitromethan (Chlorpikrin)	$\text{Cl}_3\text{C-NO}_2$	$\text{CHCl}_3 + \text{HNO}_3$
Diphenylarsinchlorid (Clark I)	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCl}$	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsOH}$
Diphenylarsincyanid (Clark II)	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsCN}$	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{AsOH}$
Phenarsazinchlorid (A-damsit)	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2(\text{NH})(\text{As})(\text{Cl})$	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2(\text{NH})(\text{As})(\text{OH})$
Bis(2-chlorethyl)-sulfid (S-Lost)	$\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-S-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$	$\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-S-CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
N-Methyl-bis(2-chlorethyl)-amin (N-Lost)	$\text{Cl-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N(CH}_3\text{)-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Cl}$	$\text{HO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-N(CH}_3\text{)CH}_2\text{-CH}_2\text{-OH}$
2-Chlorvinylarsin-dichlorid (Lewisit)	Cl-CH=CH-AsCl_2	$\text{Cl-CH=CH-As-(OH)}_2$
Isopropylmethylfluor-phosphonat (Sarin)	$(i\text{-C}_3\text{H}_7\text{O})(\text{CH}_3)\text{P(O)F}$	$\text{CH}_3\text{-P(O)(OH)}_2$
Diisopropylfluorphosphat (DFP)	$(i\text{-C}_3\text{H}_7\text{O})_2\text{P(O)F}$	$\text{CH}_3\text{-P(O)(OH)}_2$
1,2,2-Trimethylpropylfluor-phosphonat (Soman)	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{C-CH(CH}_3\text{)-O-P(CH}_3\text{)(O)F}$	$\text{CH}_3\text{-P(O)(OH)}_2$
Bleitetraethyl	$(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$	hydrolysiert nicht, ist stark persistent und in Wasser unlöslich

In der Regel hydrolysieren Kampfstoffe um so schneller, je besser sie in Wasser löslich sind. Überwiegend entstehen bei der Hydrolyse von Kampfstoffen Substanzen, die nur noch wenig toxisch sind. Eine Ausnahme bilden die arsenorganischen Verbindungen, deren Hydrolyseprodukte immer noch als hochtoxisch eingestuft werden müssen. Zugleich ist ihre Wasserlöslichkeit wesentlich höher als die der Ausgangsprodukte, so dass sich infolge Hydrolyse arsenorganischer Verbindungen die Gefahr einer Grundwasserkontamination durch Migration erhöht. Die Abbau- bzw. Hydrolyseprodukte wichtiger chemischer Kampfbzw. Reizstoffe sind in **Tabelle A2-3** zusammengefasst.

Allgemeine Verfahrensvorschriften

Wie aus **Tabelle A2-3** hervorgeht, sollte der Schwerpunkt der Analytik von Wasserproben hauptsächlich auf der Erfassung der Hydrolyseprodukte liegen. Über deren Nachweis können dann Rückschlüsse auf das Vorhandensein von Kampfstoffen gezogen werden. Die Untersuchung von Wasserproben auf **Chemische Kampfstoffe** untergliedert sich üblicherweise in folgende Teilschritte:

Voruntersuchungen

Vor Beginn der eigentlichen Untersuchungen finden häufig Voruntersuchungen auf einzelne Kampfstoffgruppen in Form von Schnelltests (Prüfröhrchen, Teststäbchen, biochemische Schnelltests) statt. Diese können unter wissenschaftlicher Beratung des Untersuchungslabors teilweise auch durch den begleitenden Umweltingenieur durchgeführt werden.

Extraktion

Im Anschluss an die Vorproben auf einzelne Kampfstoffgruppen werden Wasserproben normalerweise zunächst mit einem geeigneten Extraktionsmittel extrahiert. Gängige Extraktionsmittel sind Dichlormethan, tert-Butylmethylether oder Methylisobutylketon. Bei Verdacht auf flüchtige Substanzen ist deren Parallelbestimmung mittels einer Headspace- oder Purge-and-Trap-Analytik aus einem Aliquot der Probe sinnvoll. Allerdings ist die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein von leichtflüchtigen Substanzen in den Wasserproben gering, da die dafür in Frage kommenden Substanzen im Allgemeinen sehr leicht hydrolysieren (wie z.B. Phosgen).

Außer den Hydrolyseprodukten können die Wasserproben in bestimmten Fällen Kampfstoffe als Reinsubstanz oder an Sedimente, Ölfilme bzw. Schwebstoffe gebunden enthalten. In solchen Fällen ist eine Extraktion, am besten gleich vor Ort, besonders wichtig. Nach der Extraktion sollten die Extrakte in einem Gefrierschrank transportiert werden, sofern nicht die Möglichkeit besteht, sie gleich vor Ort in einem mobilen Labor zu analysieren.

Sollten bei der Entnahme von Wasserproben feste oder flüssige Partikel aufschwimmen oder sich absetzen, so sind diese Partikel getrennt zu untersuchen. Substanzen, die in Wasser unlöslich und thermisch stabil sind, lassen sich in den meisten Fällen gaschromatographisch bestimmen. Gegebenenfalls müssen sie allerdings vorher derivatisiert werden (s.u.). Zur Analyse können die Möglichkeiten der modernen Messtechnik auf diesem Gebiet, wie GC-FID, GC-ECD, GC-AED (AED = Atomemissionsdetektor), GC-MS oder GC-FTIR (FTIR = Fourier-Transform-Infrarot), genutzt werden.

Schwierig wird die Analytik bei Substanzen, die mehr oder weniger stark hydrophil sind (SCHOENE, 1992). Um die in der Tabelle aufgelisteten Hydrolyseprodukte zu erfassen, die hydrophil sind aber auch zum Teil noch hydrophobe Eigenschaften besitzen (z.B. Diphenylarsinsäure), wird die Wasserprobe eingeeengt und mehrfach mit einem geeigneten Extraktionsmittel extrahiert.

Trocknen und Einengen der Extrakte

Die Extrakte werden mit Na_2SO_4 getrocknet und eingeeengt. Dieser Vorgang muss unter Umständen im Anschluss an die nachfolgende Derivatisierung nochmals wiederholt werden.

Derivatisierung

Einige Kampfstoffe bzw. ihre Hydrolyseprodukte sind nicht oder nur schwer gaschromatographisch zu bestimmen (z.B. arsenorganische Verbindungen). Dieses Problem lässt sich durch die Derivatisierung dieser Verbindungen lösen. Bei der Derivatisierung ist darauf zu achten, dass möglichst wenige Nebenprodukte im Extrakt enthalten sind, die mit derivatisiert werden können und die nachfolgende Bestimmung durch Überlagerung stören.

Da die meisten Hydrolyseprodukte OH-Gruppen aufweisen, kann man die Derivatisierungsreagenzien in der Regel auf TGM (Thioglykolsäuremethylether) und MTBSTFA [N-Methyl-N-(tert-butyl-dimethylsilyl)-trifluoracetamid] beschränken. Besonders MTBSTFA ist ein sehr multifunktionelles Derivatisierungsreagenz, das geeignet ist, organische OH- und SH-Funktionen unter Abspaltung von Trifluoracetamid zu derivatisieren. Arsenorganische Verbindungen werden am besten mit TGM in schwefelsaurer Lösung derivatisiert. Ein anschließende GC-Analyse muss spätestens 24 Stunden nach der Derivatisierung erfolgen. Als weitere Derivatisierungsmittel sind Alkylierungsmittel (insbes. Trimethyl- und Triethylsulfoniumhydroxid) zu nennen. Die Derivatisierung organischer Stickstofffunktionen erfolgt vorteilhaft mit N-Methyl-bis(trifluoracetamid) (MBTFA).

Chromatographische Trennung und anschließende Detektion

Die derivatisierten Kampfstoffe bzw. die chromatographierbaren Kampfstoffe oder Hydrolyseprodukte werden chromatographisch aufgetrennt und anschließend detektiert. Bei thermisch stabilen Verbindungen erfolgt dies durch GC-FID, GC-ECD, GC-AED, GC-MS oder GC-FTIR. Arsenkampfstoffe, welche sämtlich dreiwertiges Arsen enthalten, lassen sich durch HPLC mit elektrochemischer Detektion (Oxidation von dreiwertigem zu fünfwertigem Arsen) bestimmen. Die Mehrzahl der Verbindungen können durch HPLC mit UV- bzw. Diodenarray-Detektion analysiert werden.

Schwierigkeiten bereitet die Analyse der Methylphosphonsäure, die als Endprodukt der Hydrolyse der wichtigsten Nervenkampfstoffe im Wasser vorliegen kann. Sie gilt als zuverlässiges Indiz für phosphororganische Nervenkampfstoffe. Da Methylphosphonsäure gut in Wasser löslich ist, ist ihre Isolierung aus Wasser aufwendig. Die Wasserproben müssen eingeeengt und von den in natürlichem Wasser immer enthaltenen Salzen gereinigt werden. Dies geschieht vorzugsweise durch Ionenaustausch. Anschließend erfolgt die Derivatisierung mit MTBSTFA, dann die gaschromatographische Trennung verbunden mit einer Detektion, z.B. mit MS.

Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Boden

Bei der analytischen Bestimmung von Kampfstoffen und deren Abbauprodukten in Bodenproben bestehen die gleichen prinzipiellen Schwierigkeiten bei der Extraktion der oft sehr komplexen Bodenmatrix, wie bei der Bestimmung anderer organischer Schadstoffgruppen

(s. auch Bestimmung von sprengstofftypischen Verbindungen (STV) in Boden). Daran schließen sich dann die bereits im vorangehenden Kapitel für die Bestimmung in Wasser geschilderten Schwierigkeiten bei der Probenaufbereitung (Derivatisierung, chromatographische Trennung) und Detektion an. In den Extrakten von Bodenproben sind neben den zu analysierenden Substanzen wesentlich mehr Verunreinigungen (humose Bodenbestandteile etc.) enthalten als in den Wasserproben. Die Bestimmung chemischer Kampf- bzw. Reizstoffe und ihrer Abbauprodukte in Bodenproben ist deshalb außerordentlich schwierig und setzt große Erfahrung voraus.

Um eine umfassende Extraktion der Kampf- bzw. Reizstoffe und ihrer Abbauprodukte aus den Bodenproben zu erreichen, sollte mit drei verschiedenen Extraktionsmitteln unter verschiedenen pH-Bedingungen extrahiert werden (SCHOENE et al., 1995):

- Mit wässriger Ammoniaklösung zur Erfassung hydrophiler Arsenverbindungen
- Mit wässriger Salzsäure zur Erfassung von Verbindungen mit einer oder mehreren OH-Gruppen
- Mit tert-Butylmethylether zur Erfassung lipophiler GC-fähiger Komponenten

Die Weiterverarbeitung der Extrakte lässt sich in drei Schwerpunkte untergliedern:

- Reinigung der Extrakte, um eine effektive Derivatisierung durchführen zu können bzw. GC-fähige Proben zu erhalten
- Derivatisierung der zu analysierenden Verbindungen in den gereinigten Extrakten, um sie chromatographierbar zu machen (s. Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Wasser)
- Chromatographische Auftrennung und anschließende Detektion (s. Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Wasser)

Vor allem bei Boden- aber auch bei Wasseruntersuchungen auf Arsenkampfstoffe ist die Bestimmung der Arsengesamtgehalte von Bedeutung. Sofern der **geogene** Gehalt nicht überschritten wird, können aufwendige Untersuchungen auf Arsenkampfstoffe (Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Wasser) entfallen. Bei einer flächenhaften Untersuchung lässt eine homogene Verteilung des Gesamtarsengehalts im Boden auf geogenes Arsen schließen, während Inhomogenitäten einen ersten Hinweis auf mögliche Kontaminationen durch Arsenkampfstoffe liefern.

Bestimmung von chemischen Kampf- bzw. Reizstoffen in Luft

Bei der Bestimmung chemischer Kampfstoffe in der Luft sind Untersuchungen von Bodenluft und Umgebungsluft zu unterscheiden. Im Gegensatz zur Kampfstoffanalytik von Boden- und Wasserproben steht bei Luftuntersuchungen die Bestimmung der Kampfstoffe selbst im Vordergrund, da der Dampfdruck von Hydrolyse- und Abbauprodukten dieser Substanzen in der Regel sehr gering und somit ihr Anteil in den Luftproben kaum messbar ist.

Die Möglichkeit, dass Kampfstoffe in Luftproben vorkommen können, erfordert sehr sorgfältiges Arbeiten in Verbindung mit einem hohen Arbeitssicherheitsstandard. Eine hohe Gefährdung ist vor allem bei der Begehung von Bunkern, Kellern und Schächten gegeben, da dort der Luftaustausch gering und die Gefahr der Anreicherung hochtoxischer Substanzen in der Luft möglich ist. Beim Arbeiten unter solchen Bedingungen ist deshalb eine schnelle und zuverlässige Anzeige erforderlich.

Für eine sichere, selektive, sehr empfindliche und schnelle Detektion hochtoxischer Kampfstoffe sind zwei Methoden besonders geeignet: Die mobile GC-MS-Analytik und die Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS). Die letztgenannte Methode weist einige Vorteile auf, die gerade für die Kampfstoffanalytik vor Ort von großer Bedeutung sind:

- Hohe Ansprechgeschwindigkeit
- Robustheit
- Programmierung auf entsprechende Zielsubstanzen
- Geringes Gewicht
- Hohe Nachweisempfindlichkeit vor allem für Nervenkampfstoffe
- Niedriger Preis im Vergleich zu GC-MS-Geräten

Für eine schnelle Anzeige vor Ort bewährt haben sich vor allem Gasprüfröhrchen bzw. davon abgeleitete Methoden, wie das von der Fa. Honeywell Elac-Nautic GmbH vertriebene "Nervenkampfstoffticket", das für Sarin eine Nachweisgrenze von $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in Luft und $100 \mu\text{g}/\text{l}$ in Wasser erreicht. Der Nachweis beruht wie bei den Dräger Röhrchen für Phosphorsäureester auf einer Hemmung der Cholinesterase. Beim Einsatz dieser Methode muss allerdings mit falsch positiven Resultaten gerechnet werden, da einige noch im Einsatz befindliche Insektizide, wie z.B. das bekannte Dichlorphos (DDVP), ebenfalls stark cholinesterasehemmend wirken. Die Möglichkeit von falsch positiven Signalen wird bei der

Schnellanalytik von Kampfstoffen bei gegebener Sicherheit des Ausschlusses von falsch negativen Ergebnissen (unterbliebener Alarm) toleriert.

Um eine möglichst sichere Analyse von Gasgemischen zu erzielen, ist die Entnahme später im Labor zu untersuchender Luftproben unerlässlich. Dabei hat sich die Methode auf der Basis von Sorptionsröhrchen als vorteilhaft erwiesen. Da es sich bei den Kampfstoffen um eine breite Palette von Substanzen mit unterschiedlichen chemischen Eigenschaften handelt, sind verschiedene Sorptionsröhrchen erforderlich. Diese müssen folgenden Forderungen entsprechen:

- Gute Sorptionsfähigkeit
- Möglichst quantitative Eluierbarkeit
- Keine oder gezielte chemische Wechselwirkung mit den zu analysierenden Substanzen

Für die sorptive Entnahme von Luftproben mittels Bodenluftsonden eignen sich Aktivkohleröhrchen (NIOSH-Typ). Sie sind u.a. für verschiedene Tränenreizstoffe, wie Chloracetophenon, Xylylbromide etc., anwendbar. Für lipophile hydrolyseempfindliche Substanzen (z.B. Sarin, Tabun, Loste) sind Tenax-Röhrchen (Basis Polyphenylenoxid) zu empfehlen. Weiterhin sind Röhrchen vom XADZ-Typ zu nennen, die mit Dibutylamin beschichtet sind und mit acylierenden Substanzen (Chlorcyan, Bromcyan etc.) eluierbare GC-fähige Amide bilden.

Nach Aufarbeitung der durch Adsorption erhalten Bodenluftproben mittels Überführung in ein geeignetes Elutionsmittel folgt die Analyse der gewonnenen Eluate. Die in den Eluaten enthaltenen Kampfstoffe sind nahezu alle GC-gängig und können mit den entsprechenden Detektoren normalerweise gut analysiert werden.

Schwierigkeiten entstehen vor allem, wenn in der Luft neben den zu analysierenden Kampf- bzw. Reizstoffen weitere Substanzen mit hohem Dampfdruck in hohen Konzentrationen vorhanden sind (z.B. LHKW, MKW), wie es vor allem bei Bodenluft der Fall sein kann. Diese Verbindungen können bei der Probennahme die Adsorption vorhandener Kampf- bzw. Reizstoffe mindern (Adsorptionsverdrängung), so dass deren Konzentration zu niedrig gemessen wird. Beispielsweise wird die Adsorption von Chlorpikrin an ein Adsorbentmaterial durch gleichzeitig vorhandenes Tetrachlorethen gemindert. Auch bei der nachfolgenden Analytik können Probleme infolge von Signalüberlagerungen bei der De-

tektion auftreten, z.B. bei Anwesenheit von MKW. In solchen Fällen sind der eigentlichen Detektion vorzulagernde Trennungen unerlässlich.

Bewertung und Hinweise für die Ausschreibung

Die Qualität der chemischen Untersuchungen auf Kampf- bzw. Reizstoffe ist mangels Vorgaben und des teilweise noch vorhandenen F&E-Bedarfs sehr schwierig einzuschätzen. Bei der Bewertung von Bewerbern für diese Analytik tritt die wissenschaftliche Qualifikation, abzulesen an der entsprechende persönlichen und institutionellen Reputation (F&E-Erfahrung, Fachpublikationen ...) und besonders an Referenzprojekten gegenüber den formellen Qualitätskriterien wie Akkreditierung und Zulassungen in der Vordergrund. Es empfiehlt sich, dieser gewünschten Fachkompetenz auf Seiten des Untersuchungslabors auf Seiten des Auftraggebers oder mittelbar des begleitenden Umweltingenieurs eine entsprechende gutachterliche Expertise (bei größeren Projekten z.B. in Form eines wissenschaftlichen Beirates) entgegenzustellen. Nur so lässt sich neben der rein chemisch-analytischen Ergebnisfindung eine problemgerechte Bewertung der Ergebnisse gewährleisten.

Die toxikologische Wirksamkeit der in **Tabelle A2-3** aufgeführten Substanzen führen im Zusammenhang mit der erreichbaren Nachweissicherheit zu einem „Reinheitsgebot“ in der Form, dass bei einem qualitativen Nachweis der Stoffe weitere Untersuchungen automatisch notwendig werden. Wegen der preislichen Relevanz weitergehender Untersuchungen ist hier ein abgestuftes Vorgehen vorzusehen. Dieses nach Arbeitspaketen und Meilensteinen aufgeteilte Vorgehen lässt sich kaum in einem formellen Ausschreibungsverfahren durchführen, sondern wird zumindest bei größerem, über Einzelproben hinausgehenden Umfang, in einer freien Vergabe bzw. einem Verhandlungsverfahren durchgeführt werden müssen.

Die Besonderheit der analytischen Leistung macht es zudem meistens erforderlich, die Analytik auf Kampfstoffe gesondert von den anderen Laborleistungen zu vergeben. Dies kann tatsächlich getrennt oder in Unterauftragvergabe durch das chemische Untersuchungslabor, das für die anderen analytischen Arbeiten beauftragt wird, geschehen. In jedem Falle ist die Untersuchungsstelle auch im Falle einer Unterbeauftragung zu benennen, und entsprechende Unterlagen zur Qualifikation der untersuchenden Stelle beizufü-

gen. Auch hier ist die Abfrage von Methodik und Verfahrenskenngrößen wichtiger als die Vorgabe einer standardisierten Untersuchungsmethode.

Die Untersuchung von Luft- und Bodenluftproben liefert bei den kampfstofftypischen Verbindungen vor allem einen Beitrag zum begleitenden Arbeitsschutz und wird im Leistungsverzeichnis zur Analytik nur in wenigen Leistungspositionen berücksichtigt. Beim Arbeitsschutz ist zu berücksichtigen, dass einige Kampfstoffe nicht als Gas sondern an Partikel gebunden inhalativ (Arsenorganika) oder dermal wirken (Loste), sich also in der Gasphase trotz Präsenz nicht nachweisen lassen.

Analytik von weiteren wichtigen Schadstoffgruppen

Auf Rüstungsalblasten ist i.d.R. auch mit nicht rüstungsspezifischen Stoffen zu rechnen. Dazu zählen hauptsächlich die aus dem Untersuchungsumfang von herkömmlichen Alblasten bekannten anorganischen Parameter, wie Schwermetalle und toxikologisch relevante Ionen (z.B. Cyanid), sowie organische Parameter wie Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW), Benzol und seine Derivate (BTEX), leicht- und schwerflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK). Die Bestimmung und Bewertung dieser Stoffe richtet sich nach der BBodSchV.

Anlage 3: Vorläufige Prüfwerte sprengstofftypischer Verbindungen

Rechtsverbindliche **Prüfwerte** zur Bewertung von sprengstofftypischen Verbindungen existieren zur Zeit noch nicht. Bis zu deren Vorliegen sind einzelfallbezogene Bewertungen von den Bayerischen Landesämtern für Umweltschutz (Pfad Boden-Mensch (direkter kontakt)) und Wasserwirtschaft (Pfad Boden-Gewässer) aufzustellen.

Die nachfolgenden vorläufigen Prüfwerte für rüstungsspezifische Stoffe für den **Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt)** wurden nach den Ableitungsmaßstäben und -methoden gemäß Bundesanzeiger Nr. 161a vom August 1999 erstellt. Sie sind in der Loseblattsammlung „Berechnung von Prüfwerten für die Bewertung von Altlasten“ (Hrsg. Umweltbundesamt) veröffentlicht (UBA 1999). Eine Veröffentlichung der gesamten toxikologischen Grundlagen wird an anderer Stelle erfolgen.

Die in **Tabelle A3-1** genannten vorläufigen Prüfwerte sind als Prüfwertvorschläge, die in **Tabelle A3-2** genannten behelfsmäßigen Prüfwerte als orientierende Hinweise aus stoffbezogenen Berechnungen zu betrachten. Die unterschiedliche Gewichtung resultiert aus dem Umfang und der Qualität der für die Ableitung zur Verfügung stehenden Datenbasis.

Tabelle A3-1: Vorläufige Prüfwerte für rüstungsspezifische Parameter (Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt))

Prüfwertvorschläge (mg/kg TS)				
Stoffname	Nutzung			
	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitflächen	Industrie- und Gewerbeflächen
2,4-Dinitrodiphenylamin ³	-- ¹	-- ¹	-- ¹	-- ¹
2,4-Dinitrotoluol ⁴	3	6	15	50
2,6-Dinitrotoluol ⁴	0,2	0,4	1	5
Diphenylamin	-- ²	-- ²	-- ²	-- ²
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl) ⁴	150	300	750	1500
Hexogen (RDX)	100	200	500	500
Nitrobenzol ⁴	1	1	--	15
2-Nitrodiphenylamin ³	-- ¹	-- ¹	-- ¹	-- ¹
4-Nitrodiphenylamin ³	-- ²	-- ²	-- ²	-- ²
Oktozen (HMX)	-- ²	-- ²	-- ²	-- ²
Pentaerythritol-tetranitrat	500	1000	2500	5000

Prüfwertvorschläge (mg/kg TS)				
Stoffname	Nutzung			
	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitflächen	Industrie- und Gewerbeflächen
(PETN, Nitropenta)				
1,3,5 Trinitrobenzol ³	-- ²	-- ²	-- ²	-- ²
2,4,6-Trinitrotoluol ⁴	20	40	100	200

(Quelle: UBA 1999; Ergänzung in Vorbereitung)

Anmerkungen:

¹ - Wegen einer unzureichenden Datenlage ist die Ableitung von Prüfwerten nicht möglich.

² - Die errechneten Bodenwerte sind nach Plausibilitätsprüfung als Prüfwerte nicht praktikabel.

³ - Bei diesen Stoffen ist mit Kombinationswirkungen zu rechnen u.a. bzgl. Hämatotoxizität und Testestoxizität

⁴ - Bei diesen Stoffen ist auf Grund ihrer nachgewiesenen oder vermuteten kanzerogenen Wirkung mit Kombinationswirkungen zu rechnen.

Tabelle A3-2: Vorschläge für behelfsmäßige Prüfwerte für rüstungsspezifische Parameter (Wirkungspfad Boden-Mensch (direkter Kontakt))

Vorschläge für behelfsmäßige Prüfwerte für die Einzelfallprüfung bei Rüstungsalblasten (mg/kg TS)				
Stoffname	Nutzung			
	Kinderspiel- flächen	Wohngebiete	Park- und Freizeitflächen	Industrie- und Gewerbeflächen
4-Amino-2,6-dinitrotoluol ⁴	20	40	100	200
2-Amino-4,6-dinitrotoluol ⁴	20	40	100	200
1,3-Dinitrobenzol ⁴	15	30	75	150
N-Methyl-N,2,4,6-tetranitroanilin (Tetryl) ⁴	200	400	1000	2000
2-Nitrotoluol ⁴	0,2	0,4	1	5
3-Nitrotoluol ³	1000	1000	-- ²	-- ²
4-Nitrotoluol ³	250	250	-- ²	3000
2,4,6-Trinitrophenol ³ (Pikrinsäure)	8	15	40	80

(Quelle: UBA 1999; Ergänzung in Vorbereitung)

Anmerkungen:

² - Die errechneten Bodenwerte sind nach Plausibilitätsprüfung als Prüfwerte nicht praktikabel.

³ - Bei diesen Stoffen ist mit Kombinationswirkungen zu rechnen u.a. bzgl. Hämatotoxizität und Testestoxizität

⁴ - Bei diesen Stoffen ist auf Grund ihrer nachgewiesenen oder vermuteten kanzerogenen Wirkung mit Kombinationswirkungen zu rechnen.

Zur Berücksichtigung von **Kombinationswirkungen** beim Auftreten mehrerer Stoffe (Stoffgemische aus n Einzelstoffen) aus der Stoffgruppe der Nitroaromaten ist in Anlehnung an die Methode nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe folgendes Vorgehen vorgeschlagen (FOBIG, 1999):

Nach der Gleichung

$$I_c = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{PW_i} = \frac{C_1}{PW_1} + \frac{C_2}{PW_2} + \dots + \frac{C_n}{PW_n}$$

wird zunächst für jede Einzelsubstanz ($i = 1, 2, \dots, n$) der Quotient gebildet aus vorgefundener Konzentration (C_i) und Prüfwert (PW_i). Die Summe der Quotienten liefert den Bewertungsindex I_c des Stoffgemisches. $I_c > 1$ ist sinngemäß einer Prüfwertüberschreitung gleichzusetzen, $I_c < 1$ entsprechend einer Prüfwertunterschreitung.

Die genannte Gleichung ist für Stoffe der Gruppe 1 (nichtkanzerogene Wirkung) und der Gruppe 2 (kanzerogene Wirkung) getrennt anzuwenden.

Von den Stoffen, für die in Tab. A3-1 und A3-2 Prüfwerte vorgeschlagen sind, zählen zur Gruppe 1:

- 3-Nitrotoluol
- 4-Nitrotoluol
- 2,4,6-Trinitrophenol

Zur Gruppe 2 werden gerechnet:

- 4-Amino-2,6-dinitrotoluol
- 2-Amino-4,6-dinitrotoluol
- 1,3-Dinitrobenzol
- 2,4-Dinitrobenzol
- 2,6-Dinitrobenzol
- Hexyl
- Nitrobenzol
- 2-Nitrotoluol
- Tetryl
- 2,4,6-Trinitrotoluol

Insbesondere in Fällen, für die keine vorläufigen Prüfwerte abgeleitet sind, muss eine einzelfallbezogene Bewertung durch die Fachbehörden erfolgen. Dies gilt bis auf weiteres generell für den Wirkungspfad Boden-Gewässer.

Anlage 4: Leistungsverzeichnis für orientierende und Detailuntersuchungen mit Vorgaben zur Qua- litätssicherung

Das Leistungsverzeichnis ist die Grundlage für die Vergabe von Leistungen für die Altlastenerkundung und ist in der Regel Vertragsbestandteil.

Das im Folgenden beschriebene Leistungsverzeichnis soll als Grundlage für detaillierte Angebote bzw. Abrechnungen zwischen den Vertragspartnern dienen. Dabei wurden im nachfolgenden Leistungsverzeichnis die wichtigsten möglichen Einzelpositionen zusammengestellt. Das Verzeichnis ist jedoch auf den jeweiligen Einzelfall durch Kürzungen oder Ergänzungen anzupassen.

Das Leistungsverzeichnis umfasst folgende Punkte:

Vorbereitung der Ausschreibung	Seite 1
Sondierungen	Seite 3
Anlegen von Schürfen	Seite 9
Entnahme von Boden- und Bodenluftproben	Seite 14
Grundwassermessstellen	Seite 18
Entnahme von Wasserproben und sonstige Grundwasseruntersuchungen	Seite 24
Laborleistungen	Seite 29
Kamerabefahrung der Abwasserkanäle	Seite 47
Auswertung und Dokumentation	Seite 51

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
1.		<u>VORBEREITUNG DER AUSSCHREIBUNG</u>		
1.1.		<u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u>		
1.1.1.		Stundensätze Projektleitung (gem. § 31 HOAI) Dipl.-Ing./Naturw. Bohrmeister/Techniker Geräteführer Hilfskraft Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durch- zuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen ent- halten sein	..... ..... ..... ..... ..... .....
1.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale Fahrtkosten Pkw Fahrtkosten Transporter Reisekosten (Übernachtung etc.) .....	..... ..... .....
1.2.		<u>Auswertung der Standortunterlagen</u> Auswertung der vom AG übergebenen Standort- unterlagen als Basis der Untersuchungsplanung <div style="text-align: right;">pauschal</div>		.....
1.3.		<u>Untersuchungsplanung</u> Erstellung der Untersuchungsplanung inkl. Festlegung der zu beprobenden Medien, der Probennahmepunkte		
Summe Seite 1				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
1.4.		<p>und des Untersuchungsumfanges</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p> <p><u>Bedarfsposition:</u></p> <p><u>Recherche von notwendigen Daten für die Un- tersuchungsplanung</u></p> <p>Recherche von notwendigen Daten für die Unter- suchungsplanung, die den vorliegenden Standort- unterlagen nicht zu entnehmen sind</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme LOS. 1</p>		<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Summe Seite 2				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
2.		<p><u>SONDIERUNGEN</u></p> <p>Sondierungen sind gemäß DIN 4021 durchzuführen und gemäß DIN 4022/23 darzustellen.</p> <p>Rammkernsondierungen zur Gewinnung von Bodenproben sind mit einem Durchmesser von mindestens DN 50 auszuführen.</p>		
2.1.		<p><u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u></p>		
2.1.1.		<p>Stundensätze</p> <p>Projektleitung (gem. § 31 HOAI)</p> <p>Dipl.-Ing./Naturw.</p> <p>Bohrmeister/Techniker</p> <p>Geräteleiter</p> <p>Hilfskraft</p> <p>.....</p> <p>Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durchzuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen enthalten sein</p> <p>Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzanzug u.ä.)</p> <p>Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutzanzug u.ä.)</p> <p>Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den Naturwissenschaftler.</p>		
2.1.2.		<p>Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale</p> <p>Fahrtkosten Pkw</p>		
Summe Seite 3				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Fahrtkosten Transporter	.....
		Reisekosten (Übernachtung etc.)	.....
2.2.		<u>Sondierarbeiten</u>		
2.2.1.		Baustelleneinrichtung		
		An- und Abfahrt, Baustelleneinrichtung für die Dauer der Arbeiten inkl. Be- und Entladen sowie Vorhalten aller für die Geländearbeiten erforderlichen Geräte, persönlicher Schutzausrüstung sowie Räumen und Reinigen der Baustelle nach Beendigung der Arbeiten.		
		pauschal		.....
2.2.2.		Sondierpunkte Freimessen		
	Leitungsverlauf mittels Metalldetektor prüfen		
		je Sondierpunkt	.....	.....
2.2.3.		Abteufen von Sondierungen mit der Rammkern-sonde Durchmesser mm		
		Einzelpreis:		
	von 0 - 5 m Tiefe	je m	.....
	von 5 - 10 m Tiefe	je m	.....
		Gesamtpreis:		
	Sondierungen à 2,00 m	.....	.....
	Sondierungen à 4,00 m	.....	.....
	Sondierungen à 6,00 m	.....	.....
	Sondierungen à 8,00 m	.....	.....
	Sondierungen à 10,00 m	.....	.....
Summe Seite 4				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
2.2.4.		<p>Abteufen von Sondierungen mit der Schlitzsonde Durchmesser mm</p> <p>Einzelpreis:</p> <p>..... von 0 - 3 m Tiefe je m</p> <p>..... von 3 - 6 m Tiefe je m</p> <p>Gesamtpreis:</p> <p>..... Sondierungen à 2,00 m</p> <p>..... Sondierungen à 4,00 m</p> <p>..... Sondierungen à 6,00 m</p>		
2.2.5.		<p>Umsetzen und Wiedereinrichten</p> <p>..... Reinigen der Sonden und Gestänge, Umsetzen und Wiedereinrichten auf die nächste Sondierstelle je Stück</p>		
2.2.6.		<p>Aufbrucharbeiten</p> <p>Durchhörern von Betonflächen u.ä., Beseitigen von Bohrhindernissen (Dicke d. Betons cm)</p> <p>..... a) Meißel bzw. Kernbohrgerät je Stück</p> <p>..... b) Handschachtung je Stück</p> <p>..... c) Wiederverschließen von Betonfl. u.ä. je Stück</p>		
2.2.7.		<p>Ansprache des Bohrgutes</p> <p>..... Ansprache des Bohrgutes aus geologischer Sicht sowie auf organoleptisch erkennbare Belastungen. Führen eines Schichtenverzeichnisses nach DIN 4022 sowie Darstellung der Sondierergebnisse in einem Säulenprofil</p>		
Summe Seite 5				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		nach DIN 4023. Sondierungen, insges. m je m	.....	.....
2.2.8.		Ausbau von Sondierungen zu Bodenluftmessstellen		
	Ausbau von Sondierungen zu temporären Bodenluftmesspegeln pro Messstelle	.....	.....
2.2.9.		Wiederherstellung		
		Wiederherstellen der ursprünglichen Geländeoberfläche bzw. des angetroffenen Zustandes. Beseitigung von Schäden durch die Sondierarbeiten nach Beendigung der Arbeiten.		
	a) Verfüllen mit Bentonit-Zement-Suspension je Sondierung	.....	.....
	b) Herstellung der Oberflächenbefestigung je Sondierung	.....	.....
2.2.10.		Vermarkung der Sondierpunkte		
	Lage der Sondierpunkte auf vorhandene Referenzpunkte (z.B. Gebäude) einmessen je Stück	.....	.....
	Anfertigen eines Lageplanes (i.d.R. Maßstab 1:1000), ggf. mit Ausschnittvergrößerungen, mit Eintrag aller Sondierpunkte pauschal		.....
2.3.		<u>Entsorgung</u>		
		Kontaminierter/es Boden/Wasser sind ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Art der Kontamination ist zum jetzigen		
Summe Seite 6				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
2.4.		<p><u>Arbeitsschutz</u></p> <p>Erstellung eines Arbeitsschutzkonzeptes (inkl. Betriebsanweisungen und sonst. notwendigen Dokumenten und Nachweisen) sowie Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme LOS. 2</p>		<p>.....</p> <p>.....</p>
Summe Seite 8				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
3.		<u>ANLEGEN VON SCHÜRFEN</u>		
3.1.		<u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u>		
3.1.1.		Stundensätze		
		Projektleitung (gem. § 31 HOAI) .....	.....
		Dipl.-Ing./Naturw. ....	.....
		Techniker .....	.....
		Geräteleiter .....	.....
		Hilfskraft .....	.....
		
		Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durch-		
		zuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen ent-		
		halten sein		
		Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzan-		
		zug u.ä.)	.....
		Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutz-		
		anzug u.ä.)	.....
		Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die		
		Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den		
		Naturwissenschaftler.		
3.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale		
		Fahrtkosten Pkw	.....
		Fahrtkosten Transporter	.....
		Reisekosten (Übernachtung etc.)	.....
3.2.		<u>Anlegen von Schürfen</u>		
		Schürfe sind gemäß DIN 4021 durchzuführen und ge-		
			Summe Seite 9	.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
3.2.1.		<p>mäß DIN 4022/23 darzustellen.</p> <p>Für die Durchführung der Erdarbeiten gelten grundsätzlich die Vorgaben der VOB, Teil C- DIN 18 300 Ausgabe September 1988.</p> <p>Bei der Herstellung der Schürfe ist der Aushub getrennt vom Oberboden zu lagern; Auswaschungen und Verwehungen müssen ausgeschlossen werden. Nach der Probennahme sind der Aushub und der Oberboden fachgerecht wieder einzubauen. Kontaminiertes Material ist ordnungsgemäß zu entsorgen (vgl. Pos. 2.3).</p> <p>Baustelleneinrichtung</p> <p>An- und Abfahrt, Baustelleneinrichtung für die Dauer der Arbeiten inkl. Be- und Entladen sowie Vorhalten aller für die Geländearbeiten erforderlichen Geräte, persönlicher Schutzausrüstung sowie Räumen und Reinigen der Baustelle nach Beendigung der Arbeiten.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p>		
3.2.2.	<p>Anlegen von Spatenschürfen</p> <p>Anlegen von Spatenschürfen inkl. oberflächennaher Probennahme</p>	.....	.....
3.2.3.		<p>Anlegen von Baggerschürfen</p> <p>Betriebsstunden des Baggers</p> <p>Betriebsstunden des Baggers zum Anlegen und Wiederverfüllen von Schürfen inkl. Reinigen der Geräte, Umsetzen und Wiedereinrichten auf den nächsten Schurf</p> <p style="text-align: right;">je Stunde</p>	.....
Summe Seite 10				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
3.2.3.2.		<p>Anlegen von Baggerschürfen</p> <p>..... m x m x m (L x B x T)</p> <p>..... m x m x m (L x B x T)</p>	.....	.....
3.2.3.3.		<p>Wartezeiten</p> <p>Durch den Auftraggeber verursachte und zu vertretende Wartezeiten</p> <p>je Stunde</p>	.....
3.2.4.	<p>Ansprache des Bodens</p> <p>Ansprache und Aufnahme des Bodens aus geologischer Sicht sowie auf organoleptisch erkennbare Belastungen. Führen eines Schichtenverzeichnisses nach DIN 4022 sowie Darstellung der Sondierergebnisse in einem Säulenprofil nach DIN 4023.</p> <p>je m</p>	.....	.....
3.2.5.	<p>Vermarkung der Schürfe</p> <p>Lage der Schürfe auf vorhandene Referenzpunkte (z.B. Gebäude) einmessen</p> <p>je Stück</p> <p>Anfertigen eines Lageplanes (i.d.R. Maßstab 1:1000), ggf. mit Ausschnittvergrößerungen, mit Eintrag aller Schürfe</p> <p>pauschal</p>	.....	.....
3.2.6.		<p>Bedarfsposition:</p> <p>Anlieferung von Bodenmaterial</p> <p>Anlieferung von Bodenmaterial entsprechend dem natürlichen Schichtenaufbau zum Wiederverfüllen von Schürfen als Ersatz für entsorgtes kontaminiertes Material</p> <p>je cbm</p>	.....	.....
Summe Seite 11				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
3.4.	1 cbm Wasser	pauschal	.....
	10 cbm Wasser	pauschal	.....
		<p><u>Arbeitsschutz</u></p> <p>Erstellung eines Arbeitsschutzkonzeptes (inkl. Betriebsanweisungen und sonst. notwendigen Dokumenten und Nachweisen) sowie Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen.</p>	pauschal	.....
		Zwischensumme LOS. 3		.....
Summe Seite 13				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
4.		<p><u>ENTNAHME VON BODEN- UND BODENLUFTPROBEN</u></p> <p>Die Preise sind einschließlich der Kosten für Probenahmegefäße, Konservierungsmaßnahmen, Probenahmeprotokoll, Lagerung, Probenvorbereitung für den Transport, Transport ins Labor und Entsorgung der Probe anzugeben.</p> <p>Für die Entnahme von Bodenproben sind die Hinweise des Materialienbandes 129 "Probennahme von Böden und Substraten zur Erfassung des Bodenzustandes und Untersuchung kontaminierter Standorte" des StMLU, DIN ISO 10381 sowie des gemeinsamen LfU/LfW-Merkblatt „Qualitätssicherung bei der Entnahme von Boden- und Bodenluftproben im Rahmen der Untersuchung von Altlasten und Schadensfällen“ (Entwurf) zu berücksichtigen.</p> <p>Für die Probennahme von Bodenluftproben ist die VDI Richtlinie 3865 Blatt 1 und Blatt 2 zu beachten</p> <p>Sowohl Proben als auch Rückstellproben sind entsprechend ihrer Inhaltsstoffe fachgerecht zu konservieren und zu lagern.</p> <p>Es ist sicherzustellen, dass die für die Laboranalytik bestimmten Proben am Tag der Entnahme in das Labor gebracht und umgehend analysiert werden. Sämtliches Gerät ist vor und nach jedem Einsatz sorgfältig zu reinigen, um Kontaminationsverschleppungen zu vermeiden.</p>		
4.1.		<p><u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u></p>		
4.1.1.		<p>Stundensätze</p> <p>Projektleitung (gem. § 31 HOAI) .....</p>	.....	.....
Summe Seite 14				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Dipl.-Ing./Naturw. ....	.....
		Bohrmeister/Techniker .....	.....
		Geräteführer .....	.....
		Hilfskraft .....	.....
		
		Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durch- zuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen ent- halten sein		
		Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzan- zug u.ä.)	.....
		Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutz- anzug u.ä.)	.....
		Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den Naturwissenschaftler.		
4.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale		
		Fahrtkosten Pkw	.....
		Fahrtkosten Transporter	.....
		Reisekosten (Übernachtung etc.)	.....
4.2.		<u>Probennahme aus Sondierungen gemäß DIN</u>		
		<u>4021</u>		
	Probennahme aus Rammkernsondierungen DN je Probe	.....	.....
	Probennahme aus Schlitzsondierungen DN je Probe	.....	.....
Summe Seite 15				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
4.3.		<p><u>Probennahme aus Schürfen gemäß DIN 4021</u></p> <p>..... Probennahme aus Spatenschürfen je Probe</p> <p>..... Probennahme aus Baggerschürfen je Probe</p>	.....	.....
4.4.		<p><u>Mischprobenbildung</u></p> <p>..... Herstellung einer Mischprobe aus Einzelproben je Probe</p>	.....	.....
4.5.		<p><u>Probennahme aus stehenden oder fließenden Gewässern und Abwasserleitungen</u></p> <p>..... Entnahme von Bodenproben aus stehenden oder fließenden Gewässern mittels Greifer oder anderem Probennahmesystem einschl. Dokumentation. je Probe</p> <p>..... Entnahme von Feststoffproben aus Abwasserleitungen inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Probe</p>	.....	.....
4.6.		<p><u>Entnahme von Bodenluftproben aus temporären Bodenluftmessstellen</u></p> <p>..... Entnahme von Bodenluftproben auf Permanent-/ Deponeiegase einschl. Bereitstellung des Probennahmesystems und des Verbrauchsmaterials sowie Dokumentation je Probe</p>	.....	.....
Summe Seite 16				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
4.7.	Entnahme von Bodenluftproben einschl. Bereitstellung des Probennahmesystems und des Verbrauchsmaterials sowie Dokumentation je Probe	.....	.....
	Vor-Ort-Messung der Bodenluft auf Permanent-/ Deponegase inkl. Verbrauchsmaterial sowie Dokumentation je Messung	.....	.....
	Messung mittels Prüfröhrchen auf inkl. Verbrauchsmaterial sowie Dokumentation je Messung	.....	.....
		<p><u>Arbeitsschutz</u></p> <p>Erstellung eines Arbeitsschutzkonzeptes (inkl. Betriebsanweisungen und sonst. notwendigen Dokumenten und Nachweisen) sowie Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen.</p> <p>pauschal</p>		.....
			Zwischensumme LOS. 4	.....
Summe Seite 17				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
5.		<u>GRUNDWASSERMESSTELLEN</u>		
5.1.		<u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u>		
5.1.1.		Stundensätze Projektleitung (gem. § 31 HOAI) Dipl.-Ing./Naturw. Bohrmeister/Techniker Geräteführer Hilfskraft Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durch- zuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen ent- halten sein Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzan- zug u.ä.) Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutz- anzug u.ä.) Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den Naturwissenschaftler.		
5.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale Fahrtkosten Pkw Fahrtkosten Transporter Reisekosten (Übernachtung etc.)		
Summe Seite 18				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
5.2.		<p><u>Errichtung von Grundwassermessstellen (DN 125)</u></p> <p>Errichtung von Grundwassermessstellen (DN 125). Beim Bau der Grundwassermessstellen sind die DVGW-Regelwerke W 115 und W 121 anzuwenden.</p> <p>Wenn Bohrung nicht zur GW-Messstelle ausgebaut werden, müssen diese sorgfältig über die gesamte Tiefe dicht verfüllt werden. Ein Verfüllplan ist vorzulegen</p>		
5.2.1.		<p>Baustelleneinrichtung</p> <p>An- und Abtransport, Be- und Entladen sowie Einrichten und Räumen der Baustelle; Vorhalten aller für die Bohrarbeiten, Verfilterungsarbeiten und Pumparbeiten notwendigen Geräte, persönlicher Schutzausrüstung (inkl. Wasser und Strom).</p> <p style="text-align: right;">Pauschal</p>		.....
5.2.2.		<p>Abteufen von Bohrungen zur Errichtung von Grundwassermessstellen</p> <p>Für die Bohrungen sind i.d.R. Trockenbohrverfahren zu wählen; die Verwendung anderer Bohrverfahren muss vorab mit dem Auftraggeber abgesprochen werden. Die Bohrungen sind möglichst bis zur Grundwassersohlschicht abzuteufen.</p> <p>Bei Kernbohrungen sind durchgehende Bohrkerne zu entnehmen, in geeigneten und eindeutig beschrifteten Bohrkisten zu lagern und vor Witterungseinflüssen zu schützen.</p> <p>Von jeder Bohrung ist ein Schichtenverzeichnis nach DIN 4022, eine zeichnerische Darstellung des Bohrprofils nach DIN 4023 sowie ein maßstabsgerechter</p>		
Summe Seite 19				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Ausbauplan der GW-Messstelle vorzulegen		
	Von 0 - 5 m Tiefe	je m	.....
	von 5 – 10 m Tiefe	je m	.....
	von 10 - 20 m Tiefe	je m	.....
	von 20 - m Tiefe	je m	.....
5.2.3.		Bedarfsposition:		
		wie 5.2.2, jedoch als Schlauchkernbohrung ab 3,00 m u. GOK bis zur Endteufe; als Zulage zu Pos. 5.2.2	je m	.....
5.2.4.		Bodenprobennahme		
		Zur Untersuchung sind Bodenproben mindestens jeden Meter und bei Schichtwechsel zu entnehmen. Bei Auf- fälligkeiten bzw. nach Angaben durch das Fachbüro sind Proben für weitere Untersuchungen zu entnehmen (e- ventuell als Rückstellproben)		
	Entnahme von Bodenproben	je Probe	.....
5.2.5.		Umsetzen und Wiedereinrichten		
	Auf- und Abbau des Bohrgerätes sowie Umsetzen und Wiedereinrichten zur nächsten Bohrstelle, Reinigen der Geräte	je Stück	.....
5.2.6.		Aufbrucharbeiten		
		Durchhörern von Betonflächen u.ä., Beseitigen von Bohrhindernissen (Dicke d. Betons cm)		
	a) Meißel bzw. Kernbohrgerät	je Stück	.....
	b) Handschachtung	je Stück	.....
	c) Wiederverschließen von Betonfl. u.ä.	je Stück	.....
Summe Seite 20				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
5.3.		<u>Ausbau der Grundwassermessstelle</u>		
5.3.1.		Aufsatzrohre		
	Liefen u. Einbauen der Aufsatzrohre (DIN 4925), mindestens DN 125, mit allem erforderlichen Zubehör je m	.....	.....
5.3.2.		Filterrohre		
	Liefen u. Einbauen von Filterrohren aus schadstoffbeständigen Materialien mindestens DN 125 (DIN 4925) in erforderlicher Schlitzweite inkl. Bodenkappe u. notwendigem Zubehör je m	.....	.....
5.3.3.		Filtermaterial		
	Liefen u. Einbauen von Filtersand/-kies (inkl. Gegenfilter) in den Ringraum. Die Schlitzweite der Filterrohre und die Korngröße des Filterkieses werden den geologischen Verhältnissen angepasst und aufeinander abgestimmt je m	.....	.....
5.3.4.		Ringraumdichtung		
	Liefen und Einbringen einer Ringraumdichtung aus Duranit, Quellton oder Compactonit je m	.....	.....
5.3.5.		Unterflurausbau		
	Unterflurausbau mit Hydrantenkappe in Beton mit Sebakappe für Rohr mindestens DN 125, tagwasserdicht je Stück	.....	.....
5.3.6.		Klarpumpen		
	Klarpumpen der Grundwassermessstelle inkl. aller dafür		
Summe Seite 21				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
5.3.6.1.		<p>notwendigen Arbeiten und Materialien, Ableiten des Wassers (z.B. in die Kanalisation)</p> <p style="text-align: right;">je Stück</p>	.....	.....
5.3.7.		<p>Bedarfsposition:</p> <p>Zwischenlagerung des abgepumpten Wassers</p> <p>Zwischenlagern von beim Klarpumpen anfallenden Wassers in mobilen Tanks bis zur Klärung der weiteren Vorgehensweise (z.B. Reinigung, Entsorgung, Einleitung); inkl. Ableiten bzw. Umpumpen</p> <p style="text-align: right;">pro Tag</p>	.....
5.3.8.	<p>Einmessen der Grundwassermessstellen</p> <p>Bei mehreren GW-Messstellen ist ein GW-Gleichenplan zu erstellen und Stichtagsmessungen gemäß Pos. 6.5 durchzuführen</p> <p>Einmessen der Messstellen nach Lage und Höhe. Die Lage der Punkte muss mit Rechts- und Hochwert und der Höhe eingemessen werden (geodätische Einmessung; Gauß-Krüger-Koordinaten). Darstellung im Lageplan (Maßstab 1:5000 und 1:1000)</p> <p style="text-align: right;">je Stück</p>	.....	.....
5.3.9.	<p>Erstellung eines GW-Gleichenplanes</p> <p style="text-align: right;">je Plan</p>	.....	.....
5.3.9.	<p>Wiederverfüllung / Wiederherstellung</p> <p>Wiederherstellen der ursprünglichen Geländeoberfläche bzw. des angetroffenen Zustandes. Beseitigung von Schäden durch die Sondierarbeiten nach Beendigung der Arbeiten.</p> <p>a) Verfüllen mit Bentonit-Zement-Suspension</p> <p style="text-align: right;">je Bohrung</p>	.....	.....
Summe Seite 22				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
5.4.	b) Herstellung der Oberflächenbefestigung <div style="text-align: right;">je Bohrung</div> <u>Arbeitsschutz</u> Erstellung eines Arbeitsschutzkonzeptes (inkl. Betriebsanweisungen und sonst. notwendigen Dokumenten und Nachweisen) sowie Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen. <div style="text-align: right;">pauschal</div> <div style="text-align: right;">Zwischensumme LOS. 5</div>	.....	.....
Summe Seite 23				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
6.		<p><u>ENTNAHME VON WASSERPROBEN UND SONSTIGE GRUNDWASSERUNTERSUCHUNGEN</u></p> <p>Die Entnahme von Grundwasserproben inkl. Feldmessungen und Führen der Probennahmeprotokolle ist gemäß DIN 38402 u. DIN EN ISO 25667 durchzuführen.</p> <p>Für die Pumpversuche gilt das DVWK-Regelwerk 128/1992.</p>		
6.1.		<p><u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u></p>		
6.1.1.		<p>Stundensätze</p> <p>Projektleitung (gem. § 31 HOAI)</p> <p>Dipl.-Ing./Naturw.</p> <p>Techniker</p> <p>Geräteführer</p> <p>Hilfskraft</p> <p>.....</p> <p>Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durchzuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen enthalten sein</p> <p>Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzanzug u.ä.)</p> <p>Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutzanzug u.ä.)</p> <p>Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den Naturwissenschaftler.</p>		
Summe Seite 24				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
6.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale Fahrtkosten Pkw Fahrtkosten Transporter Reisekosten (Übernachtung etc.)	..... ..... .....
6.2.	<u>Entnahme von Grundwasserproben</u> Entnahme einer Wasserprobe mittels eines Schöpfgerätes einschl. sämtlicher Nebenarbeiten und Dokumentation. <div style="text-align: right;">je Probe</div> Entnahme einer Wasserprobe durch Abpumpen (Abpumpzeit h) <div style="text-align: right;">je Probe</div> Bestimmung der physikalisch-chemischen und organoleptischen Kenngrößen Vor Ort <div style="text-align: right;">je Probe</div> (Färbung, Trübung; Geruch, Wassertemperatur, Elektrische Leitfähigkeit (20 °C), pH-Wert, Redoxspannung, Sauerstoff gelöst)	..... ..... .....	..... ..... .....
6.3.	<u>Entnahme von Gewässer- und Abwasserproben</u> Entnahme von Wasserproben aus stehenden oder fließenden Gewässern einschl. Dokumentation. <div style="text-align: right;">je Probe</div> Abwasserprobennahme als zeitkontinuierliche 2 Stundenmischprobe einschl. aller Nebenarbeiten (gem. Rahmen-Abwasser-VwV vom 31.7.96) <div style="text-align: right;">je Probe</div> Bestimmung der physikalisch-chemischen und organoleptischen Kenngrößen Vor Ort (Färbung; Trübung; Geruch, Wassertemperatur, Elektri-	..... ..... .....	..... ..... .....
Summe Seite 25				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
6.4.		<p>sche Leitfähigkeit (20 °C),pH-Wert, Redoxspannung, Sauerstoff gelöst)</p> <p style="text-align: right;">je Probe</p> <p><u>Entsorgung</u></p> <p>Kontaminiertes Wasser ist ordnungsgemäß zu entsorgen. Die Art der Kontamination ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu bestimmen. Für den Fall, dass auf Grund der fehlenden Kenntnisse über Art und Höhe der Belastung keine exakten Preise für die Entsorgung angegeben werden können, sind die Maximalkosten anzusetzen. Die Abrechnung der Entsorgungskosten soll nach Abschluss der Arbeiten auf Nachweis erfolgen.</p>	.....	.....
6.4.1.		<p><i>Bedarfsposition:</i></p> <p>Vorhalten von abschließbaren Tanks für schadstoffbelastetes Wasser</p> <p>Vorhaltezeit nach Dauer der Feldarbeiten inkl. An- und Abtransport</p>		
	Stück mit	cbm Inhalt je Tag	..........
	Stück mit	cbm Inhalt je Woche	..........
6.4.2.		<p>Entsorgung kontaminierten Wassers</p>		
	1 cbm Wasser	pauschal	.....
	10 cbm Wasser	pauschal	.....
Summe Seite 26				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
6.5.		<u>Sonstige Grundwasseruntersuchungen</u>		
	Messung von Leichtphase mittels Mehrphasenmessgerät je Stück	.....	.....
	Durchführung von slug- & bail-Test inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von Open-End-Test inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von Packer-Test inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von WD-Test inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von Brunnentests inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von Grundwasserleitertests inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
	Durchführung von Langzeitpumpversuchen inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung je Stück	.....	.....
Summe Seite 27				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
6.6.	<p>Messung von Grundwasserständen in vorhandenen Grundwasseraufschlüssen als Stichtagsmessung im Ruhezustand inkl. sämtlicher Personal- und Gerätekosten, Dokumentation und Auswertung</p> <p style="text-align: right;">je Stück</p> <p><u>Arbeitsschutz</u></p> <p>Erstellung eines Arbeitsschutzkonzeptes (inkl. Betriebsanweisungen und sonst. notwendigen Dokumenten und Nachweisen) sowie Umsetzung der Arbeitsschutzmaßnahmen.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme LOS. 6</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Summe Seite 28				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
7.		<p><u>LABORLEISTUNGEN</u></p> <p><u>7.1. Allgemeines</u></p> <p>7.1.1. Stundensätze</p> <p>Chemiker.....</p> <p>Laborant.....</p> <p>Hilfskraft</p> <p>.....</p> <p>7.1.2. Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale</p> <p>Fahrtkosten Pkw</p> <p>Fahrtkosten Transporter</p> <p>Reisekosten (Übernachtung etc.)</p> <p>7.1.3. Bedarfsposition: Probentransport durch das Labor</p> <p>Abholen der Proben auf dem Untersuchungsgebiet und fachgerechter Transport (zeitnah, kühl, dunkel) in das Untersuchungslabor; auf Anforderung des Auftraggebers</p> <p>täglich minimal, maximal mal</p> <p>wöchentlich minimal, maximal mal</p> <p>(Entfernung: km)</p> <p style="text-align: right;">je Transport</p> <p><u>7.2. Analytik</u></p> <p>Die Probenvorbereitung (Homogenisieren, Sieben etc.) richtet sich nach Anhang 1 Nr. 3.1.1 BBodSchV; ergänzend hierzu kann das gemeinsame LfU/LfW-Merkblatt „Qualitätssicherung bei der Entnahme von Boden- und Bodenluftproben im Rahmen der Untersu-</p>		
Summe Seite 29				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	B 2.2 Arsen (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder DIN ISO EN 11969, AAS-Hydrid oder in Analogie zu E DIN ISO 11047, ET-AAS)	.....	.....
	B 2.3 Blei (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.4 Bor (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder DIN 38405-D17)	.....	.....
	B 2.5 Cadmium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.6 Chrom ges. (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.7 Chrom (VI) (DIN 38405-D24, nach Elution oder DIN 19734, Spektralphotometrie)	.....	.....
	B 2.8 Eisen (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.9 Kobalt (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.10 Kupfer (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.11 Mangan (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.12 Molybdän (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.13 Nickel (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.14 Quecksilber (E DIN EN 1483 oder DIN 38406-E12, Kaltdampf AAS)	.....	.....
	B 2.15 Selen (DIN 38405-D23-1 Graphitrohr- AAS oder DIN 38405-D23-2 AAS-Hydrid oder DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.16 Thallium (DIN 38406-E26, Graphitrohr- AAS)	.....	.....
	B 2.17 Vanadium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.18 Zink (DIN EN ISO 11885, ICP-AES) oder E DIN ISO 11047, AAS)	.....	.....
	B 2.19 Zinn (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.20 Ammonium-Stickstoff (DIN 38406-E5-1)	.....	.....
	B 2.21 Barium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
Summe Seite 31				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	B 2.22 Calcium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.23 Kalium (DIN ISO 9964-3, Flammenphotometrie oder DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.24 Magnesium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	B 2.25 Natrium (DIN ISO 9964-3, Flammenphotometrie oder DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
7.2.1.3.		B 3. Wichtige Anionen		
		zusätzlich notwendige Probenvorbereitung für Feststof- fe, Aufschlüsse oder Elutionen eingerechnet		
	B 3.1 Chlorid (DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie, nach Elution)	.....	.....
	B 3.2 Cyanid, leicht freisetzbar (DIN 38405-D13/D14)	.....	.....
	B 3.3 Cyanid, gesamt (DIN 38405-D13/D14)	.....	.....
	B 3.4 Fluorid (DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	B 3.5 Nitrat (DIN 38405-D9 oder DIN EN ISO 10 304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	B 3.6 Nitrit (DIN EN 26777, Spektralphotometrie oder DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	B 3.7 Sulfat (DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	B 3.8 Sulfid (DIN 38405-D26/D27)	.....	.....
7.2.1.4.		B 4. Summenparameter		
		zusätzlich notwendige Probenvorbereitung für Feststof- fe, Aufschlüsse oder Elutionen eingerechnet		
	B 4.1 AOX (DIN EN 1485)	.....	.....
	B 4.2 EOX (DIN 38409-H8)	.....	.....
Summe Seite 32				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	B 4.3 Kohlenwasserstoffe (IR-KW) (ISO TR 11046, Infrarotspektroskopie)	.....	.....
	B 4.4 TOC (DIN ISO 10694)	.....	.....
	B 4.5 Phenol-Index (DIN 38409-H16-1/2, Spektralphotometrie)	.....	.....
7.2.1.5..		B 5. Gemeinsam erfassbare Stoffe		
		zusätzlich notwendige Probenvorbereitung für Feststof- fe, Aufschlüsse oder Elutionen eingerechnet		
	B 5.1 BTEX-Aromaten (DIN 38407-F9-1, Headspace oder E DIN 38407-F19, Purge&Trap)	.....	.....
	B 5.2 Mono – Trichlorbenzole (wie LHKW, DIN 38407-F4/F5)	.....	.....
	B 5.3 Tri - Hexachlorbenzole (wie SHKW, DIN 38407-F2 oder E DIN ISO 10382)	.....	.....
	B 5.4 Chlorphenole (E DIN ISO 14154, GC-ECD oder GC-MS)	.....	.....
	B 5.5 LHKW (DIN EN ISO 10301, DIN 38407-F5 Headspace oder E DIN 38407-F19 Purge&Trap) Substanzen nach Tab. 3 der DIN 38407-F4	.....	.....
	B 5.6 Ausgewählte Pflanzenbehandlungsmittel Triazine, Phenylharnstoffherbizide und Anilide (DIN EN ISO 11369, HPLC/UV)	.....	.....
	B 5.7 Ausgewählte organische Stickstoff- und Phosphorverbindungen (PBSM, GC-NPD)	.....	.....
	B 5.8 Phenoxyalkancarbonsäureherbizide (DIN 38407-F14, GC-MS)	.....	.....
	B 5.9 SHKW (DIN EN ISO 6468, DIN 38407-F2, GC-ECD) Substanzen nach Tab. 1 in DIN 38407-F2	.....	.....
Summe Seite 33				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	B 5.10 Organochlorpestizide (E DIN ISO 10382, GC-ECD	.....	.....
	B 5.11 Polychlorierte Biphenyle (PCB) (E DIN ISO 10382, GC-ECD oder DIN 38407-F3 GC-ECD oder DIN 38414-F20), PCB-28, -52, - 101, -138, -153, -180	.....	.....
	B 5.12 Polychlorierte Dibenzodioxine und Furane (PCD/F) (analog AbfKlärV, GC-MSD unter Beachtung von DIN 38414-24)	.....	.....
	B 5.13 Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), 16 PAK nach EPA (E DIN ISO 13877 oder E DIN 38407-F8)	.....	.....
7.2.1.6.		B 6. Screening und Fingerprintanalysen		
	B 6.1 GC-MS-Screening auf mittel- und schwerflüchtige Substanzen inkl. Identifizierung der Hauptkomponenten (Extraktion in Anlehnung an EPA 625 zur Erfassung von basisch/neutralen, sauren Komponenten und Pestiziden)	.....	.....
	B 6.2 GC-MS-Screening auf leichtflüchtige Substanzen inkl. Identifizierung der Hauptkomponenten (Headspace oder Purge&Trap-Anreicherung) in Anlehnung an EPA 624	.....	.....
	B 6.3 GC-FID Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
	B 6.4 GC-ECD Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
	B 6.5 GC-MS Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
Summe Seite 34				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
7.2.1.7.		<p>B 7. Rüstungsalblastenspezifische Parameter</p> <p>Zusätzlich notwendige Probenvorbereitung für Feststoffe, Aufschlüsse oder Elutionen eingerechnet</p> <p>Die folgende Leistungsabfrage für die STV ist am erwarteten Stoffinventar orientiert, berücksichtigt aber in seiner Aufteilung auch die üblichen eingesetzten Analysemethoden. Je nach Laborausstattung kann es trotzdem notwendig sein, für eine Leistungsposition zwei Untersuchungsverfahren anzuwenden. Bitte Methodenkurzbeschreibung und Verfahrenskenndaten zu jeder abgefragten Leistungsposition auf einem beiliegenden Blatt angeben. Dabei sind die genormten und in Normung befindlichen Arbeitsvorschriften wie DIN 38407 F17 (GC) und der zur Normung eingereichte Entwurf zur DIN 38407 F21 (HPLC) zumindest in ihrem instrumentell analytischen Teil zu beachten, Abweichungen davon (natürlicherweise im Probenvorbereitungsteil) zu begründen und auf dem beiliegenden Blatt zu dokumentieren.</p>		
	<p>B 7.1 Sprengstofftypische Verbindungen (Haupt- und Nebenprodukte der TNT-Produktion, Metaboliten und weitere nitroaromatische Verbindungen) 2,4,6-TNT, 2,4-DNT, 2,6-DNT, 1,3-DNB, 1,3,5-TNB, 2-, 3-, 4-NT, 2-A-4,6-DNT, 4-A-2,6-DNT</p>	.....	.....
	<p>B 7.2 Weitere Metaboliten und Nebenprodukte: 2-A-4-NT, 2-A-6-NT, 4-A-2-NT, 1,2-DNB, 1,4- DNB, 3,4- DNT, 3,5-DNT, 2,3-DNT</p>	.....	.....
Summe Seite 35				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Erweiterung des Untersuchungsumfanges um folgende Substanzen:		
	B 7.3 Hexogen und Oktozen	.....	.....
	B 7.4 Hexyl und Pikrinsäure	.....	.....
	B 7.5 Tetryl	.....	.....
	B 7.6 Sprengöle : Nitropenta, EGDN, DEGN, Nitroglycerin	.....	.....
	B 7.7 Polare aromatische Verbindungen (Nitrophenole, Benzoesäure- und Sulfonsäurederivate)	.....	.....
	B 7.8 Aromatische Amine (photometrische Summenbestimmung)	.....	.....
	B 7.9 Anilin-Derivate (E DIN 38407-F16, GC)	.....	.....
	B 7.10 Weitere STV wie Nitroguanidin, Nitronaphthaline (Parameter definieren)	.....	.....
		Die folgende Leistungsabfrage für die Kampf- und Reizstoffe ist am erwarteten standortspezifischen Stoffinventar orientiert. Mit der Angebotsabgabe ist in einem Untersuchungskonzept ein Vorschlag zur Vorgehensweise bei der Probenauswahl (Vor-Ort-Untersuchungen), ein abgestufter Analysenplan mit vorgeschlagenem Analysenumfang, Empfehlungen zur Probennahme und eine kurze Beschreibung der Analysemethoden und deren Kenndaten vorzulegen. In jedem Falle ist die Untersuchungsstelle genau zu benennen. Die folgende Preisabfrage dient zunächst zur Abschätzung des einzelnen Analysenaufwandes. Der Gesamtpreis ist Gegenstand weiterer Preisverhandlungen.		
	B 7.11 Arsenkampfstoffe und Hydrolyseprodukte Lewisite, Clark I und II, Medikus, Pfiffikus, Dick und deren Haupthydrolyseprodukte	.....	.....
Summe Seite 36				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	B 7.12 Zusätzlich Adamsit	.....	.....
	B 7.13 Hautkampfstoffe , Hydrolyseprodukte und Tracersubstanzen (S-Lost, O-Lost, N-Lost und Hauptabbauprodukte)	.....	.....
	B 7.14 Nervenkampfstoffe (Tabun, Sarin, Soman)	.....	.....
	B 7.15 Atemgifte (Phosgen, Chlorpikrin, Chlorcyan etc.)	.....	.....
	B 7.16 Reizstoffe (Benzylbromid, Chloracetophenon etc)	.....	.....
7.2.2.		Wasser- und Eluatproben		
7.2.2.1.		W 1. Probenvorbehandlung, Physikalisch-chemische Parameter		
	W 1.1 pH-Wert (DIN 38404-C5)	.....	.....
	W 1.2 Elektrische Leitfähigkeit (DIN 38404-C8)	.....	.....
	W 1.3 Trübung (DIN 38404-C5)	.....	.....
	W 1.4 Färbung (spektr. Absorptionskoeffizient 436 nm) (DIN EN ISO 7887 (C1))	.....	.....
	W 1.5 Spektraler Absorptionskoeffizient 254 nm (DIN 38404-C3)	.....	.....
	W 1.6 Sauerstoff, gelöst (DIN 38408-G22)	.....	.....
	W 1.7 Abdampfrückstand (DIN 38409-H1)	.....	.....
	W 1.8 Abfiltrierbare Stoffe (DIN 38409-H2)	.....	.....
	W 1.9 Absetzbare Stoffe (DIN 38409-H9)	.....	.....
	W 1.10 Membranfiltration	.....	.....
	W 1.11 Zentrifugieren	.....	.....
	W 1.12 Säureaufschluss mit HNO ₃ /H ₂ O ₂	.....	.....
	W 1.13 Geruch (DEV B1 /2a)	.....	.....
	W 1.14 Wassertemperatur (DIN 38404-C4-1)	.....	.....
	W 1.15 Redoxspannung (38404-C6)	.....	.....
7.2.2.2.		W 2. Weitere Parameter, Alkali, Erdalkali		
	W 2.1 Säurekapazität pH 4,3 (DIN 38409-H7)	.....	.....
	W 2.2 Basenkapazität pH 8,2 (DIN 38409-H7)	.....	.....
Summe Seite 37				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	W 2.3 Gesamthärte (DIN 38409-H6)	.....	.....
	W 2.4 Ammonium-Stickstoff (DIN 38406-E5-1)	.....	.....
	W 2.5 Barium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	W 2.6 Calcium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	W 2.7 Kalium (DIN ISO 9964-3, Flammenphotometrie)	.....	.....
	W 2.8 Magnesium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	W 2.9 Natrium (DIN ISO 9964-3, Flammenphotometrie oder DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	W 2.10 Strontium (DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
7.2.2.3.		W 3. Schwer- und Halbmetalle		
	W 3.1 Antimon (DIN EN ISO 11969, AAS-Hydrid oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.2 Arsen ((DIN EN ISO 11969, AAS-Hydrid oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.3 Blei (DIN 38406-E6-3, Graphitrohr-AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.4 Bor (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder DIN 38405-D17)	.....	.....
	W 3.5 Cadmium (DIN EN ISO 5961, Graphitrohr-AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.6 Chrom _{ges} (DIN EN 1233, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.7 Chrom (VI) (DIN 38405-D24, im Eluat oder DIN EN ISO 10304-3 Ionenchromatographie)	.....	.....
	W 3.8 Eisen (DIN EN ISO 5961, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.9 Kobalt (DIN 38406-E24-2, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.10 Kupfer (DIN 38406-E7-2, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.11 Mangan (DIN EN ISO 5961, Flammen- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.12 Molybdän (DIN EN ISO 5961, Graphitrohr- AAS)	.....	.....
			Summe Seite 38	.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
		W 3.13 Nickel (DIN 38406-E11-2, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.14 Quecksilber (E DIN EN 1483 oder DIN 38406-E12, Kaltdampf AAS)	.....	.....
	W 3.15 Selen (DIN 38405-D23-2 AAS -Hydrid oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
	W 3.16 Thallium (DIN 38406-E26, Graphitrohr- AAS)	.....	.....
	W 3.17 Vanadium (DIN EN ISO 5961, Graphitrohr- AAS oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885, ICP-AES)	.....	.....
	W 3.18 Zink (DIN EN ISO 11885, ICP-AES oder 38406 AAS)	.....	.....
	W 3.19 Zinn (DIN EN ISO 11969, AAS-Hydrid oder auf der Grundlage DIN EN ISO 11885)	.....	.....
7.2.2.4.		W 4. Wichtige Anionen		
	W 4.1 Chlorid (DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	W 4.2 Cyanid, leicht freisetzbar (DIN 38405-D13/D14)	.....	.....
	W 4.3 Cyanid, gesamt (DIN 38405-D13/D14 oder E DIN EN ISO 14403)	.....	.....
	W 4.4 Fluorid (DIN EN ISO 10 304-1/2, Ionenchromatographie oder DIN 38405-4 Fluoridsensitive Elektrode)	.....	.....
	W 4.5 Nitrat (DIN 38405-D9 oder DIN EN ISO 10 304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	W 4.6 Nitrit (DIN EN 26777, Spektralphotometrie oder DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	W 4.7 Sulfat (DIN EN ISO 10304-1/2, Ionenchromatographie)	.....	.....
	W 4.8 Sulfid (DIN 38405-D26/D27)	.....	.....
	W 4.9 Phosphor gesamt (DIN EN 1189 HA6)	.....	.....
Summe Seite 39				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
7.2.2.5.		W 5. Summenparameter W 5.1 AOX (DIN EN 1485) W 5.2 EOX (DIN 38409-H8) W 5.3 Kohlenwasserstoffe (IR-KW) (ISO TR 11046, Infrarotspektroskopie) nach Filtration über Al ₂ O ₃ (unpolare KW) W 5.4 Kohlenwasserstoffe (IR-KW) (ISO TR 11046, Infrarotspektroskopie) vor und nach Filtration über Al ₂ O ₃ (polare und unpolare KW) W 5.5 schwerflüchtige lipophile Stoffe (DIN 38409- H17) W 5.6 TOC (DIN 38409-H3) W 5.7 Phenol-Index (DIN 38409-H16-1/2, Spektralphotometrie) W 5.8 Oxidierbarkeit (Kaliumpermanganatindex) (DIN 38409-H5) W 5.9 CSB (DIN 38409-H41) W 5.10 BSB ₅ (DIN 38409-H51)		
7.2.2.6.		W 6. Gemeinsam erfassbare Stoffe W 6.1 BTEX-Aromaten (DIN 38407-F9-1, Headspace oder E DIN 38407-F19, Purge&Trap) W 6.2 Mono – Trichlorbenzole (wie LHKW, DIN 38407-F4) W 6.3 Tri – Hexachlorbenzole (wie SHKW, DIN 38407-F2) W 6.4 Chlorphenole (DIN 38407-F10/F15 oder DIN ISO 8165-2, DIN EN 12673) W 6.5 LHKW (DIN EN ISO 10301, DIN 38407-F4 Headspace oder E DIN 38407-F19 Purge&Trap) Substanzen nach Tab. 3 der DIN 38407-F4		
Summe Seite 40				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	W 6.6 Ausgewählte Pflanzenbehandlungsmittel Triazine, Phenylharnstoffherbizide und Anilide (DIN EN ISO 11369, HPLC/UV)	.....	.....
	W 6.7 Ausgewählte organische Stickstoff- und Phosphorverbindungen (DIN 38407-F6, PBSM, GC-NPD)	.....	.....
	W 6.8 Phenoxyalkancarbonsäureherbizide (DIN 38407-F14, GC-MS)	.....	.....
	W 6.9 SHKW und Organochlorpestizide (DIN EN ISO 6468, DIN 38407-F2, GC-ECD) Substanzen nach Tab. 1 in DIN 38407-F2	.....	.....
	W 6.10 Polychlorierte Biphenyle (PCB) (DIN ISO 6468, GC-ECD oder DIN 38407-F3 GC-ECD oder DIN 51527-1), PCB-28, -52, - 101, -138, -153, -180	.....	.....
	W 6.11 Polychlorierte Dibenzodioxine und Furane (PCDD/F) (analog AbfKlärV, GC-MSD)	.....	.....
	W 6.12 Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), 16 PAK nach EPA (E DIN 38407-F8)	.....	.....
7.2.2.7.		W 7. Screening und Fingerprintanalysen		
	W 7.1 GC-MS-Screening auf mittel- und schwer flüchtige Substanzen inkl. Identifizierung der Hauptkomponenten (Extraktion in Anlehnung an EPA 625 zur Erfassung von basisch/neutralen, sauren Komponenten und Pestiziden)	.....	.....
	W 7.2 GC-MS-Screening auf leichtflüchtige Substanzen inkl. Identifizierung der Hauptkomponenten (Headspace oder Purge&Trap-Anreicherung) in Anlehnung an EPA 624	.....	.....
Summe Seite 41				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	W 7.3 GC-FID Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
	W 7.4 GC-ECD Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
	W 7.5 GC-MS Fingerprint-Analytik aus vorliegenden Extrakten oder Headspacegläschen	.....	.....
7.2.2.8.		<p>W 8. Rüstungsaltlastenspezifische Parameter</p> <p>Die folgende Leistungsabfrage für die STV ist am erwarteten Stoffinventar orientiert, berücksichtigt aber in seiner Aufteilung auch die üblichen eingesetzten Analysemethoden. Je nach Laborausstattung kann es trotzdem notwendig sein, für eine Leistungsposition zwei Untersuchungsverfahren anzuwenden. Bitte Methodenkurzbeschreibung und Verfahrenskenndaten zu jeder abgefragten Leistungsposition auf einem beiliegenden Blatt angeben. Dabei sind die genormten und in Normung befindlichen Arbeitsvorschriften wie DIN 38407 F17 (GC) und der zur Normung eingereichte Entwurf zur DIN 38407 F21 (HPLC) zu beachten und Abweichungen davon zu begründen und auf dem beiliegenden Blatt zu dokumentieren.</p>		
	<p>W 8.1 Sprengstofftypische Verbindungen (Haupt- und Nebenprodukte der TNT-Produktion, Metaboliten und weitere nitroaromatische Verbindungen) 2,4,6-TNT, 2,4-DNT, 2,6-DNT, 1,3-DNB, 1,3,5-TNB, 2-, 3-, 4-NT, 2-A-4,6-DNT, 4-A-2,6-DNT</p>	.....	.....
	<p>W 8.2 Weitere Metaboliten und Nebenprodukte: 2-A-4-NT, 2-A-6-NT, 4-A-2-NT, 1,2-DNB, 1,4-DNB, 3,4-DNT, 3,5-DNT, 2,3-DNT</p>	.....	.....
Summe Seite 42				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Erweiterung des Untersuchungsumfanges um folgende Substanzen:		
		W 8.3 Hexogen und Oktozen		
	W 8.4 Hexyl und Pikrinsäure	.....	.....
	W 8.5 Tetryl	.....	.....
	W 8.6 Sprengöle : Nitropenta, EGDN, DEGN,	.....	.....
	Nitroglycerin		
		W 8.7 Polare aromatische Verbindungen	.....	.....
	(Nitrophenole, Benzoesäure- und Sulfonsäurederivate)		
		W 8.8 Aromatische Amine (photometrische	.....	.....
	Summenbestimmung)		
		W 8.9 Anilin-Derivate (E DIN 38407-F16, GC)	.....	.....
	W 8.10 Weitere STV wie Nitroguanidin,	.....	.....
	Nitronaphthaline (Parameter definieren)	.....	.....
		Die folgende Leistungsabfrage für die Kampf- und Reizstoffe ist am erwarteten standortspezifischen Stoffinventar orientiert. Mit der Angebotsabgabe ist in einem Untersuchungskonzept ein Vorschlag zur Vorgehensweise bei der Probenauswahl (Vor-Ort-Untersuchungen), ein abgestufter Analysenplan mit vorgeschlagenem Analysenumfang, Empfehlungen zur Probennahme und eine kurze Beschreibung der Analysemethoden und deren Kenndaten vorzulegen. In jedem Falle ist die Untersuchungsstelle genau zu benennen. Die folgende Preisabfrage dient zunächst zur Abschätzung des einzelnen Analysenaufwandes. Der Gesamtpreis ist Gegenstand weiterer Preisverhandlungen.		
	W 8.11 Arsenkampfstoffe und Hydrolyseprodukte Lewisite, Clark I und II, Medikus, Pfiffikus, Dick und deren Haupthydrolyseprodukte	.....	.....
	W 8.12 Zusätzlich Adamsit	.....	.....
Summe Seite 43				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	W 8.13 Hautkampfstoffe , Hydrolyseprodukte und Tracersubstanzen (S-Lost, O-Lost, N-Lost und Hauptabbauprodukte)	.....	.....
	W 8.14 Nervenkampfstoffe (Tabun, Sarin, Soman)	.....	.....
	W 8.15 Atemgifte (Phosgen, Chlorpikrin, Chlorcyan etc.)	.....	.....
	W 8.16 Reizstoffe (Benzylbromid, Chloracetophenon etc.)	.....	.....
7.2.3.		Bodenluftproben		
7.2.3.1.	L 1.1 Analytik von BTEX-Aromaten nach Probennahme in Teflonsack oder Gasmaus (GC-FID)	.....	.....
	L 1.2 Analytik von BTEX-Aromaten nach Anreicherung auf Aktivkohle (GC-FID)	.....	.....
	L 1.3 Analytik von LHKW nach Probennahme in Teflonsack oder Gasmaus (GC-ECD) (Parameter nach DIN 38 407-F4))	.....	.....
	L 1.4 Analytik von LHKW nach Anreicherung auf Aktivkohle (GC-ECD) (Parameter nach DIN 38407-F4)	.....	.....
	L 1.5 Analytik von leichtflüchtigen MKW nach Probennahme in Teflonsack oder Gasmaus (GC-FID)	.....	.....
	L 1.6 Analytik von leichtflüchtigen MKW nach Anreicherung Aktivkohle (GC-FID)	.....	.....
		Zu den genannten quantitativen Bestimmungen bitte die Bestimmungsgrenzen inkl. der Angabe des angereicherten Gasvolumens angeben.		
	L 1.7 GC-MS-Screening von leichtflüchtigen Substanzen nach Probennahme in Teflonsack oder Gasmaus	.....	.....
Summe Seite 44				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
	L 1.8 GC-MS-Screening von leichtflüchtigen Substanzen nach Anreicherung Aktivkohle (GC-FID) Die Probennahme auf Kurzzeitröhrchen oder die Überwachung mittels direktanzeigender Analysengeräte (IMS, GC /MS etc.) wird in der Leistungsbeschreibung dem begleitenden Arbeitsschutz zugerechnet.	.....	.....
	L 1.9 Bereitstellung von Aktivkohle-Sorptionsröhrchen inkl. Arbeitsvorschrift für die Probennahme Zielsubstanzen: Chloracetophenon, Chloraceton, Xylylbromid, Bromessigsäureethylester etc.)	.....	.....
	L 1.10 Quantitative Analytik zu Röhrchen nach L 1.9 (CS ₂ -Extraktion, GC /AED, GC /MS)	.....	.....
	L 1.11 Bereitstellung von vorpräparierten Röhrchen (z.B. XAD2/Dibutylamin) inkl. Arbeitsvorschrift für die Probennahme Zielsubstanzen: Phosgen, Chlorcyan, etc.	.....	.....
	L 1.12 Quantitative Analytik zu Röhrchen nach L 1.11 (Extraktion, GC/AED, GC/MS)	.....	.....
	L 1.13 Gestellung von Tenax-Röhrchen inkl. Arbeitsvorschrift für die Probennahme Zielsubstanzen: Tabun, Sarin, Lose etc.	.....	.....
	L 1.14 Quantitative Analytik zu Röhrchen nach L 1.13 (Thermodesorption, GC/MS)	.....	.....
	L 1.15 Bedarfsposition: Fachchemische Begleitung der Probennahme pro Tag inkl. An- und Abfahrtskosten und evtl. Übernachtung	.....	.....
7.3.		<u>Aufwand zur Probenvorhaltung</u>		
	Fachgerechte Rückstellung aller Bodenproben im Labor des Auftragnehmers (bis zu 6 Monaten nach Abgabe		
Summe Seite 45				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		des Berichtes) und Entsorgung	.....	.....
		pauschal		
		Zwischensumme LOS. 7		.....
Summe Seite 46				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
8.		<u>KAMERABEFAHRUNG DER ABWASSER- KANÄLE</u>		
8.1.		<u>Allgemeine Leistungen und Stundenlöhne</u>		
8.1.1.		Stundensätze Projektleitung (gem. § 31 HOAI) Dipl.-Ing./Naturw. Techniker Geräteführer Hilfskraft Die Kosten für die fachtechnische Begleitung der durch- zuführenden Arbeiten müssen in den Einzelpreisen ent- halten sein Arbeiten im Halbschutz (Atemschutz, leichter Schutzan- zug u.ä.) Arbeiten im Vollschutz (Atemschutz, schwerer Schutz- anzug u.ä.) Der Zuschlag für den Arbeitsschutz bezieht sich auf die Arbeiten sowie die fachtechnische Begleitung durch den Naturwissenschaftler.		
8.1.2.		Fahrt- und Reisekosten km-Pauschale Fahrtkosten Pkw Fahrtkosten Transporter Reisekosten (Übernachtung etc.)		
Summe Seite 47				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
8.2.		<p><u>Kamerabefahrung</u></p> <p>Haltungsweise Untersuchung des Abwasserkanal-systems per Kamerabefahrung. Das Abwassersystem ist an das städtische Abwassernetz angeschlossen.</p> <p>Untersucht werden nur Teilstrecken im Bereich ehem. umweltrelevanter Nutzungen</p> <p>Dokumentation sämtlicher Einläufe, Darstellung des Leitungszustandes und –inhaltes. Die Protokolle sind einheitlich und EDV-gerecht zu führen.</p> <p>In die Preise sind die Kosten für das notwendige Bedie-nungspersonal einschließlich aller Nebenkosten einzu-rechnen.</p> <p>Die tatsächlichen Mengen und Durchmesser der real e-xistierenden Leitungsrohre sind annäherungsweise an-gegeben. Die Abrechnung erfolgt nur nach tatsächlicher Leistungserbringung, nach Menge der lfdm und der je-weiligen Leitungsdurchmesser.</p>		
8.2.1.		<p>Baustelleneinrichtung</p> <p>An- und Abfahrt, Baustelleneinrichtung für die Dauer der Arbeiten inkl. Be- und Entladen sowie Vorhalten aller für die Geländearbeiten erforderlichen Geräte, Werkzeuge und Ausrüstungen, persönlicher Schutzausrüstung und Entsorgung sowie Räumen und Reinigen der Baustelle nach Beendigung der Arbeiten.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p>		.....
8.2.2.		<p><i>Bedarfsposition:</i></p> <p>Kanalreinigung</p> <p>Reinigen der Leitungen (DN 150 bis 500) mit geeig-ne-tem Gerät inkl. Spülwasser, Contaniervorhaltung und</p>		
Summe Seite 48				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
8.2.3.	<p>fachgerechter Entsorgung</p> <p style="text-align: right;">je lfdm</p> <p>Das Reinigungsgut ist haltungsweise sorgfältig aufzunehmen und zu entsorgen. Jegliche Kontaminationsverschleppung ist unbedingt zu vermeiden.</p> <p>Kamerabefahrung</p> <p>Untersuchen des baulichen Leitungszustandes (Brüche, Risse, Undichtigkeiten); Einmessen sämtlicher Schadstellen, Stichzuläufe und sonstiger Besonderheiten mittels Kamerabefahrung mit Einblendung des Textes und automatischer Weglängenmessung.</p> <p>Betrieb einer Kanalkamerauntersuchungsanlage für Schwarz/Weiß- und Farbaufnahmen, mit flexibler Optik und Schwenkkopfvorrichtung</p> <p style="text-align: right;">je lfdm</p>	.....	.....
8.3.	<p>DN 150</p> <p style="text-align: right;">je m</p> <p>DN 500</p> <p style="text-align: right;">je m</p> <p>DN</p> <p style="text-align: right;">je m</p> <p><u>Dokumentation</u></p> <p>Über die Kamerabefahrung ist ein Untersuchungsprotokoll mit graphischen, maßstabsgetreuen Darstellungen der Untersuchungsergebnisse (haltungsweise Aufzeichnung sämtlicher offenen und geschlossenen Stichzüge), sowie eine Mängelangabe mit Schadensklassifizierung nach ATV-Richtlinien in übersichtlicher und tabellarischer, EDV-gerechter Form zu erstellen.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p>	.....	.....
Summe Seite 49				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
8.4.	<p><u>Filme der Kamerabefahrung</u></p> <p style="text-align: right;">pro Film</p>	.....	.....
8.5.		<p><u>Bericht</u></p> <p>1. Dokumentation der Kamerabefahrung inkl. Filme, Fotos, Protokolle</p> <p>Erstellung eines maßstabsgerechten Leitungsplanes mit den Ergebnissen der Kamerabefahrung (sämtliche offe- nen und geschlossenen Sticheinläufe im Kanalsystem) auf Grundlage einer vom Auftrager zur Verfügung ge- stellten Vorlage</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p> <p style="text-align: right;">Zwischensumme LOS. 8</p>		<p>.....</p> <p>.....</p>
Summe Seite 50				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
9.		<p><u>AUSWERTUNG UND DOKUMENTATION</u></p> <p>1. Auswertung und vollständige Dokumentation aller während der Maßnahme durchgeführten Arbeiten und der durch Feldarbeiten und Analytik ermittelten Daten inkl. Tabellarischer Aufbereitung.</p> <p>2. Erstellung eines Gesamtberichts in Loseblatt-Form in ....-facher Ausführung und EDV-Version (Format:.....).</p> <p>3. Ein Entwurf des Berichts (inkl. Kartenmaterial) ist in ....-facher Ausfertigung dem Auftraggeber vorab zur Verfügung zu stellen. Nach Abnahme des Berichts durch den Auftraggeber sind die restlichen Exemplare zu liefern.</p> <p style="text-align: right;">pauschal</p>		.....
Summe Seite 51				.....

Los/Pos.	Stck.	Gegenstand	Einzel- preis DM	Gesamt- preis DM
		Zusammenstellung der Positionen		
		Zwischensumme LOS. 1		.....
		Zwischensumme LOS. 2		.....
		Zwischensumme LOS. 3		.....
		Zwischensumme LOS. 4		.....
		Zwischensumme LOS. 5		.....
		Zwischensumme LOS. 6		.....
		Zwischensumme LOS. 7		.....
		Zwischensumme LOS. 8		.....
		Zwischensumme LOS. 9		.....
		Gesamtsumme		.....
		Mehrwertsteuer		.....
		Endsumme		.....
Summe Seite 52				.....

Anlage 5: Adressen

Bundesarchive

Bundesarchiv Berlin
Außenstelle Dahlwitz-Hoppegarten
Lindenallee 55-57
15366 Dahlwitz-Hoppegarten
Tel: 03342/23680
Fax: 03342/300628

Bundesarchiv Berlin
Finckensteinallee 63
12205 Berlin - Lichterfelde
Tel: 01888/7770-0
Fax: 01888/7770-111
e-mail: koblenz@barch.bund.de

Bundesarchiv Koblenz
Potsdamer Str. 1
56075 Koblenz
Tel: 02 61/505-0
Fax: 02 61/505 226
e-mail: koblenz@barch.bund.de

Bundesarchiv, Abt. VI Militärarchiv
Wiesenthalstr. 10
79115 Freiburg i. Br.
Tel: 0761/47817-0
Fax: 0761/47817-900
e-mail: koblenz@barch.bund.de

Geheimes Staatsarchiv
Preußischer Kulturbesitz
Archivstr. 12-14
14195 Berlin (Dahlem)
Tel: 030/83901-00
Fax: 030/83901-180

Landesarchive

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
Abt. II: Neuere Bestände (19./20. Jh.)
Postfach 22 11 52
80501 München
Tel: 089/28638-2596
Fax: 089/28638-2954
e-mail: poststelle@bayhsta.bayern.de

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
Abt. IV: Kriegsarchiv
Leonrodstr. 57
80636 München
Tel: 089/18951680

Fax: 089/28638-2954

e-mail: poststelle@bayhsta.bayern.de

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
Abt.V: Nachlässe und Sammlungen

Ludwigstr. 14

80539 München

Tel: 0 89/28638-2511

Fax: 089/28638-2954

e-mail: poststelle@bayhsta.bayern.de

Bayerisches Hauptstaatsarchiv

Schönfeldstr. 5-11

80539 München

(Postfach 22 11 52, 80501 München)

Tel: 089/28638-25 75

Fax: 089/28638-2954

e-mail: poststelle@bayhsta.bayern.de

Bayerisches Wirtschaftsarchiv

Orléansstr. 10-12

81669 München

Tel: 0 89/5116-285

Fax: 0 89/5116-564

e-mail: koepke@muenchen.ihk.de

Staatsarchiv Amberg

Archivstr. 3

92224 Amberg

Tel: 09621/3072-70

Fax: 09621/3072-88

Staatsarchiv Augsburg

Salomon-Idler-Str. 2

86159 Augsburg

Tel: 0821/575025

Fax: 0821/579945

Staatsarchiv Bamberg

Hainstr. 39

96047 Bamberg

Tel: 0951/98622-0

Fax: 0951/98622-50

Staatsarchiv Coburg

Herrngasse 11

96450 Coburg

Tel: 09561/92833

Fax: 09561/94017

Staatsarchiv Landshut

Burg Trausnitz

84036 Landshut

Tel: 0871/92328-0

Fax: 0871/92328-8

Staatsarchiv München
Schönfeldstr. 3
80539 München
(Postfach 221152, 80501 München)
Tel: 089/28638-2525
Fax: 089/28638-2526
e-mail: poststelle@stam.bayern.de

Staatsarchiv Nürnberg
Archivstr. 17
90408 Nürnberg
Tel: 0911/93519-0
Fax: 0911/93519-99

Staatsarchiv Würzburg
Residenz-Nordflügel
97070 Würzburg
Tel: 0931/35529-0
Fax: 0931/35529-70

Ausländische Archive

Frankreich

Archive de l'Occupation française
en Allemagne et en Autriche
Cité administrative Batiment 7
3 rue Fleischhauer
F - 68026 Colmar Cedex
Tel: 00-33-3/89414369
Fax: 00-33-3/89239872

Service Historique de l'Armée
Archives de l'Armée de Terre,
de l'Air et de la Marine
Château de Vincennes
F - 94300 Vincennes
Tel: 00 33 / 1 49 57 32 00
Tel. Marine: 00 33/ 1 43 28 81 50

Großbritannien

Public Record Office
Chancery Lane
London WC2A 1 LR
Tel: 00-44-171/8763444
Fax: 00-44-171/8787231 ext 2216
Ruskin Avenue
Kew, Richmond, TW9 4 DU

Tel: 00-44-181/39252-00
Fax: 00-44-181/39252-86
eMail: enquiry@pro.gov.uk

Imperial War Museum
Lambeth Road
London SE1 GH2
Tel: 00-44-171/41653-20
Fax: 00-44-181/41653-74
eMail: enquiry@iwm.org.uk

USA

National Archives and Records Administration
National Archives Bldg.
8th and Pennsylvania Ave. NW,
Washington DC 20408
Tel: 001-202/5015-400
Fax: 001-202/5015-759
e-mail: inquire@nara.gov

Luftbildbeschaffung

Bundesanstalt für Bauwesen und Raumordnung
Am Michaelshof 8
53177 Bonn
Tel: 0228/401-2009
Fax: 0228/401-2266

Bayerisches Landesvermessungsamt
Landesluftbildstelle
Alexandrastr. 4
80538 München
Tel: 089/2129-1676
Fax: 089/2129-1537
e-mail: luftbild-service@blva.bayern.de

Bayerische Landesämter

Bayerisches Geologisches Landesamt
Heißstr. 128
80797 München
Tel: 089/1213-02
Fax: 089/1213-2647
e-mail: webmaster@gla.bayern.de

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Str. 160
86179 Augsburg
Postanschrift 86177 Augsburg
Tel: 0821/9071-0

Fax: 0821/9071-5556

e-mail: : poststelle@lfu.bayern.de

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft

Lazarettstr. 67

80636 München

Tel: 089/9214-0

Fax: 089/9214-1435

e-mail: poststelle@lfw.bayern.de

Staatsbauämter

Staatliches Hochbauamt Amberg

Kirchensteig 3

92224 Amberg

Tel: 09621/360

Fax: 09621/36733

e-mail: poststelle@shbaam.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Ansbach

Bischof-Meiser-Str.11

91522 Ansbach

Tel: 0981/9529-01

Fax: 0981/9529-130

e-mail: poststelle@shbaan.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Aschaffenburg

Cornelienstr. 1

63739 Aschaffenburg

Tel: 06021/393-1

Fax: 06021/393-333

e-mail: poststelle@shbaas.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Augsburg

Burgkmaierstr. 12

86152 Augsburg

Tel: 0821/2581-0

Fax: 0821/2581-214

e-mail: poststelle@shbaau.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Bad Kissingen

Kurhausstr. 26

97663 Bad Kissingen

Tel: 0971/8029-0

Fax: 0971/8029-299

e-mail: poststelle@shbaki.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Bamberg

Kasernstr. 4

96049 Bamberg

Tel: 0951/9530-0

Fax: 0951/9530-252

e-mail: poststelle@shbabb.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Bayreuth
Wilhelminenstr. 2
95444 Bayreuth
Tel: 0921/606-03
Fax: 0921/606-2634
e-mail: poststelle@shbaba.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Freising
Vöttinger Str. 27
85354 Freising
Tel: 08161/531-0
Fax: 08161/531-163
e-mail: poststelle@shbafs.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Ingolstadt
Elbrachtstr. 20
85049 Ingolstadt
Tel: 0841/9346-0
Fax: 0841/9346-299
e-mail: poststelle@shbain.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Kempten
Rottachstr. 13
87439 Kempten
Tel: 0831/5243-02
Fax: 0831/5243-333
e-mail: poststelle@shbake.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Krumbach
Nordstr. 8-10
86381 Krumbach
Tel: 08282/9908-0
Fax: 08282/9908-19
e-mail: poststelle@shbakr.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Landsberg
Saarburgstr. Saarburgkaserene Geb. 18
86899 Landsberg
Tel: 08191/934-0
Fax: 08191/934-100
e-mail: poststelle@shbalb.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Landshut
Innere Regensburger Str. 8
84034 Landshut
Tel: 0871/9254-002
Fax: 0871/9254-200
e-mail: poststelle@shbala.bayern.de

Staatliches Hochbauamt München I
Seeastr. 2
80538 München
Tel: 089/21232-0

Fax: 089/21232-366

e-mail: poststelle@shbam1.bayern.de

Staatliches Hochbauamt München II
Peter-Auzinger-Str.10
81547 München
(Postfach 900963, 81509 München)
Tel: 089/69392-40
Fax: 089/69392-666

e-mail: poststelle@shbam2.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Nürnberg I
Bucherstr. 30
90408 Nürnberg
Tel: 0911/35071
Fax: 0911/361902

e-mail: poststelle@shban1.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Nürnberg II
Sandstr. 20
90443 Nürnberg
Tel: 0911/248-0
Fax: 0911/248-2899

e-mail: poststelle@shbanu.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Passau
Karlsbader Str. 15
94036 Passau
Tel: 0851/5017-0
Fax: 0851/5017-444

e-mail: poststelle@shbapa.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Regensburg
Bahnhofstr. 7
93047 Regensburg
Tel: 0941/69856-01
Fax: 0941/69856-299

e-mail: poststelle@shbare.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Rosenheim
Wittelsbacherstr. 55
83022 Rosenheim
Tel: 08031/394-0
Fax: 08031/394-128

e-mail: poststelle@shbaro.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Traunstein
Rosenheimer Str. 7
83278 Traunstein
Tel: 0861/570
Fax: 0861/15302

e-mail: poststelle@shbatr.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Weilheim
Pollinger Str. 8
82362 Weilheim
Tel: 0881/990-0
Fax: 0881/990-170
e-mail: poststelle@shbawm.bayern.de

Staatliches Hochbauamt Würzburg
Weißenburgstr. 6
97082 Würzburg
Tel: 0931/4504-9
Fax: 0931/4504-777
e-mail: poststelle@shbawu.bayern.de

Wasserwirtschaftsämtter

Wasserwirtschaftsamt Amberg
Archivstr. 1
92224 Amberg
Tel: 09621/307-01
Fax: 06921/307-199
e-mail: poststelle@wwa-am.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Ansbach
Dürnerstr. 2
91522 Ansbach
Tel: 0981/9503-0
Fax: 0981/9503-28
e-mail: poststelle@wwa-an.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Aschaffenburg
Cornelienstr. 1
63739 Aschaffenburg
Tel: 06021/393-1
Fax: 06021/393-359
e-mail: poststelle@wwa-ab.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Bamberg
Kasernstr. 4
96049 Bamberg
Tel: 0951/9530-0
Fax: 0951/9530-152
e-mail: poststelle@wwa-ba.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Bayreuth
Wilhelminenstr. 2
95444 Bayreuth
Tel: 0921/606-06
Fax: 0921/606-2555
e-mail: poststelle@wwa-bt.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Deggendorf
Postfach 20 60

94460 Deggendorf
Tel: 0991/2504-0
Fax: 0991/2504-200
e-mail: poststelle@wwa-deg.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Donauwörth
Förgstr. 23
86609 Donauwörth
Tel: 0906/7009-0
Fax: 0906/7009-136
e-mail: poststelle@wwa-don.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Freising
Amtsgerichtsgasse 6
85354 Freising
Tel: 08161/188-0
Fax: 08161/188-210
e-mail: poststelle@wwa-fs.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Hof
Jahnstr. 4
95030 Hof
Tel: 09281/891-0
Fax: 09281/891-100
e-mail: poststelle@wwa-ho.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt
Paradeplatz 13
85049 Ingolstadt
Tel: 0841/3705-0
Fax: 0841/3705-298
e-mail: poststelle@wwa-in.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Kempten
Rottachstr. 15
87439 Kempten
Tel: 0831/5243-01
Fax: 0831/5243-216
e-mail: poststelle@wwa-ke.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Krumbach
Nattenhauser Str. 16
86381 Krumbach
Tel: 08282/898-0
Fax: 08282/898-200
e-mail: poststelle@wwa-kru.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Landshut
Seligenthalerstr. 12
84034 Landshut
Tel: 0871/8528-01
Fax: 0871/8528-119
e-mail: poststelle@wwa-la.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt München
Praterinsel 2
80538 München
Tel: 089/21233-0
Fax: 089/21233-101
e-mail: poststelle@wwa-m.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Nürnberg
Blumenstr. 3
90402 Nürnberg
Tel: 0911/4621-04
Fax: 0911/4621-220
e-mail: poststelle@wwa-n.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Passau
Dr.-Geiger-Weg 6
94032 Passau
Tel: 0851/5906-0
Fax: 0851/5906-10
e-mail: poststelle@wwa-pa.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Regensburg
Landshuter Str. 59
93053 Regensburg
Tel: 0941/78009-0
Fax: 0941/78009-22
e-mail: poststelle@wwa-r.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Rosenheim
Königstr. 19
83022 Rosenheim
Tel: 08031/305-01
Fax: 08031/305-179
e-mail: poststelle@wwa-ro.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Schweinfurt
Alte Bahnhofstr. 29
97422 Schweinfurt
Tel: 09721/203-0
Fax: 09721/203-210
e-mail: poststelle@wwa-sw.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Traunstein
Rosenheimer Str. 7
83278 Traunstein
Tel: 0861/57-0
Fax: 0861/13605
e-mail: poststelle@wwa-ts.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Weiden
Gabelsbergerstr. 2
92637 Weiden
Tel: 0961/304-0

Fax: 0961/304-400

e-mail: poststelle@wwa-wen.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Weilheim

Pütrichstr. 15

82362 Weilheim

Tel: 0881/182-0

Fax: 0881/182-162

e-mail: poststelle@wwa-wm.bayern.de

Wasserwirtschaftsamt Würzburg

Kroatengasse 4-8

97070 Würzburg

Tel: 0931/303-01

Fax: 0931/303-270

e-mail: poststelle@wwa-wue.bayern.de

Deutscher Wetterdienst

Niederlassung München

Helene-Weber-Allee 21

80637 München

Tel: 089/15938-0

Fax: 089/159 38-283

e-mail: verwaltung.muenchen@dwd.de

Stellen

Amt für Wehrgeophysik

Geologische Beratungsstelle

Fliegerhorst

Postfach 1264

82242 Fürstenfeldbruck

Tel: 08141/5360-0

Fax: 08141/5360-2992

Munitionsräumkommandos

Sprengkommando München

Ingolstädter Landstr. 1

85764 Neuherberg

Tel: 089/3116058

Fax: 089/3116058

Sprengkommando Ingolstadt

Fort Prinz Karl bei Katharinenberg

85096 Großmehring

Tel: 08407/217

Fax: 08407/8033

Untersuchung der Rüstungsalblastverdachtsstandorte in Bayern

Arbeitshilfe: Orientierende und Detailuntersuchung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten

Anlage 5: Adressen



Sprengkommando Nürnberg

Äußere Weissenseestr. 9

90537 Feucht

Tel: 09128/2200

Fax: 09128/2200

Die Beräumung von Fundmunition wird im Auftrag des Staatsministerium des Innern durch die Sprengstoffkommandos in München, Ingoldstadt und Nürnberg durchgeführt.

Anlage 6: Gliederungsmuster und Formulare für Sicherheit und Gesundheitsschutz (in Abstimmung mit der Tiefbau-Berufsgenossenschaft, 1999)

Standort- und tätigkeitsbezogenes Sicherheitsblatt

(offenes ist vom Unterauftragnehmer auszufüllen)

VERWALTUNGSINFORMATION

Ort der Baumaßnahme

Straße

Auftraggeber

Auftragnehmer Fa., Ort, Tel.

Projektleiter, Aufsichtsführende Person/Tel.

Koordinator/Tel.

Sicherheitsfachkraft/Tel.

Zeitraum (Datum)

von:

bis:

STANDORTINFORMATION

a) Standort.-Nr.:

Art des Standortes, Name

b) Frühere Nutzung (ankreuzen)

Wohngebiet

Kaserne

Flugplatz

Schießplatz

Truppenübungsplatz

Heizwerk

Kfz-Wartungsbetrieb

Tierhaltung

Abwasserbehandlungsanlage

Müll- und Sondermüllentsorgung

Deponie

c) Kontaminationen

1. bekannt

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2. im Laufe der Sondierarbeiten aufgefunden

_____	_____	_____
_____	_____	_____

Beschreibung der Gefahren durch Chemikalien: physikalisch-chemische, toxikologische Eigenschaften (sonstige Gefahrenhinweise s. Historische Erkundung und AS-Plan!).



akut:

chronisch:

TÄTIGKEITEN und SCHUTZMASSNAHMEN

	Art der vorgesehenen Tätigkeit	Notwendiges Gerät	Sicherheitsanforderungen für den Menschen
1	<hr/>	<hr/>	<hr/>
2	<hr/>	<hr/>	<hr/>
3	<hr/>	<hr/>	<hr/>
4	<hr/>	<hr/>	<hr/>
5	<hr/>	<hr/>	<hr/>
6	<hr/>	<hr/>	<hr/>
7	<hr/>	<hr/>	<hr/>
8	<hr/>	<hr/>	<hr/>
9	<hr/>	<hr/>	<hr/>
10	<hr/>	<hr/>	<hr/>

NOTFALLPLANUNG

1. Notfallplanung

angefertigt von (Name):

am:

bekanntgegeben:

am:

an (Namen):

<hr/>	<hr/>	<hr/>

2. Erste Hilfe

Standardausrüstung (auflisten)

spezielle Anforderungen (listen)

3. Brandschutzgerät

Standardausrüstung (auflisten)

spezielle Anforderungen (listen)

4. Vorab über die Baumaßnahme/Arbeiten zu informierende Stellen /(•)

(Telefon-Nr. immer bereithalten; sonstige Angaben nach Bedarf)

Kampfmittelräumdienst	Tel.:	_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Feuerwehr		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Krankenhaus		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Polizei		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• zuständige BG		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Gewerbeaufsicht		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Umweltbehörde		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Auftraggeber		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____
• Auftragnehmer		_____	Ansprechpartner:	_____	erfolgt am:	_____

5. Dekontaminierung

Prozedur festgelegt durch: Notfälle inkl. Evakuierung der Baustelle. Festgelegt durch:

Betriebsanweisung nach § 20 der Gefahrstoffverordnung

1. **Arbeitsbereich / Platz / Tätigkeit:** _____

2. **Gefahrstoffbezeichnung:** _____

3. **Gefahren für Mensch und Umwelt:**

3.1 Gefährliche Reaktionen/Eigenschaften: _____

3.2 Toxikologie: _____

3.3 Ökologie: _____

4. **Maßnahmen:**

4.1 Technische Sicherheitsmaßnahmen: * _____

4.2 Persönliche Schutzmaßnahmen: * _____

4.3 Verhaltensregeln und hygienische Maßnahmen: _____

5. **Verhalten im Gefahrfall:**

5.1 Stoffaustritt: _____

5.2 Stoffbrand: _____

6. **Erste Hilfe:**

6.1 Unfälle mit Kontaminationen ohne Verletzung: _____

6.2 Unfälle mit Kontaminationen mit Verletzung: _____

6.3 Verschlucken von kontaminierter Flüssigkeit: _____

7. Sachgerechte Entsorgung:

8. Aushang:

* Erforderliche messtechnische Ausstattung und pers. Schutzmaßnahmen s. zusätzliche wichtige Hinweise zum AS-Plan.

Zusätzliche wichtige Hinweise zum Arbeits- und Sicherheitsplan (Bedarfsposition)

zu Punkt 4.1

MESSTECHNISCHE ÜBERWACHUNG DER ARBEITSPLÄTZE/ARBEITZONEN

Art, Umfang und Beurteilung der Messungen

Der Unterauftragnehmer hat dafür zu sorgen, dass bei den Arbeiten die Arbeitsbereiche messtechnisch dahingehend überwacht werden, ob die Mitarbeiter durch

- Sauerstoffmangel,
- explosionsfähige Atmosphäre,
- gesundheitsgefährliche Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube oder
- gesundheitsgefährliche Flüssigkeiten

Gesundheitsgefahren ausgesetzt sind. Es ist entsprechend dem Kapitel 9 der BGR 128 zu verfahren. Bei diesen Messungen sind die max. zulässigen Expositionsspitzen (Konzentrationen eines Gefahrstoffes) und Auslöseschwellen zu berücksichtigen.

Weiterhin zu beachten sind u.a. folgende Gesetze und Richtlinien

Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL, BGR 104); Allgemeine Vorschriften (BGV A 1); Bauarbeiten (BGV C 22); Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz-SprengG); Arbeitsmedizinische Vorsorge (BGV A 4).

Giftgaswarngerät für den präventiven Personenschutz

Erforderliche messtechnische Geräte für die qualitative Analyse nachfolgend aufgeführter Haut- und Nervenkampfstoffe

Tabun 1 und 2	(GA)	Stickstoff - Lost	(HN)
Sarin	(GB)	Lewisit	(L)
Soman	(GD)	AC	(Blausäure)
VX	(V-Kampfstoffe)	CG	(Phosgen)
S - Lost	(HD)		

Messgeräte

Ionen-Spektrometer RAID-1 von Fa. Bruker-Saxonia (für die qualitative Analyse vorgenannter Kampfstoffe und als Alarmgerät für den Personenschutz)

Einsatz von Detektoren für den Personenschutz

Je Arbeitstrupp ist ein Spür- und Warngerät (RAID-1) mitzuführen, welches zu vorsorglichen Prüfung auf **Chemische Kampfstoffe** dient.

Weiter sind die Arbeiten durch den Einsatz eines Mehrfach-Gaswarngerätes abzusichern. Eine Windfahne (Windsack) neben Wettergerät zur Feststellung des Kleinwitters ist an gut sichtbarer Stelle (z.B. Nähe des Abrufraumes) aufzustellen.

Zusätzliche erforderliche messtechnische Ausstattung

- 1 Gasspurenmessgerät / PID, z.B. Typ DL-101 von Fa. HNU (für die Messung gesundheitsgefährlicher Gase, Dämpfe und Nebel).
- 1 Mehrfach-Gaswarngerät, z.B. Typ Compur von Fa. Hartmann und Braun (für die Messung von z.B. **explosionsfähiger** Luftgemische, Schwefelwasserstoff, Sauerstoff).

zu Punkt 4.2

Für persönliche Schutzmaßnahmen sind die Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen (89/686/EWG) zu beachten. Gefahrstoffspezifische Schutzmaßnahmen sind den Einzelbetriebsanweisungen zu entnehmen. Atemschutzgeräte haben den DIN-Normen 3171, 3176, 3179 und 3181 zu entsprechen.

Stufe 1: Erforderliche persönliche Schutzausrüstung (Standardausrüstung) /
 Gefahrenangepasste Arbeitsschutzkleidung

- Filterndes Atemschutzgerät*: Halbmaske, z.B. „EASI-AIR“ (DIN 3179) [BGR 190]
- Atemschutzfilter*: Gasfiltertyp „ABEK (2) P3“ (DIN 3181), [BGR 190]
- Augenschutz: Schutzbrille (DIN 4646 Teil 1, DIN EN 166), [BGR 192]
- Kopfschutz: Schutzhelm (DIN 4840), [BGR 193]
- Körperschutz: Einweg-Schutzanzug „SP“, z.B. von Fa. Kimberly Clark (DIN EN 342) (Auswahl nach den zu erwartenden Gefahrstoffen und deren Erscheinungsform, z.B. Stäube, wässrige Lösung, Phase)
- Handschutz: 4 Std.-Schutzhandschuhe, z.B. „SAFETY 4A/S 04.09“ (DIN EN 374), [BGR 195]
- Fußschutz: Bausicherheitsstiefel (S5 nach DIN EN 345), [BGR 191]

* Unter Einhaltung der höchstzulässigen Gaskonzentrationen und Filtereinsatzzeiten und Tragezeitbegrenzungen.

Stufe 2: Erforderliche Schutzausrüstung für die Erkundung ehemaliger Kampfstoffherstellungsbetriebe, Munitionsfüllanlagen, Munitionslager und De-laborieranlagen oder bei Verdacht auf solche Anlagen

- ABC-Atemschutzmaske (Vollmaske mit entsprechenden Filtern, BGR 190)
- Kopfschutz: Schutzhelm (wie Stufe 1)
- Körperschutz: (wie Stufe 1)
- Handschutz: (wie Stufe 1)
- Fußschutz: (wie Stufe 1)

Bei ortsfremdem Geruch ist sofort die ABC-Schutzmaske anzulegen und der Ort gegen die Windrichtung zu verlassen. Ganzkörperschutzanzüge (ABC-Schutzanzug) sind für Rettungsmaßnahmen und Probennahme in ausreichender Anzahl bereitzuhalten.

Stufe 3: Erforderliche Schutzausrüstung bei erkanntem Vorhandensein von offenkörperlichem Kampfstoff oder undichter Kampfstoffmunition. Kanäle, Schächte, Tanks usw. dürfen nur mit einem von der Außenluft unabhängigen Atemschutzgerät (isolierter Atemschutz) und durch Seile gesichert begangen werden (siehe BGR 128-Richtlinie)

- ABC-Atemschutzmaske (Vollmaske mit entsprechenden Filtern, BGR 190)
- Kopfschutz: Schutzhelm (wie Stufe 1)
- Körperschutz: Ganzkörperschutzanzug (ABC)
- Handschutz: (wie Stufe 1), 4-stündiger Wechsel
- Fußschutz: (wie Stufe 1)

Die Tragezeiten gemäß BGR 190 sind zu beachten und einzuhalten. Nur im Fall von Rettungsmaßnahmen dürfen sie überschritten werden. Die Atemschutzträger (Personen) müssen entsprechend einer arbeitsmedizinischen Untersuchung nach G 26 I-III auf Tauglichkeit untersucht worden sein.

zu Punkt 7

Kontaminierte, abgelegte, persönliche Schutzmittel und sonstige Hilfsmittel sind einer vorschriftsmäßigen Entsorgung zuzuführen. Die sachgerechte Entsorgung ist entsprechend den Bestimmungen der zuständigen regionalen Behörden bzw. dem KrW-/AbfG mit result. Verordnung vorzunehmen.

Ergänzende Betriebsanweisung für besondere Gefährdungen

Gültigkeitsdauer: längstens 7
Tage

Erlaubnis zum (Tätigkeit):

Gültigkeitsdauer von:

Uhr bis:

1 Besondere Gefährdungen, Arbeitsort / -objekt

	Baustelle:	Ja / Nein ¹⁾	Arbeitsstelle: Bemerkungen / Angaben zum Ort bzw. Umgebung
1.1	Brandgefahr	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
1.2	Explosionsgefahr	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
1.3	Gefährliche Stoffe, besondere Gefahren	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
	Welche?		
1.4	Sonstige Gefährdungen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Welche?

2. Sicherheitsmaßnahmen vor Beginn der Arbeit²⁾ / vorbeugende Maßnahmen

Gasspürgerät / Ex-Meter / Analyse / O2 - Messung usw.

	Baustelle:	Ja / Nein ¹⁾	Arbeitsstelle: Bemerkungen / Angaben zum Ort bzw. Umgebung
2.1	Prüfung der Atmosphäre	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2.2	Alarmsystem vorhanden	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2.3	Behälter / Rohrleitungen spülen / reinigen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2.4	Anschlussleitungen entfernen / trennen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2.5	Gebäude lüften	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
2.6	Weitere Maßnahmen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

Durchführung der Maßnahmen zu 2. bestätigt

(Unterschrift des Aufsichtsführenden/Bauleitung)

Prüfung der Maßnahmen unter 2. u. 5. durch Koordinator

(Name in Druckbuchstaben)

ist erfolgt

(Unterschrift)

Die Erlaubnis ist erst gültig, wenn die Prüfung dieser Maßnahmen
durch Unterschrift bestätigt ist

1) Zutreffendes ankreuzen

2) Nicht Zutreffendes streichen

3. Sicherheitsmaßnahmen <u>vor</u> Beginn der Arbeit ²⁾		
Ausstattung zur Messtechnik (Erfassung, Begleitung, Festlegung von Grenzwerten und Gefahrstufen).		
	Ja / Nein ¹⁾	Bemerkungen / Weitere Angaben
3.1 Technische Belüftung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.2 Bauliche Schutzmaßnahmen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.3 Vorhalten persönlicher Schutzmittel	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.4 Techn. Gerät mit entsprechender Schutzausstattung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.5 Maßnahmen zum Umweltschutz	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
- Vermeiden von Austrag und Verschleppung kontaminierten Materials - Vorschriftsgemäße Lagerung, Entsorgung		
3.6 Brandschutzmaßnahmen / Brandschutzordnung	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.7 Erste Hilfe / Rettungsgeräte / Notfallmaßnahmen Notfallplan	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.8 Arbeitsmedizinische Untersuchung (MA)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.9 Unterweisung (MA)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
3.10 Sonstiges	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

1) Zutreffendes ankreuzen

2) Nicht Zutreffendes streichen

4. Sicherheitsmaßnahmen während der Arbeit²⁾

	Ja / Nein ¹⁾		mitarbeitend / nicht mitarbeitend	
4.1 Sicherungsposten (Kontrolle nach 2.1)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bemerkungen / Weitere Angaben				
4.2 Messtechnische Überwachung der Gefahrstoffgrenzwerte (MAK, TRK, BAT)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.3 Belüftung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.4 Atemschutz benutzen / bereithalten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.5 Persönliche Schutzbekleidung -mittel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.6 Feuerlöschgeräte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.7 Rettungsmaßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
4.8 Weitere Maßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

5. Maßnahmen nach der Arbeit²⁾ (Dekontaminationsmaßnahmen)

	Ja / Nein ¹⁾		
5.1 Duschen / Kleiderwechsel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Sofort / nach Schichtende
5.2 Erlaubnis abgeben / Fertigmel- dung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	an
5.3 Weitere Maßnahmen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Unterschrift des Beschäftigten

(Unterschrift des Koordinators / Bauleiters)

20

Aufsichtsführender:

(Namensangabe in Druckschrift)

Telefon:

Unternehmer:

(Unterschrift)

1) Zutreffendes ankreuzen

2) Nicht Zutreffendes streichen

Notfallmeldeblatt

(Der Verwaltungsinformationsteil ist vom Beschäftigten **vor** Beginn der Arbeiten auszufüllen und bei den Arbeiten bereit zu halten)

Verwaltungsinformation	Ort der Baumaßnahme		
	Straße		
	Zeitraum	von:	bis
	Auftraggeber	Firma:	Tel.:
	Koordinator	Name:	Tel.:
	Sicherheitsfachkraft	Name:	Tel.:
	zuständige BG	Name, Ort:	Tel.:

Unfallmeldung	Wer meldet?	Name:	
		Datum:	Uhrzeit:
	Wo hat sich der Unfall ereignet?		
	Was ist passiert?	<input type="checkbox"/> Chemieunfall	<input type="checkbox"/> Brand / Explosion
		<input type="checkbox"/> sonstiges (bitte spezifizieren)	
	Besteht Lebensgefahr?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
			<input type="checkbox"/> Anzahl der Personen
	falls ja:		
	Sind Ersthelfer vor Ort?	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja
	Ist weitere Hilfe notwendig?	<input type="checkbox"/> Ersthelfer	<input type="checkbox"/> Sanitäter
	<input type="checkbox"/> Rettungswagen	<input type="checkbox"/> Krankenwagen	
	<input type="checkbox"/> Feuerwehr	<input type="checkbox"/> Rettungshubschrauber	
		<input type="checkbox"/> Katastrophenschutz	
falls nein: Art der Verletzung:		<input type="checkbox"/> Anzahl der Personen	
Ist eine Evakuierung notwendig?			
der Baustelle	<input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> ja	
	der Nachbarschaft	<input type="checkbox"/> nein	
		<input type="checkbox"/> ja	

Maßnahmen	Aufgenommen von:		
	Eingeleitete Maßnahmen:		
	Benachrichtigung von:	Baustellenpersonal <input type="checkbox"/>	Feuerwehr <input type="checkbox"/>
	Krankenwagen <input type="checkbox"/>		
Rettungswagen <input type="checkbox"/>	Krankenhaus <input type="checkbox"/>	Polizei <input type="checkbox"/>	
	BG <input type="checkbox"/>	GAA <input type="checkbox"/>	
	Firmen <input type="checkbox"/>		

Notfallrufnummer

	Name, Vorname	
Ersthelfer:		Tel.:
Ersthelfer:		Tel.:
Ersthelfer:		Tel.:
Erste Hilfe-Station auf der Baustelle:		
		Tel.:
Feuerwehr:		Tel.:
Polizei:		Tel.:
Umweltbehörde:		Tel.:
Berufsgenossenschaft:		Tel.:
Bauleiter:		Tel.:
Koordinator:		Tel.:
Projektleiter:		Tel.:

Durchgangsarzt: (Name / Anschrift) Tel.:

Arzt: (Name / Anschrift) Tel.:

Rettungsdienst: (Name / Anschrift) Tel.:

Unfallkrankenhaus: (Name / Anschrift) Tel.:

Giftnotruf: (Name / Anschrift) Tel.:

Notfallausweis

ACHTUNG

Der Inhaber dieses Notfallausweises arbeitet auf einem Gelände, das gefährliche Stoffe beinhaltet. Die bislang als wesentlich angesehenen Gefahrstoffe sind in diesem Ausweis angeführt; weitere sind jedoch ebenfalls möglich. Über Art und Aufkommen der Gefahrstoffe kann der Ansprechpartner (Bauleiter, Betriebsleiter) nähere Auskunft geben. Über den Gesundheitszustand können der Hausarzt oder der ermächtigte Arzt, der die Vorsorgeuntersuchung durchgeführt hat, Auskünfte geben. Bei Kenntnis der Gefahrstoffe kann die im Blatt der Notfallrufnummer genannte Giftnotrufzentrale Hinweise zur Behandlung geben.

NOTFALL-AUSWEIS für Arbeiten in kontaminierten Bereichen		
INHABER	HAUSARZT (Volle Adresse inkl .Tel.)	OFFIZIELLE INFORMATIONSZENTREN FÜR VERGIFTUNGSFÄLLE
Name, Vorname		
Geburtsdatum		
Wohnort, Straße		
Staatsangehörigkeit	GEFAHRSTOFFE	ARBEITSMEDIZINISCHE VORSORGEUNTERSUCHUNG
Betrieb		
Baustelle		
Ansprechpartner/Telefon		

Anlage 7:

- **Merkblatt** über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG
(Fassung vom 15.12.1999, Beschluss der LABO vom Januar 2000)
- Bereichsspezifische Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten - **Fachmodul Boden und Altlasten**
(Fassung vom 12.09.2000, Beschluss der LABO vom 11./12.09.2000)

Merkblatt
über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG

Fassung vom 15. Dezember 1999

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt enthält Voraussetzungen für die Bekanntgabe von Sachverständigen nach § 18 Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG). Sie soll der Vergleichbarkeit der Anforderungen in den Ländern dienen und eine Grundlage für die gegenseitige Anerkennung von Zulassungen durch die zuständigen Landesbehörden bieten.

Dieses Merkblatt

- konkretisiert die an Sachverständige nach § 18 BBodSchG zu stellenden Anforderungen (Nrn. 3 bis 6)
- benennt Anforderungen an die Vorlage der Ergebnisse ihrer Tätigkeit (Nr. 7) und –
- weist auf Verfahrensregelungen der Länder hin.

Der Begriff "Sachverständiger" in diesem Merkblatt bezieht sich ausschließlich auf die Qualifikation und Tätigkeit, er beinhaltet keine geschlechtsspezifische Zuordnung.

2 Rechtliche Grundlagen

Nach **§ 18 Satz 1 BBodSchG** müssen **Sachverständige**, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen sollen, die für diese Aufgabe erforderliche **Sachkunde** und **Zuverlässigkeit** besitzen sowie über die erforderliche **gerätetechnische Ausstattung** verfügen. Zusätzlich zu den im BBodSchG ausdrücklich genannten Anforderungen hat der Sachverständige auch diejenigen Voraussetzungen zu erfüllen, die dem Wesen der Sachverständigentätigkeit innewohnen.

In diesem Sinne gehören:

- erforderliche **Sachkunde**
 - fachspezifische Ausbildung
 - ausreichende praktische Erfahrung und
 - ständige Weiterbildung auf dem Tätigkeitsgebiet
- persönliche **Zuverlässigkeit**
 - Objektivität
 - Unabhängigkeit
 - Unparteilichkeit und
 - Verschwiegenheit

sowie

- die ggf. erforderliche **gerätetechnische Ausstattung**

zu den Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG.

Das BBodSchG ermöglicht den zuständigen Behörden, für bestimmte Aufgaben die Heranziehung von Sachverständigen anzuordnen:

- Nach **§ 9 Abs. 2 Satz 2** kann die zuständige Behörde vom Verpflichteten verlangen, dass die notwendigen Untersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Sachverständigen oder Untersuchungsstellen nach § 18 durchgeführt werden.

- Nach **§ 13 Abs. 2** kann die zuständige Behörde verlangen, dass die Sanierungsuntersuchungen sowie der Sanierungsplan von einem Sachverständigen nach § 18 erstellt werden.
- In **§ 14 Satz 1** werden die Voraussetzungen geregelt, unter denen die zuständige Behörde den Sanierungsplan nach § 13 Abs. 1 durch einen Sachverständigen nach § 18 erstellen oder ergänzen lassen kann.
- Nach **§ 15 Abs. 2 Satz 5** kann die zuständige Behörde vom Verpflichteten verlangen, dass Eigenkontrollmaßnahmen nach § 15 Abs. 2 Satz 1 von einem Sachverständigen nach § 18 durchgeführt werden.

Aus diesen Ermächtigungen ergibt sich keine abschließende Aufzählung der Aufgaben nach dem BBodSchG. So ist es nach § 11 Sache der Länder, die Erfassung der Altlasten und altlastverdächtigen Flächen zu regeln. Nach § 21 können die Länder außerdem für bestimmte schädliche Bodenveränderungen und Verdachtsflächen Regelungen treffen, die den v. g. Regelungen aus dem dritten Teil des BBodSchG entsprechen. Auch für diese und andere Aufgaben nach dem BBodSchG, z.B. die Vorsorgeregulungen zum Auf- und Einbringen von Materialien auf oder in den Boden in § 6, können Anforderungen an Sachverständige festgelegt werden. Die Kompetenz für nähere Regelungen über Sachverständige weist das BBodSchG ausdrücklich den Ländern zu.

Nach **§ 18 Satz 2** sind die Länder ermächtigt

- Einzelheiten der an Sachverständige und Untersuchungsstellen zu stellenden Anforderungen
- Art und Umfang der von ihnen wahrzunehmenden Aufgaben
- die Vorlage der Ergebnisse ihrer Tätigkeit und
- die Bekanntgabe von Sachverständigen

zu regeln.

3 Fachliche Voraussetzungen (Sachkunde)

Die Sachverständigentätigkeit im Bereich Bodenschutz/Altlasten erfordert ein weitgefächertes Spektrum natur- und ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse und Erfahrungen.

Erforderlich ist im besonderen Maße ein fach- und medienübergreifendes Verständnis sowie i.d.R. interdisziplinäres Arbeiten. Angesichts der Breite der Aufgaben und Tätigkeiten kann der "universelle Sachverständige für Bodenschutz/Altlasten" nicht das Leitbild für die Festlegung von Anforderungen sein. Gleichwohl muss jeder Sachverständige grundlegende und fachübergreifende Kenntnisse auf dem Gesamtgebiet Bodenschutz/Altlasten besitzen.

Deshalb werden unter 3.1 allgemeine Anforderungen und unter 3.2 sachgebietspezifische Anforderungen für einzelne Sachgebiete aufgeführt.

Jeder Sachverständige hat die Anforderungen nach Nr. 3.1 und die Anforderungen für mindestens ein Sachgebiet nach den Nrn. 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3, 3.2.5 und 3.2.6 zu erfüllen.

Die erforderliche Sachkunde ist gegeben, wenn der Sachverständige auf einem abgegrenzten Wissensgebiet auf Grund seiner fachspezifischen Ausbildung, beruflichen Bildung und praktischen Erfahrung über besondere Fachkenntnisse verfügt und zur ordnungsgemäßen Erfüllung der ihm im Einzelfall obliegenden Aufgaben geeignet ist.

Sachverständige für Bodenschutz/Altlasten müssen im besonderen Maße befähigt sein:

- Sachlagen, bei denen eine Entscheidung der zuständigen Behörde über Sofortmaßnahmen herbeizuführen ist, zu erkennen und geeignete Maßnahmen vorzuschlagen
- Untersuchungsdefizite und ggf. noch offene Fragen aufzuzeigen
- Vorschläge für das weitere Vorgehen zu entwickeln
- Untersuchungen zu koordinieren und Hilfsleistungen zu veranlassen
- Zu erkennen, ob weitere Sachverständige hinzuzuziehen sind und
- Sachverhalte abschließend zu beurteilen.

Dieses Merkblatt unterscheidet folgende Sachgebiete:

- **Flächenhafte und standortbezogene Erfassung / Historische Erkundung**
- **Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer**
- **Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze /**
- **Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien**
- **Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch**
- **Sanierung**

und

- **Gefahrenermittlung, -beurteilung und -abwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser**

3.1 Allgemeine Anforderungen

Im Einzelnen sind folgende Voraussetzungen zu erfüllen:

3.1.1 Vor- und Fortbildung

Abgeschlossenes Studium an einer Universität oder Fachhochschule der bei den einzelnen Sachgebieten genannten Fachrichtungen oder eine gleichwertige Qualifikation.

- Eine mindestens 5jährige praktische Tätigkeit vorzugsweise im Bereich Bodenschutz/Altlasten oder in Umweltbereichen mit engem Bezug zum Bereich Bodenschutz/Altlasten (z.B. Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Abfallwirtschaft). Davon mindestens 3 Jahre eine Tätigkeit, bei der eigenverantwortliche Entscheidungen zu treffen waren.
- Erfolgreiche Teilnahme an geeigneten Fortbildungsmaßnahmen in den letzten drei Jahren vor der Antragstellung.

3.1.2 Allgemeine fachliche Kenntnisse

- Grundkenntnisse in Geologie, Hydrogeologie und Bodenkunde
- Grundkenntnisse in anorganischer, organischer, physikalischer und technischer Chemie
Kenntnisse geeigneter Methoden der Erfassung, Gefährdungsabschätzung, Sanierung und Überwachung
- Kenntnisse in der Bewertung von Bodenfunktionen in Bezug auf deren Funktionserfüllung oder

Empfindlichkeit gegenüber Einwirkungen

- Grundkenntnisse in Arbeitsschutz und in Gesundheitsschutz
- Grundkenntnisse in Datenanalyse, Statistik und Informationsverarbeitung
- Kenntnisse der grundlegenden fachlichen Regelwerke.

3.1.3 Allgemeine rechtliche Kenntnisse

- Grundkenntnisse der einschlägigen Rechtsvorschriften, insbesondere des BBodSchG, der BBodSchV und der Ausführungsgesetze der Länder.

- Die maßgeblichen Rechtsvorschriften sind dem Anhang zu entnehmen.
- Kenntnisse über Aufbau und Zuständigkeitsregelungen der öffentlichen Verwaltung.

3.2 Sachgebietsspezifische Anforderungen

3.2.1 Sachgebiet Flächenhafte und standortbezogene Erfassung / Historische Erkundung

Fachrichtung

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Geologie, Bodenkunde, Physische Geographie, Geoökologie, Landschaftsökologie oder Geodäsie mit geeigneten Studienschwerpunkten.
- Abgeschlossenes Studium anderer Fachrichtungen der Natur-, Ingenieur- oder Geschichtswissenschaften, wenn der Nachweis einer für das Sachgebiet hinreichenden Ausbildung erbracht wird.

Besondere fachliche Kenntnisse

Der Sachverständige muss in der Lage sein, die für die Erhebungen über altlastverdächtige Flächen (standortbezogen oder flächenhaft) bedeutsamen Verfahren der Archivrecherche und Schriftgutauswertung, der multitemporalen Karten- und Luftbildauswertung, der Zeitzeugenbefragung sowie Geländebegehungen sachgerecht auszuwählen und durchzuführen. Dazu muss er über die erforderliche Geräteausstattung verfügen. Er muss weiterhin die gewonnenen Tatsachen und Erkenntnisse auswerten und so darstellen können, dass eine tragfähige Grundlage für die Entscheidung über weitere Schritte und für deren Planung vorliegt. Hierzu gehören insbesondere Kenntnisse über:

- Recherche und Auswertung von Schriftgut in öffentlichen, privaten (betrieblichen) oder behördlichen Archiven, einschließlich vorhandener Gutachten
 - ♦ Änderungen in der öffentlichen Verwaltung im Zuge von Verwaltungs- und Territorialreformen
 - ♦ Gliederung des Archivwesens und Erschließung der Bestände; rechtliche Beschränkungen der Einsichtnahme; Vorschriften zur Aufbewahrung, Aussonderung und Weitergabe
- Recherche und Auswertung von Karten und Luftbildern
 - ♦ Fundstellen für historisches wie aktuelles Luftbild- und Kartenmaterial
 - ♦ Techniken der multitemporalen Auswertung von Karten und Luftbildern
 - ♦ spezifische Merkmale historischer Luftbilder
 - ♦ Inhalte und Gestaltungsregeln amtlicher Kartenwerke sowie deren Veränderungen
 - ♦ Auswertung thematischer Karten, auch unter Einsatz geografischer Informationssysteme, zur Abgrenzung von Verdachtsflächen, altlastverdächtigen Flächen und Bewertung von Bodenfunktionen
- Befragung von Zeitzeugen; Entwicklung einzelfallbezogener Befragungskonzepte
- Altlasten- und bodenrelevante Herstellungsverfahren, Betriebs- und Arbeitsabläufe
- Ortsbegehungen und Geländeaufnahmen unter Berücksichtigung altlastrelevanter Aspekte
- fachliche Beurteilung der Ergebnisse von Erhebungen / Historischen Erkundungen bezüglich
 - ♦ Art, Lage und Umfang möglicher Kontaminationen
 - ♦ Lage und Veränderungen altlastrelevanter Anlagenteile, Produktionsprozesse und Betriebsabläufe
 - ♦ Ablagerungsorten und -zeiträumen, Art, Menge und Herkunft der abgelagerten Stoffe

- ♦ Kriegseinwirkungen, Havarien, Betriebsstörungen usw. fachliche Beurteilung von Anhaltspunkten für das Vorliegen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlasten
- spezielle fachliche Regelwerke und Arbeitshilfen

Gerätetechnische Ausstattung

Der Sachverständige muss mindestens über folgende gerätetechnische Ausstattung verfügen können:

- Spiegelstereoskop mit Vergrößerungsaufsatz (Fernrohrlupe mit dreifacher oder stärkerer Vergrößerung) zur Betrachtung der Luftbilder als dreidimensionales Geländemodell und zur aufgabenbezogenen Objektidentifikation
- Bildumzeichengerät zur Übertragung der zuvor identifizierten und im Bild markierten altlastverdächtigen Areale in die Basiskarte; das Gerät muss neben dem Ausgleich der Maßstabsunterschiede zwischen Karte und Luftbild eine dem maßstabsgerechten Genauigkeitsgrad der Kartierung adäquate Korrektur der Abbildungsfehler des Luftbildes gewährleisten und
- Stereometer (Stereomikrometer) zur Parallaxenmessung und zur Berechnung von Höhendifferenzen und damit z.B. von Ablagerungsmächtigkeiten.
- DV-Ausstattung mit Eignung zum Einsatz geografischer Informationssysteme

3.2.2 Sachgebiet

Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Gewässer

Fachrichtung

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Geologie, Geoökologie, Chemie oder Bauingenieurwesen mit geeigneten Studienschwerpunkten.
- Abgeschlossenes Studium anderer Fachrichtungen der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften, wenn der Nachweis einer für das Sachgebiet hinreichenden Ausbildung erbracht wird.

Besondere fachliche Kenntnisse

Der Sachverständige muss in der Lage sein, alle Untersuchungen von Gewässergefährdungen und -schäden im Zusammenhang mit Altlasten und flächenhaften Bodenbelastungen zu planen, die Ergebnisse zu beurteilen und die Vergabe und Ausführung der gewerblichen Leistungen fachlich zu begleiten. Hierzu gehören insbesondere folgende Kenntnisse:

- Boden- und Gesteinsarten, Stratigraphie und Tektonik, regionale Geologie, hydraulische Leitfähigkeit von Gesteinen und Gesteinsverbänden
- hydrologische und hydrogeologische Zusammenhänge
- gewässerrelevante Stoffe, einschließlich deren Herkunft und Eintragspfaden in den Boden physikalische und chemische Stoffeigenschaften und Stoffwirkungen, hydrogeochemische und mikrobiologische Vorgänge im Boden und im Gewässer, Schadstoffmobilität
- stoffliche Ausbreitungsvorgänge und Rückhaltevermögen in der gesättigten und ungesättigten Zone
- Sanierungsverfahren für Boden und Grundwasser, einschließlich Mobilitätsverminderung Ortsbegehungen und Geländeaufnahmen
- Bodenkundliche Ansprache von Böden, insbesondere **anthropogen** veränderter Böden
- Planung und Koordinierung von Maßnahmen zur Erfassung und Erkundung der geologischen und hydrogeologischen Randbedingungen; **Hintergrundgehalte** und –konzentrationen

- Probenentnahme, -behandlung und -analytik von Böden, **Bodenmaterialien** und sonstigen Materialien, Oberflächen-, Sicker- und Grundwasser, Bodenluft und Deponiegas einschließlich analytischer Schnellverfahren und Vor-Ort-Bestimmungen
- Ausarbeitung von Untersuchungsprogrammen, Kostenschätzung, Qualitätssicherung
- Ausschreibung und Begleitung von Untersuchungen, z.B. Sondier- und Bohrarbeiten, Bau von Grundwassermessstellen, Pumpversuche, Probennahme und -behandlung, Analytikleistungen
- Einsatz von Modellen zur Simulation der Freisetzung und Ausbreitung von Schadstoffen und deren Einwirkung auf Gewässer
- spezielle fachliche Regelwerke und Arbeitshilfen
- fachliche Beurteilung der Ergebnisse, insbesondere
 - ♦ Aussagefähigkeit von Untersuchungsergebnissen, Übertragbarkeit von Laboruntersuchungen
 - ♦ Feststellung altlastbedingter Verunreinigungen und aktueller Schadensfälle
 - ♦ Verfahren und Methoden zur weiteren Sachverhaltsermittlung und -beurteilung bei Prüfwertüberschreitung
 - ♦ Prognose der Schadstoffausbreitung im Boden, in das Grundwasser und in oberirdische Gewässer
 - ♦ Art, Umfang und Prognose der Ausbreitung von Grundwasserverunreinigungen
 - ♦ abschließende Darstellung des Sachverhalts und Empfehlung weiterer Maßnahmen
 unter Berücksichtigung der einschlägigen Rechtsvorschriften.

3.2.3 Sachgebiet

Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Pflanze / Vorsorge zur Begrenzung von Stoffeinträgen in den Boden und beim Auf- und Einbringen von Materialien

Fachrichtung

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtungen Bodenwissenschaften, Agrarwissenschaften, Gartenbauwissenschaften, Landespflege, Geographie, Ökologie, Geoökologie oder Biologie mit geeigneten Studienschwerpunkten.
- Abgeschlossenes Studium anderer Fachrichtungen der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften, wenn der Nachweis einer für das Teilgebiet hinreichenden Ausbildung erbracht wird.

Besondere fachliche Kenntnisse

Der Sachverständige muss in der Lage sein, alle Untersuchungen und Beurteilungen von Kulturböden und Pflanzen im Zusammenhang mit der Gefährdungsabschätzung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten sowie der Begrenzung von Stoffeinträgen, insbesondere beim Auf- und Einbringen von Materialien auf und in Böden durchzuführen und die Vergabe und Ausführung der gewerblichen Leistungen fachlich zu begleiten. Hierzu gehören insbesondere folgende Kenntnisse:

- Vorkommen, stoff- und bodenspezifisches Verhalten von Schadstoffen in (Kultur-)Böden:
 - ♦ **Hintergrundgehalte** von Schadstoffen in Abhängigkeit von Nutzung und Siedlungsstruktur, bei anorganischen Stoffen zusätzlich differenziert nach Substrat und Ausgangsgestein.
 - ♦ Puffer, Rückhalte- und Freisetzungspotential von Böden bzgl. Schadstoffe.
 - ♦ Sorption/Desorption/Mobilität von Schadstoffen in Böden und Einflussfaktoren.
 - ♦ Zusammenhänge zwischen Gesamtgehalten / mobilisierbaren / mobilen Schadstofffraktionen in Abhängigkeit von Stoffbestand und Eigenschaften der Böden.
 - ♦ Bioverfügbarkeit von Schadstoffen in Böden und Einflussfaktoren (u.a. "räumliche Verfügbarkeit", biochemische und mikrobiologische Besonderheiten in der Rhizosphäre).
 - ♦ Abbau / Metabolisierung organischer Schadstoffe in Böden.

- Schadstoffübergang Boden – Pflanze
 - ♦ Bedeutung verschiedener Kontaminationspfade (Schadstoff-, Pflanzenart-, Pflanzenorgan-, Standort- und Bewirtschaftungs-Einfluss).
 - ♦ Art-, Sorten- und Organspezifität der Schadstoffakkumulation in Pflanzen ("Transferfaktoren").
 - ♦ Phytotoxische Wirkungen (Schadsymptome).
 - ♦ Überlagerung durch den Kontaminationspfad Atmosphäre – Pflanze.
- Durchführung von Geländebegehungen und –aufnahme unter schadstoffspezifischen Fragestellungen, insbesondere auch
 - ♦ Erkennen von signifikanten biologischen Auffälligkeiten (pflanzensoziologische Besonderheiten/Veränderungen, Symptome toxischer Schadstoffkonzentrationen bei Pflanzen etc.).
 - ♦ Deutung der Geländemorphologie und –befunde im Hinblick auf **anthropogene** Einflüsse (Stoffeinträge, Ablagerungen, Auffüllungen, Bodenumlagerungen etc.).
- Technik der Bodenkartierung auf anthropogen überprägten Flächen (z.B. Kartierhilfsmittel, Leitprofile, Kartierschlüssel) in Anlehnung an die Methoden der Stadtbodenkartierung.
- Planung, Ausschreibung, Vergabe und Begleitung von gewerblichen Arbeiten, z.B. Sondier- und Bohrarbeiten, geophysikalische Untersuchungsverfahren, Probennahme und -behandlung, Analytikleistungen, Arbeitssicherheit
- Bodenkundliche Ansprache im Gelände, insbesondere anthropogen veränderter Böden (Horizontierung, Bodenart, Gefügeform-/besonderheiten, Lagerungsdichte, Humusgehalt, Fremdmaterial etc.).
- Gewinnung repräsentativer Boden- und Pflanzenproben unter Berücksichtigung statistischer Erfordernisse (Probennahmestrategie, Messnetzaufbau, Probennahmeverfahren, Probennahmegeräte etc.).
- Fachliche Beurteilung erzielter Ergebnisse im Hinblick auf den Pfad Boden – Pflanze (-Tier) unter Berücksichtigung lebensmittel-/futtermittelrechtlicher Vorgaben bzw. toxikologischer Aspekte.
- Maßnahmen zur Reduzierung bzw. Unterbindung des Schadstofftransfers Boden/Pflanze und deren Effizienz:
 - ♦ Schutz und Beschränkungsmaßnahmen (pH-Regulierung, Pflanzenauswahl, Bewirtschaftungsverfahren, Nutzungsänderung/-beschränkung).
 - ♦ Sicherungsmaßnahmen (Immobilisierungsverfahren, Überdeckung).
 - ♦ Maßnahmen zur Dekontamination
- Spezielle fachliche Regelwerke und Arbeitshilfen.

3.2.4 Sachgebiet

Gefährdungsabschätzung für den Wirkungspfad Boden-Mensch

Sachverständige für die Sachgebiete 3.2.2 oder 3.2.3, die neben Fragen ihres Sachgebietes in dafür geeigneten Fällen auch den Wirkungspfad Boden-Mensch anhand verbindlicher oder amtlich empfohlener Prüf- oder **Maßnahmenwerte** beurteilen wollen, müssen erkennen und begründet darlegen können, welche Fragestellungen der Beurteilung durch einen auf dem Gebiet Altlasten erfahrenen Fachmann mit abgeschlossenem Studium geeigneter Fachrichtung und abgeschlossener Weiterbildung in Hygiene und Umweltmedizin oder Pharmakologie und Toxikologie oder dem öffentlichen Gesundheitswesen bedürfen. Sachverständige nach Satz 1 müssen zusätzlich auf Grund ihrer Aus- und Weiterbildung sowie praktischen Erfahrung über folgende Kenntnisse verfügen:

- Eigenschaften boden- und altlastrelevanter Schadstoffe

- Grundkenntnisse über die Toxikologie boden- und altlastrelevanter Schadstoffe (Aufnahme, Wirkungen, Kombinationswirkungen, toxikologische Endpunkte)
- Kenntnisse über Bioverfügbarkeit, Resorption und Hintergrundbelastung
- Vergleichbarkeit von Natur- und Laborbedingungen
- spezifische Vorgehensweise bei der Ableitung von Prüf- und **Maßnahmenwerten** (Methoden, Grundlagen) unter Beachtung der bodenschutzrechtlichen Vorgaben
- Einzelfallbeurteilung in Bezug zu den Ableitungsmodalitäten von Prüf- und Maßnahmenwerten - Verfahren und Methoden zur weiteren Sachverhaltsermittlung und -beurteilung bei Prüfwert-überschreitung
- Erstellung begründeter Programme zur Probennahme und -behandlung sowie Analytik von Böden, Bodenmaterialien und sonstigen Materialien, Bodenluft, Raumluft und Deponiegas einschließlich analytischer Schnellverfahren und Vor-Ort-Bestimmung
- Planung, Ausschreibung, Vergabe und Begleitung von gewerblichen Arbeiten, z.B. Sondier- und Bohrarbeiten, geophysikalische Untersuchungsverfahren, Probennahme und -behandlung, Analytikleistungen, Arbeitssicherheit
- Bodenkundliche Ansprache von Böden, insbesondere **anthropogen** veränderter Böden
- Probenansprache zur Beschreibung der Beschaffenheit von Böden, Bodenmaterialien und sonstigen Materialien
- Expositionsabschätzung (quantitative Bedeutung der Wirkungspfade, Verhalten boden- und altlasttypischer Stoffe, einzelfallbezogene Expositionsunterschiede)
- Modelle zur Gefährdungsabschätzung (z.B. Expositionsmodelle) unter Berücksichtigung ihrer Anwendbarkeit und Grenzen und
- Nutzungsbezogene Beurteilung von Untersuchungsergebnissen sowie der gegebenen Gefahrenlage und Ableitung von Maßnahmenvorschlägen.

3.2.5 Sachgebiet Sanierung

Fachrichtung

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Bauingenieurwesen, Geologie oder Verfahrenstechnik mit geeigneten Studienschwerpunkten.
- Abgeschlossenes Studium anderer Fachrichtungen der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften, wenn der Nachweis einer für das Sachgebiet hinreichender Ausbildung erbracht wird.

Besondere fachliche Kenntnisse

Der Sachverständige muss in der Lage sein, alle Untersuchungen und Beurteilungen zur Auswahl von Sanierungsmaßnahmen durchzuführen (Sanierungsuntersuchungen), ein Sanierungskonzept und einen Sanierungsplan zu erarbeiten, die Planung und Vergabe von Sanierungsmaßnahmen durchzuführen und die Ausführung fachlich zu begleiten sowie deren Wirksamkeit zu überwachen. Hierzu gehören insbesondere folgende Kenntnisse:

- Probennahme, -behandlung und -analytik von Böden, Bodenmaterialien, Oberflächen-, Sicker- und Grundwasser, Bodenluft und Deponiegas
- Grundlagen und Verfahren des Erd- und Grundbaus, Verfahren zum Bodenaushub und zur Baugrubensicherung

- Eignung, Einsatzgrenzen, Umweltauswirkungen, Art und Menge anfallender Abfälle und Überwachung von Sicherungs- und Dekontaminationsverfahren sowie Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen
- Struktur und Inhalt einer Sanierungsuntersuchung
- -Bestandsaufnahme und Beurteilung vorliegender Untersuchungsergebnisse und Gutachten im Hinblick auf Sanierungsmaßnahmen und die Notwendigkeit von Vor- oder Eignungsversuchen
- Ausarbeitung erforderlicher Untersuchungsprogramme zur Ermittlung geeigneter und verhältnismäßiger Sanierungs- oder sonstiger Maßnahmen
- Erarbeitung von Vorschlägen zur Konkretisierung von Sanierungsstrategien sowie nutzungs- und schutzgutbezogenen Sanierungszielen
- Einfluss von Schadstoff-, Matrix- und Untergrundeigenschaften auf die Eignung von Sanierungsverfahren
- Notwendigkeit begleitender Immissions- und Arbeitsschutzmaßnahmen
- Organisation von Arbeitsabläufen
- Anforderungen an Zwischenlager für kontaminiertes Material
- Möglichkeiten der Verwertung und Beseitigung von Bodenmaterialien und Abfällen
- Durchführung von Kostenschätzungen, Kostenvergleichsrechnungen und Nutzen-Kosten-Untersuchungen/Kostenwirksamkeitsbetrachtungen zur Auswahl von Sanierungsmaßnahmen
- Genehmigungsrechtliche Erfordernisse der Sanierungsverfahren
- Planung, Ausschreibung, Begleitung und Überwachung von gewerblichen Arbeiten einschließlich Abbruch- und Rückbaumaßnahmen mit kontaminierter Bausubstanz
- Untersuchung und Beurteilung von Baumaterialien und Bauteilen im Hinblick auf die Qualitätssicherung bei baulichen Maßnahmen (z.B. Sicherungsmaßnahmen)
- Maßnahmen zur Überwachung der Wirksamkeit von Sanierungsmaßnahmen (Planung, Durchführung und Beurteilung) und
- spezielle fachliche Regelwerke und Arbeitshilfen.

3.2.6 Sachgebiet Gefahrenermittlung, -beurteilung und -abwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser

Fachrichtung

- Abgeschlossenes Studium der Fachrichtung Bodenwissenschaften, Agrarwissenschaften, Geologie, Geoökologie, Geographie mit geeigneten Studienschwerpunkten
- Abgeschlossenes Studium anderer Fachrichtungen der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften, wenn der Nachweis einer für das Sachgebiet hinreichenden Ausbildung erbracht wird.

Besondere fachliche Kenntnisse

Der Sachverständige muss in der Lage sein, alle Untersuchungen von Böden im Zusammenhang mit der Gefährdungsabschätzung von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser durchzuführen, Maßnahmen zur Begrenzung der Bodenerosion durch Wasser zu planen und die Ergebnisse solcher Untersuchungen und Planungen zu beurteilen sowie die Vergabe von gewerblichen Leistungen fachlich zu begleiten. Hierzu gehören insbesondere folgende Kenntnisse:

- Erkennen, Erfassen und Beurteilen aktueller Erosionsformen im Gelände
- Ermittlung und Abgrenzung von Erosionsflächen
- Bodenansprache im Gelände (insbesondere Horizontierung, Bodenart, Bodengefüge, Humusgehalt)
- Gewinnung repräsentativer Bodenproben
- Bodenphysikalische Untersuchungsmethoden
- Erosionsbestimmende Faktoren (Bodeneigenschaften, Niederschlag, Relief, Bodenbedeckung)
- Nutzungs- und bewirtschaftungsbedingte Einflüsse auf die Erosion
- Simulations- und Prognosemodelle zur Beschreibung der Erosion
- Beurteilung von offsite-Schäden
- Maßnahmen zu Erosionsminderung
- Schutz und Beschränkungsmaßnahmen (Bewirtschaftungsmaßnahmen, Nutzungsänderung / -beschränkung etc.)
- Maßnahmen zur Beseitigung von Erosionsschäden
- Sicherungsmaßnahmen
- Spezielle fachliche Regelwerke und Arbeitshilfen

4 Persönliche Anforderungen

Die nachstehenden persönlichen Anforderungen sind vom Sachverständigen zu erfüllen:

Der Sachverständige ist zur Wahrung der erforderlichen persönlichen Zuverlässigkeit, Unabhängigkeit, Unparteilichkeit, Objektivität und Verschwiegenheit verpflichtet.

Im Einzelnen:

- Die erforderliche **Zuverlässigkeit** betrifft den Sachverständigen als natürliche Person (persönliche Zuverlässigkeit) und ist gegeben, wenn der Sachverständige auf Grund seiner persönlichen Eigenschaften, seines Verhaltens und seiner Fähigkeiten zur Erfüllung der ihm obliegenden Aufgaben geeignet ist. Dazu gehört auch, dass er ausschließlich zuverlässige Hilfskräfte einsetzt. Das gilt auch, soweit ein Sachverständiger Mitglied von Organen oder Angestellter einer juristischen Person ist. Auch dann trägt der Sachverständige für seine Tätigkeit die Verantwortung.
- Für die erforderliche Zuverlässigkeit bietet in der Regel derjenige keine Gewähr, der z.B.
 - ♦ vorsätzlich falsche Angaben über die eigene Sachkunde und andere Zulassungsvoraussetzungen macht
 - ♦ vorsätzlich unwahre Angaben über die bei Referenzprojekten durchgeführten Leistungen vorlegt oder

- ♦ wegen Verletzungen der Vorschriften des Strafrechts, des Umweltschutzrechts, des Gewerbe- oder Arbeitsschutzrechts, mit einer Strafe oder Geldbuße in Höhe von mehr als 1.000 Deutsche Mark belegt worden ist.
- Bei der Erbringung von Leistungen darf der Sachverständige keiner Einflussnahme ausgesetzt sein, die geeignet ist, seine tatsächlichen Feststellungen, Bewertungen und Schlussfolgerungen so zu beeinträchtigen, dass die erforderliche Objektivität und Glaubwürdigkeit seiner Aussagen nicht mehr gewährleistet sind (Unabhängigkeit).
- Steht ein Sachverständiger in einem Abhängigkeitsverhältnis zu einer anderen Person (Mitglied des Organs einer juristischen Person oder Angestellter einer anderen Person), muss sichergestellt sein, dass ihm keine Weisungen erteilt werden können, die seine tatsächlichen Ermittlungen, seine Bewertungen oder Schlussfolgerungen, vor allem das Ergebnis seiner Sachverständigentätigkeit, verfälschen können.
- Organisatorische, wirtschaftliche, kapital- oder personalmäßige Verflechtungen mit Dritten, die im Einzelfall Zweifel an der Unabhängigkeit wecken können, sind dem Auftraggeber anzuzeigen.
- Der Sachverständige ist mit seiner Beauftragung dem Gebot der Unparteilichkeit unterworfen. Das Gutachten muss unparteiisch und nach bestem Wissen und Gewissen erstellt werden. Es dürfen keine Weisungen entgegen genommen werden, die das Ergebnis des Gutachtens und die hierfür maßgebenden Feststellungen verfälschen können.
- Der Sachverständige muss die im Zusammenhang mit seiner Tätigkeit bekannt gewordenen Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse vor unbefugtem Zugriff schützen. Ebenso ist das Personal eines Sachverständigen entsprechend zur Geheimhaltung zu verpflichten (Verschwiegenheit).

5 Hilfskräfte

Soweit die Tätigkeit des Sachverständigen den Einsatz von Hilfskräften im Sinne des Sachverständigenwesens erfordert, muss dieses zuverlässig und fachkundig zur Wahrnehmung der ihm zu überlassenden Aufgaben sein.

Der Sachverständige darf Hilfskräfte nur zur Vorbereitung des Gutachtens einschalten und sie dabei nur insoweit mit Teilarbeiten beschäftigen, als er ihre Mitarbeit ordnungsgemäß überwachen kann. Durch die Einschaltung von Hilfskräften darf der Charakter einer persönlichen Leistung des Sachverständigen nicht verloren gehen.

6 Wahrnehmung von Untersuchungsaufgaben

§ 18 BBodSchG unterscheidet Sachverständige und Untersuchungsstellen.

Will ein Sachverständiger zusätzlich zu seiner Sachverständigentätigkeit auch Aufgaben einer Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG wahrnehmen, hat er insoweit den Nachweis der dafür erforderlichen Sachkunde, Zuverlässigkeit und gerätetechnischen Ausstattung zu erbringen. Dabei sind insbesondere die entsprechenden Anforderungen an die Leitung einer Untersuchungsstelle in Regelungen der Länder für die Zulassung und Bekanntgabe von Untersuchungsstellen nach § 18 BBodSchG zu erfüllen.

Auf Antrag eines zugelassenen Sachverständigen nach § 18 BBodSchG kann die Notifizierung als Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG auf die Probennahme beschränkt werden.

7 Dokumentation, Präsentation

Nach § 18 Satz 2 können die Länder Anforderungen an die Vorlage der Ergebnisse der Tätigkeiten von Sachverständigen regeln. Die Ergebnisse werden in der Regel in einem Gutachten oder einem Bericht niedergelegt. Der Sachverständige muss in der Lage sein, je nach seinem Fachgebiet die Ergebnisse mündlich und schriftlich verständlich, nachvollziehbar, nachprüfbar und übersichtlich gegenüber dem Auftraggeber und Dritten darzustellen.

8 Zulassungsverfahren, Bekanntgabe

Das Zulassungsverfahren und die Bekanntgabe regeln die Länder.

Anhang

- Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)
- Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)
- Landesbodenschutzgesetze und zugehörige Rechtsvorschriften
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG)
- Landesabfallgesetze

einschlägige Bestimmungen:

- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)
- Landeswassergesetze und zugehörige Rechtsvorschriften
- Baugesetzbuch (BauGB)
- Bundesberggesetz (BBergG)
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)
- Grundwasserverordnung
- Umweltstrafrecht
- Unfallverhütungsvorschriften (insbesondere ZH 1/183)
- Vertragsrecht (BGB, VOB, VOL, VOF, HOAI)

Fachmodul Boden und Altlasten

Bereichsspezifische Anforderungen an die Kompetenz von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten

Entwurf

1 Vorbemerkungen

Das Bundes-Bodenschutzgesetz fordert im §18, dass Untersuchungsstellen, die Aufgaben nach diesem Gesetz wahrnehmen, die für diese Aufgabe erforderliche Sachkunde und Zuverlässigkeit besitzen sowie über die erforderliche gerätetechnische Ausstattung verfügen müssen.

Derartige Untersuchungsstellen müssen vor einer Notifizierung ihre Kompetenz nachgewiesen haben. Dies bedeutet, dass die im Folgenden ausgeführten Anforderungen an die Sachkunde, Zuverlässigkeit und die gerätetechnische Ausstattung erfüllt sein müssen.

Die Kompetenzüberprüfung für alle Untersuchungsbereiche kann im Rahmen eines Akkreditierungsverfahrens durch evaluierte Akkreditierungssysteme oder im Rahmen eines Notifizierungsverfahrens durch die vom Land benannte Stelle erfolgen.

Legt eine Untersuchungsstelle eine Akkreditierung unter Einbeziehung dieses fachlichen Moduls vor, so ist diese auf Antrag für die Notifizierung zu berücksichtigen, soweit diese gültig, vollständig und für die Untersuchungsaufgabe anwendbar ist.

2 Untersuchungsbereiche

Ausgehend von der Vielzahl der Untersuchungsverfahren von Boden, Bodenmaterialien und sonstigen Materialien und betroffenen Matrices bei der Untersuchung auf schädliche Bodenveränderungen oder Altlasten sowie der damit verbundenen unterschiedlichen Geräteausstattung werden die folgenden Untersuchungsbereiche unterschieden (Anhang 1):

- Untersuchungsbereich 1: Feststoffe, anorganische Parameter
- Untersuchungsbereich 2: Feststoffe, organische Parameter
- Untersuchungsbereich 3: Feststoffe, Dioxine und Furane
- Untersuchungsbereich 4: Grund-, Sicker-, Oberflächenwasser
- Untersuchungsbereich 5: Bodenluft und Deponiegas
- Untersuchungsbereich 6: Trockene und nasse Deposition
- Untersuchungsbereich 7: Waldbodenuntersuchungen
- Untersuchungsbereich 8: Untersuchungen zur Beurteilung der terrestrischen Ökotoxizität von Schadstoffen

Die Probennahme einschließlich der Vor-Ort Bestimmungen bildet keinen eigenständigen Untersuchungsbereich, sondern ist entweder an die Untersuchungsbereiche 1 - 8 oder an die Notifizierung eines Sachverständigen¹ nach §18 BBodSchG, der Aufgaben als Untersuchungsstelle wahrnimmt, gebunden.

Auf Antrag eines zugelassenen Sachverständigen nach § 18 BBodSchG kann die Notifizierung als Untersuchungsstelle nach § 18 BBodSchG auf die Probennahme beschränkt werden.

Die Notifizierung der Untersuchungsstelle kann ausnahmsweise auch ohne die Probenahme und Vor-Ort-Bestimmungen erfolgen. Diese Tatsache ist in der Veröffentlichung der Notifizierung bekannt zu geben und auf dem Deckblatt der Notifizierungsurkunde deutlich herauszustellen.

¹ Siehe Nr. 6 „Wahrnehmung von Untersuchungsaufgaben“ des Merkblattes über die Anforderungen an Sachverständige nach § 18 BBodSchG vom 15.12.1999

3 Kompetenzfeststellung und -nachweis

Die von der zuständigen Behörde notifizierte(n) Untersuchungsstellen müssen bei der Durchführung der Untersuchung die personellen und materiellen Anforderungen nach DIN EN ISO 17025 und zusätzlich die im weiteren aufgeführten Spezifikationen (Nr. 4 bis Nr. 9) zur Analytischen Qualitätssicherung (AQS) erfüllen.

4 Anforderungen an das Personal

Die Untersuchungsstelle muss von einer Person hauptberuflich und verantwortlich geleitet werden, die folgende Qualifikation besitzt:

Der Leiter einer Untersuchungsstelle muss

- a) für die Untersuchungsbereiche 1 bis 8 und in Verbindung damit für die Probenahme oder für die Probennahme in Verbindung mit einer amtlichen Zulassung als Sachverständiger nach § 18 BBodSchG ein abgeschlossenes Hochschulstudium (Universität, Gesamthochschule, Fachhochschule) der Naturwissenschaften oder Ingenieurwissenschaften mit geeigneten Studienschwerpunkten oder eine gleichwertige Qualifikation,

und

- b) eine mindestens dreijährige hauptberufliche Praxis auf dem Gebiet der entsprechenden Untersuchungsbereiche 1 bis 8 oder eine mindestens dreijährige Praxis auf dem Gebiet der Probennahme nach Nr. 5,

und

- c) Kenntnisse der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sowie Normen,

und

- d) besondere Kenntnisse über Umstände der Probennahme nach Nr. 5 und Analytik (Untersuchungsbereiche 1 - 8), die bei der Beurteilung von Untersuchungsergebnissen zu berücksichtigen und zusammen mit den Messergebnissen anzugeben sind,

nachweisen.

Für die Leitung einer Untersuchungsstelle muss eine qualifizierte Vertretung vorhanden sein. Die Leitung der Untersuchungsstelle oder deren Vertretung muss ganzzeitig und hauptberuflich wahrgenommen werden.

Zur Durchführung der Laboranalysen ist entsprechend ausgebildetes Personal der Fachrichtungen Chemie in ausreichender Zahl einzusetzen. Für die Probennahme vor Ort sind Personen zu beschäftigen, für die auf Grund entsprechender Aus- bzw. Fortbildung und ausreichender Berufserfahrung Kompetenz bei der Probennahme dokumentiert werden kann.

Es muss sichergestellt sein, dass Schulungen für das gesamte Personal regelmäßig und aktuell durchgeführt werden. Hierüber sind entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

5 Probennahme

Der Anhang 1 (Untersuchungsbereiche 1 – 8) enthält den Mindestumfang an Probennahmeverfahren und die zu beachtenden Probennahmenvorschriften. Dabei sind Probennahme, Probenaufbereitung und Analysen sowie Plausibilitätskontrolle und Dokumentation auf die Anforderungen im Einzelfall abzustimmen. Soweit auf Antrag eines Sachverständigen nach § 18 BBodSchG die Notifizierung als Untersuchungsstelle auf die Probennahme beschränkt wird, kann dies für die Probennahme der einzelnen Untersuchungsbereiche getrennt erfolgen.

6 Nachweis von Kenntnissen für die Untersuchungsbereiche

Je nach beantragtem Untersuchungsbereich sind alle im jeweiligen Teil des Anhangs 1 (Untersuchungsbereiche 1 – 8) aufgeführten Untersuchungsparameter nach den angegebenen Untersuchungsverfahren von der Untersuchungsstelle nachweislich zu beherrschen und routinemäßig anzuwenden. Ausnahmen von dieser Regelung können im Einzelfall ausschließlich auf Grund landesrechtlicher Vorgaben von der notifizierenden Stelle erteilt werden. Bei der Angabe von mehreren Untersuchungsverfahren ist das Vorhalten mindestens einer Methode nachzuweisen.

Die Notifizierungsbehörde kann andere Untersuchungsverfahren akzeptieren, deren Gleichwertigkeit nach DIN 38405 Teil 71 nachgewiesen wurde.

Kenntnisse der einschlägigen Rechts- und Verwaltungsvorschriften sind nachzuweisen.

7 Anforderungen an die gerätetechnische Ausstattung und die Infrastruktur

Die gerätetechnische Ausstattung muss den Erfordernissen des einzelnen Untersuchungsbereichs entsprechen. Die Mindestausstattung, insbesondere auch für die Probennahme, ergibt sich aus dem Anhang 2 und aus den Zusammenstellungen der Untersuchungsverfahren. Alle Einrichtungen sind ordnungsgemäß zu warten, hierüber sind entsprechende Aufzeichnungen zu führen.

Die örtliche Lage, die baulichen, räumlichen Voraussetzungen sowie die haustechnische und labormäßige Ausstattung der Untersuchungsstelle müssen eine gesicherte und störungsfreie Untersuchung gewährleisten.

8 Interne Qualitätssicherung

Die interne Qualitätssicherung in der Untersuchungsstelle ist integraler Bestandteil der gesamten Untersuchungsverfahren und soll regelmäßig (z.B. arbeitstäglich) durchgeführt werden. Alle angewandten Maßnahmen dienen der Erkennung, Beseitigung und Vermeidung von Fehlern.

Alle Qualitätssicherungsschritte sind in einem Qualitätssicherungsprogramm festzulegen, das die gesamte Untersuchung umfassen muss. Je nach Art der Matrixzusammensetzung müssen dabei spezifische Qualitätssicherungsmaßnahmen entwickelt werden. Die Untersuchungsergebnisse (incl. Rohdaten) sind zu dokumentieren und wie die Aufzeichnungen der AQS-Maßnahmen mindestens fünf Jahre aufzubewahren.

Die Leitung der Untersuchungsstelle benennt einen oder mehrere Mitarbeiter, die für die Qualitätssicherung verantwortlich sind.

Bei der Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung sind die AQS-Merkblätter der LAWA² zur Qualitätssicherung zu beachten. Bei anderen Untersuchungen sind die inhaltlichen Anforderungen soweit möglich entsprechend anzuwenden.

² AQS-Merkblätter für die Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung herausgegeben von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Erich Schmidt Verlag GmbH & Co., Berlin 1991

Diese Merkblätter enthalten u. a. detaillierte Angaben zur

- Auswahl der Qualitätssicherungsmaßnahmen,
- vorbereitenden Qualitätssicherung,
- Auswertung und Dokumentation sowie
- Arbeitsvorschriften und -anweisungen.

9 Externe Qualitätssicherung

Der externen Qualitätssicherung dienen vor allem Ringversuche und die Laborüberprüfung sowie die Überprüfung der Probennahme und der Vor-Ort-Untersuchung.

Die notifizierten Untersuchungsstellen sind verpflichtet, an den von der Notifizierungsbehörde festgesetzten Ringversuchen teilzunehmen. Die Verpflichtung besteht nur für die Parameter, für die eine Notifizierung ausgesprochen wurde.

Laborüberprüfung sowie die Überprüfung der Probennahme werden nach Maßgabe des Merkblattes³ durchgeführt.

10 Durchführung des Untersuchungsauftrags

Die Untersuchungsstelle hat die Untersuchung nach den beauftragten Verfahren selbst durchzuführen. Untervergabe kann in Ausnahmefällen nur an eine ebenfalls für diese Aufgaben notifizierte Stelle erfolgen, die im jeweiligen Untersuchungsbericht genannt sein muss. Untersuchungsergebnisse aus Unterauftragsvergaben sind kenntlich zu machen.

³ Merkblatt für die Notifizierung von Untersuchungsstellen im Bereich Boden und Altlasten vom 12. September 2000

Anhang 1

Mindestumfang

Probennahme, Untersuchungsparameter und Methoden
für die Zulassung von Untersuchungsstellen

Untersuchungsbereich 1: Feststoffe, anorganische Parameter

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Probennahme		
Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten	Handbohrungen	DIN 19761 Blatt 1; 1964
	Rammkernsondierung	EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6; 02.96 DIN 4021, 10.90
	Proben in ungestörter Lagerung	EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3; 02.96 DIN 19672, Teil 1; 1968
Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	-	EDIN ISO 10381-4; 02.96 Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, VDLUFA-Methodenhandbuch Band1
Arbeitssicherheit bei der Probennahme		EDIN ISO 10381-3; 02.96 ZH 1/183; 1997
Vor-Ort		
Korngrößenverteilung	Fingerprobe im Gelände *	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996 DIN 19682-2: 04.97
Labor		
Probenvorbehandlung, Probenvorbereitung		DIN ISO 11464; 12.96
Trockenmasse	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 11465; 12.96
Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung	luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 10694; 08.96
pH-Wert (CaCl ₂)	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c(CaCl ₂): 0,01 mol/l	DIN ISO 10390; 05.97
Korngrößenverteilung	1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse	EDIN ISO 11277; 06.94 DIN 19683-2; 04.97
	2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode	DIN 18123; 11.96 EDIN ISO 11277; 06.94

* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Rohdichte	Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen	EDIN ISO 11272; 01.94 DIN 19683-12; 04.73
Königswasserextrakt	aus aufgemahlten Proben (Korngröße < 150 µm)	DIN ISO 11466; 06.97
Ammoniumnitratextrakt		DIN 19730; 06.97
Arsen (As)	Extraktion mit Königswasser	ICP – AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP – MS DIN 38406-29 ; 05.99 ET – AAS in Analogie zu EDIN ISO 11047; 06.95 Hydrid AAS DIN EN ISO 11969; 11.96
Cadmium (Cd)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP – AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP – MS DIN 38406-29 ; 05.99
Chrom (gesamt)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP – AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP – MS DIN 38406-29 ; 05.99
Chrom (VI)	Extraktion mit phosphat-gepufferter Aluminium-sulfatlösung	Spektralfotometrie DIN 19737; 01.99
Kupfer (Cu)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP – AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP – MS DIN 38406-29; 05.99
Nickel (Ni)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP – AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP – MS DIN 38406-29; 05.99

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Blei (Pb)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP - AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99
Thallium (Tl)	AAS ICP-AES (ICP-MS möglich)	E DIN ISO 11047; 06.95 DIN EN ISO 11885; 04.98
Quecksilber (Hg)	AAS – Kaltdampftechnik Extraktion mit Königswasser Trocknungstemperatur darf 40 ⁰ C nicht überschreiten	DIN EN 1483; 08.97 Reduktion mit Sn(II)-chlorid oder NaBH ₄
Zink (Zn)	Extraktion mit Königswasser	AAS EDIN ISO 11047; 06.95 ICP - AES DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99
Cyanide		EDIN ISO 11262; 06.94

Untersuchungsbereich 2: Feststoffe, organische Parameter

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Probennahme		
Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten	Handbohrungen	DIN 19761 Blatt 1; 1964
	Rammkernsondierung	EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6; 02.96 DIN 4021, 10.90
	Proben in ungestörter Lagerung	EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3; 02.96 DIN 19672, Teil 1; 1968
Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	-	EDIN ISO 10381-4; 02.96 Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, VDLUFA-Methodenhandbuch Band1
Arbeitssicherheit bei der Probennahme		EDIN ISO 10381-3; 02.96 ZH 1/183: 1997
Vor-Ort		
Korngrößenverteilung	Fingerprobe im Gelände *	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, EDIN 19582-2; 05.95
Labor		
Pobenbehandlung, Probenvorbereitung		E DIN ISO 14507; 02.96
Trockenmasse	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben (parallel)	DIN ISO 11465; 12.96
Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung	luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 10894; 08.96
pH-Wert (CaCl ₂)	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c (CaCl ₂): 0,01 mol/l	DIN ISO 10390; 05.97
Korngrößenverteilung	1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse	EDIN ISO 11277; 06.94 DIN 19683-2; 04.97
	2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode	DIN 18123; 11.96 EDIN ISO 11277; 06.94

* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Rohdichte	Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen	EDIN ISO 11272; 01.94 DIN 19683; 04.73
Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) 16 PAK (EPA) Benzo(a)pyren <i>Hinweis: Acenaphthylen kann nicht mittels Fluoreszenzdetektor bestimmt werden</i>	1) Soxhlet-Extraktion mit Aceton/Toluol oder Aceton/Cyclohexan, chromatographisches Clean-up 2) Extraktion mit Tetrahydrofuran oder Acetonitril 3) Extraktion mit Aceton, Zugabe von Petrolether, Entfernung des Acetons, chromatographische Reinigung des Petroletherextrakts, Aufnahme in Acetonitril 4) Extraktion mit einem Wasser/Aceton/Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl	GC - MS Merkblatt Nr.1 des LUA NRW, 1994 HPLC-UV/DAD/F* Merkblatt Nr. 1 des LUA - NRW, 1994* HPLC - UV/F EDIN ISO 13877, 06.95 GC - MS, HPLC - UV/DAD/F VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.3.1 Handbuch Altlasten Bd. 7, LfU Hessen
Hexachlorbenzol	Extraktion mit Aceton/Cyclohexan-Gemisch oder Aceton/Petrolether, ggf. chromatographische Reinigung nach Entfernen des Acetons	GC - ECD, GC - MS EDIN ISO 10382; 02.98
Pentachlorphenol	Soxhlet-Extraktion mit Heptan oder Aceton/Heptan (50:50); Derivatisierung mit Essigsäureanhydrid	GC - ECD, GC - MS EDIN ISO 14154; 10.97
Aldrin, DDT, HCH-Gemisch	1) Extraktion mit Petrolether oder Aceton/Petrolether-Gemisch, chromatographische Reinigung 2) Extraktion mit Wasser/Aceton/Petrolether-Gemisch	GC - ECD, GC - MS EDIN ISO 10382; 02.98 GC - ECD, GC - MS VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.2

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
PCB	<ol style="list-style-type: none"> 1. Extraktion mit Heptan oder Aceton/Petrolether, chromatographische Reinigung 2. Soxhlet-Extraktion mit Heptan, Hexan oder Pentan, chromatographische Reinigung an Ag-NO₃/ Kieselgelsäule 3. Extraktion mit einem Wasser/Aceton/ Petrolether-Gemisch in Gegenwart von NaCl 	<p>E DIN ISO 10382: 02.98</p> <p>DIN 38414-20: 01.96</p> <p>VDLUFA-Methodenbuch, Band VII, 3.3.2</p>

Untersuchungsbereich 3: Feststoffe, Dioxine und Furane

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Probennahme		
Probennahme bei der Untersuchung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten	Handbohrungen	DIN 19761 Blatt 1; 1964
	Rammkernsondierung	EDIN ISO 10381-2 Abschn. 8.5.6; 02.96 DIN 4021; 10.90
	Proben in ungestörter Lagerung	EDIN ISO 10381-2 Abschn.8.3; 02.96 DIN 19672, Teil 1; 1968
Probennahme bei der Untersuchung von natürlichen, naturnahen und Kulturstandorten	-	EDIN ISO 10381-4; 02.96 Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, VDLUFA-Methodenhandbuch Band1
Arbeitssicherheit bei der Probennahme		EDIN ISO 10381-3; 02.96 ZH 1/183; 1997
Vor-Ort		
Korngrößenverteilung	Fingerprobe im Gelände *	Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage, 1994, Nachdruck 1996, EDIN 19582-2; 05.95
Labor		
Pobenbehandlung, Probenvorbereitung		E DIN ISO 14507; 02.96
Trockenmasse	feldfrische oder luftgetrocknete Boden-proben (parallel)	DIN ISO 11465; 12.96
Organischer Kohlenstoff und Gesamtkohlenstoff nach trockener Verbrennung	luftgetrocknete Bodenproben	DIN ISO 10894; 08.96
pH-Wert (CaCl ₂)	feldfrische oder luftgetrocknete Bodenproben, c(CaCl ₂): 0,01 mol/l	DIN ISO 10390; 05.97
Korngrößenverteilung	1) Siebung, Dispergierung, Pipett-Analyse 2) Siebung, Dispergierung, Aräometermethode	EDIN ISO 11277; 06.94 DIN 19683-2; 04.97 DIN 18123; 11.96 EDIN ISO 11277; 06.94
Rohdichte	Trocknung einer volumengerecht entnommenen Bodenprobe bei 105 °C, rückwiegen	EDIN ISO 11272; 01.94 DIN 19683; 04.73

* Auf kontaminierten Flächen mit Rücksicht auf die Arbeitssicherheit nicht einsetzbar.

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Polychlorierte Dibenzodioxine und Dibenzofurane	Gefriergetrocknete Proben, Soxhlet-Extraktion mit Toluol der feldfrischen Probe, interner Standard, chromatographische Reinigung	GC- MS nach Klärschlammverordnung unter Beachtung DIN 38414- 24;04.98 VDI-Richtlinie 3499, Blatt1: 03.90 GC - MS mit internem Standard

Untersuchungsbereich 4: Grund-, Sicker-, Oberflächenwasser

Untersuchungsparameter	Methode
Probennahme	
Probennahme von Grundwasser	DIN EN ISO 25667, Teil 2; DIN 38402-13; 1985 Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA): Grundwasserrichtlinie, Teil 3; 03.93 AQS-Merkblatt P 8/2; 01.96 Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau (DVWK): DVWK-Regeln 128/92 DVWK-Merkblatt 245/1997
Probennahme von Sickerwasser	z. Z. kein genormtes Verfahren verfügbar
Probennahme von Oberflächengewässer (Fließgewässer)	DIN 38402-15; 07.86 AQS-Merkblatt P 8/3; 05.98
Probennahme von Oberflächenwasser (stehende Gewässer)	DIN 38402-12; 06.85
Vor-Ort	
Temperatur	DIN 38404-4; 12.76
pH-Wert	DIN 38404-5; 01.84
Sauerstoffgehalt	DIN EN 25814; 11.92
elektrische Leitfähigkeit	DIN EN 27888; 11.93
Labor	
Elutionsverfahren 1 (Bodensättigungsextrakt)	Nach Vorgaben der BBodSchV (Anhang 1, 3.1.2)
Elutionsverfahren 2 (modifiziertes S4-Verfahren)	DIN 38414-4; 10.84 unter Berücksichtigung der Verfahrenshinweise der BBodSchV (Anhang 1, 3.1.2)
Elutionsverfahren 3 (Säulen- oder Lysimeterversuch)	z. Z. kein genormtes Verfahren verfügbar; Möglichkeiten zur Durchführung von Säulen- oder Lysimeterversuchen nach dem neuesten Stand der Analytik sind nachzuweisen
Antimon (Sb)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 Hydrid - AAS EDIN 38405-32; 11.96
Arsen (As)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 Hydrid - AAS DIN EN ISO 11969; 11.96
Blei (Pb)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS EDIN 38406-6; 06.97
Cadmium (Cd)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN EN ISO 5961; 05.95

Untersuchungsparameter	Methode
Chrom (Cr), gesamt	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN EN 1233; 08.96
Chrom (Cr VI)	Spektralfotometrie DIN 38405-24; 05.87 Ionenchromatographie DIN EN ISO 10304-3; 11.97
Cobalt (Co)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 AAS DIN 38406-24; 03.93
Kupfer (Cu)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN 38406-7; 09.91
Molybdän (Mo)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99
Nickel (Ni)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN 38406-11; 09.91
Quecksilber (Hg)	AAS - Kaltdampftechnik DIN EN 1483; 08.97
Selen (Se)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN 38405-23; 10.94
Zink (Zn)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99 AAS DIN 38406-8; 10.80
Zinn (Sn)	ICP - AES auf der Grundlage DIN EN ISO 11885; 04.98 ICP - MS DIN 38406-29; 05.99
Cyanid, gesamt	Spektralfotometrie DIN 38405-13; 02.81 EDIN EN ISO 14403; 05.98
Cyanid (CN ⁻), leicht freisetzbar	Spektralfotometrie DIN 38405-13; 02.81
Fluorid (F ⁻)	Fluoridsensitive Elektrode DIN 38405-4; 07.85 Ionenchromatographie DIN EN ISO 10304-1; 04.95
BTEX	GC - FID DIN 38407-9; 05.91 (Matrixbelastung beachten)
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	GC - ECD DIN EN ISO 10301; 08.97
Aldrin	GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93
DDT	GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93
Phenole	GC - ECD ISO DIS 8165-2; 01.97
Chlorphenole	GC - ECD, GC - MS EDIN EN 12673; 02.97
Chlorbenzole	GC - ECD, GC - MS möglich DIN 38407-2; 02.93
Polychlorierte Biphenyle (PCB): 6 PCB-Kongenere (Nr. 28, 52, 101, 138, 163, 180 nach Ballschmiter)	GC - ECD, GC - MS DIN 38407-2; 02.93 EDIN 38407-3; 10.95
16 PAK (EPA)	HPLC - F DIN 38407-18; 05.99
Naphthalin	GC - FID, GC - MS DIN 38407-9; 05.91
Mineralölkohlenwasserstoffe	Extraktion mit Petrolether; Gaschromatographische Bestimmung nach ISO/TR 11064; 06.94

Untersuchungsbereich 5: Bodenluft, Deponiegas

Untersuchungsparameter	Methode
Probennahme	
Probennahme von Bodenluft	Verein deutscher Ingenieure (VDI) VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2, Abschn. 4.4.3 VDI-Richtlinie 3865 Blatt 2, Abschn. 4.4.4 VDI-Richtlinie 3865 Blatt2, Abschn. 4.4.5
Vor - Ort	
Kohlendioxid (CO ₂)	direktanzeigendes Messgerät
Methan (CH ₄)	direktanzeigendes Messgerät
Schwefelwasserstoff (H ₂ S)	direktanzeigendes Messgerät
Sauerstoff (O ₂)	direktanzeigendes Messgerät
Summenparameter Spurengase	direktanzeigendes Messgerät
Labor	
BTEX	VDI-Richtlinie 3865 Blatt 3, Abschn. 3.2
Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (LHKW)	VDI-Richtlinie 3865 Blatt 3, Abschn. 3.2

Untersuchungsbereich 6: Trockene und nasse Deposition

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Probennahme		
partikelförmige Niederschläge	Bergerhoff-Gerät (Standardverfahren)	VDI 2119, Blatt 2; 09.96
Probennahme von Regenwasser	Sammelgerät ARS 721	VDI 3870, Blatt 10; 12.96
Labor		
Staubniederschläge		
Be, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn		VDI 2267, Blatt 5; 12.96
Thallium		VDI 2267, Blatt 7; 11.88
Blei und Cadmium		VDI 2267, Blatt 4; 03.87
Regenwasser		
pH-Wert	für ionenarme Wässer	VDI 3870, Blatt 10; 12.96 DIN 38404-C5; 01.84
Chlorid, Nitrat, Sulfat		VDI 3870, Blatt 11; 12.96 DIN EN ISO 10304-1; 04.95
Chlorid	titrimetrisch	DIN 38405-D1; 12.85
Nitrat	fotometrisch	DIN 38405-D9; 05.79
freie Azidität	Gran-Verfahren	VDI 3870, Blatt 13; 12.96
Alkalinität	titrimetrisch oder potenziometrisch nach dem Gran-Verfahren bzw. mittels Zweipunkt- Titration (pH 4,5 / pH 4,5)	DIN EN ISO 9963-1; 02.96
elektrische Leitfähigkeit		DIN EN 27888; 11.93
TOC		DIN 38409-H3-1; 06.83
N _{gesamt}		VDIN EN 12260; 06.96
PO ₄ - P	fotometrisches Molybdänblau-Verfahren	DIN EN 1189; 12.96
	Ionenchromatografie	DIN EN ISO 10304-1; 04.95
NH ₄		DIN 38406-E5-1; 10.83 DIN 38406-E23-1; 12.93
Na, K		DIN 38406-E13 DIN 38406-E14
Ca, Mg		DIN 38406-E3-1; 09.82
Hg		DIN EN 12338 (E31), 07.98 DIN EN 1483, 08.97
Al, Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Pb, Co, Cd, Mo, S, Cr, Ni, P _{gesamt}		DIN 38406-E22; 03.88 DIN EN ISO 11885 (E22)

Untersuchungsbereich 7 : Waldbodenuntersuchungen

Untersuchungsparameter	Verfahrensweise	Methode
Probennahme		
Probennahme von Boden, Humus, Torf		BMELF (Hrsg.): Bundesweite Bodenzustandserhebung im Wald (BZE) - Arbeitsanleitung; 2. Auflage, Bonn 1994 Abschnitt C, Seite 13-68 Abschnitt D, Seite 69-87 BMELF (Hrsg.): Dauerbeobachtungsflächen zur Umweltkontrolle im Wald, Level II - Methodenleitfaden; 1. Auflage, Bonn 1997
Labor		
$C_{org.}$		DIN ISO 10694
N	Elementaranalysator Kjeldahl	E DIN ISO 13878 DIN ISO 11261 VDLUFA-Methodenbuch Bd II, A 2.2.1; 1991
Trockenraumdichte		BZE 2.1.5, S. 97 ff VDLUFA-Methodenbuch Bd II, A 13.2.1; 1991
pH-Wert	(H ₂ O) (KCl)	BZE 2.2.1, S. 101 bzw. DIN ISO 10390
effektive Kationen- Austausch-Kapazität (Ake)	NH ₄ Cl	BZE 2.2.2, S. 101f Anmerkung: Die in DIN ISO 11260 beschriebene BaCl ₂ -Methode führt zu vollkommen anderen Ergebnissen und wird in Deutschland für den forstlichen Bereich nicht empfohlen
potenzielle Kationen- Austausch-Kapazität (A _{kpot})		DIN ISO 13536
Königswasseraufschluss		DIN ISO 11466 bzw. VDLUFA-Methodenbuch Bd VII, 2.1.2; 1996
Totalaufschluss für Humus und Mineralboden	HNO ₃ /HF- Druckaufschluss	BZE 1.2.5, S. 92ff
Al, Ca, Fe, Mg, Mn, P, S, Zn		DIN 38406-E22; 03.88
Pb, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Zn		DIN 38406-E22; 03.88 bzw. DIN ISO 11047; 05.98
As		DIN EN ISO 11969, 11.96
Na		DIN 38406-E22; 03.88 bzw. DIN ISO 9964-3

Untersuchungsbereich 8:

Untersuchungen zur Beurteilung der terrestrischen Ökotoxizität von
 Schadstoffen

Untersuchungsparameter	Methode
8a Mikrobiologische Verfahren	
Probennahme	DIN ISO 10381-6, 05.97
Abbaubarkeit von organischen Chemikalien	DIN ISO 11266, 05.97
Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden mit 2,3,5-Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC)	E DIN 19733-1, 05.97
Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität in Böden mit 2-(4-iodophenyl)-3-(4-nitrophenyl)-5-phenyltetrazoliumchlorid (INT)	E DIN 19733-2, 05.97
Bestimmung der Stickstoffmineralisierung und -nitrifizierung in Böden	E DIN ISO 14238, 06.95 bzw. ISO 14238, 02.97
Bestimmung der Mineralisierung von organischen Chemikalien in Böden mittels Inkubationssystemen und Messungen der CO ₂ -Entwicklung (Durchflusssystem, Natronkalksäulensystem, Biometersystem)	E DIN ISO 14239, 04.95 bzw. ISO 14239, 06.97
Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden Teil 1: Respirationsverfahren (bei Überschuss von Glucose)	E DIN ISO 14240-1, 06.95 ISO 14240-1, 01.97
Bestimmung der mikrobiellen Biomasse von Böden Teil 2: Fumigations-Extraktionsverfahren	E DIN ISO 14240-2, 06.95 ISO 14240-2, 01.97
Bestimmung von Chemikalienwirkungen auf die substratindizierte Respiration von Bodenorganismen nach Glucosezugabe	Richtlinie: BBA VI 1-1 (Teil1), 1990
Bestimmung von Effekten auf die Dehydrogenaseaktivität von Bodenorganismen	Richtlinie: BBA VI 1-1 (Teil1), 1990
Wachstumshemmtest mit der Bakterienart <i>Pseudomonas putida</i> im Bodeneluat (vermischt mit Bakteriensuspension) Endpunkt: Zellteilung	DIN 38412 Teil L8, 1996 ISO 10712, 1995
8b Pflanzentests	
Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf die Bodenflora Teil 1 Wurzelwachstumshemmung von Weizen	DIN ISO 11269-1, 06.97
Bestimmung der Wirkung von Schadstoffen auf höhere Pflanzen Teil 2 Wirkung auf Saatauflauf und Wachstum höherer Pflanzen	E DIN ISO 11269, 10.97

Untersuchungsparameter	Methode
8c Verfahren mit niederen Tieren	
Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer (<i>Eisenia fetida</i>) Teil 1 Verwendung von künstlichem Bodensubstrat Endpunkt: akute Toxizität	DIN ISO 11268-1, 04.97 ISO 11268-1, 1993
Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer (<i>Eisenia fetida</i>) Teil 2 Bestimmung der Wirkung einer über die Haut oder die Nahrung aufgenommenen Substanz Endpunkt: Mortalität, Wachstum und Reproduktionsleistung	DIN ISO 11268-2, 08.97
Wirkungen von Schadstoffen auf Regenwürmer (<i>Eisenia fetida</i>) unter Freilandbedingungen Endpunkt: Mortalität, Wachstum und Reproduktionsleistung	DIN ISO 11268-3, 1997
Wirkung von Bodenschadstoffen auf Collembolen <i>Folsomia candida</i> Endpunkt: Veränderung der Reproduktion	E DIN ISO 11267, 1997
Generationszyklustest mit Staphiliniden (junge adulte Käfer von <i>Aleochara bilineata</i>)	Richtlinie: BBA Nr. VI 23 2.1.10, 1994
Bestimmung der akuten Toxizität von Chemikalien für <i>Poecilus cuperus</i> Endpunkt: Bewegungskoordination, Fraßverhalten und Mortalität	Richtlinie: BBA Nr. VI 23 2.1.8, 1994
Bestimmung der akuten Toxizität für Regenwürmer (<i>Eisenia fetida</i>) in kontaminiertem Substrat Endpunkt: Biomassenentwicklung	Richtlinie: OECD 207, 1984 BBA, 1984 DIN ISO 11268-1, 04.97
Bestimmung der chronischen Toxizität für Regenwürmer (<i>Eisenia fetida</i>) in kontaminiertem Substrat Endpunkt: Gewichtsentwicklung, Verhalten, Morphologie sowie Reproduktionsleistung	Richtlinie: BBA, 1991 EPA 795.150, 1993 E DIN ISO 11268-2, 08.97

Eine Zulassung kann für die Teiltabellen

- 8a Mikrobiologische Verfahren,
- 8b Pflanzentests oder
- 8c Verfahren mit niederen Tieren

erfolgen.

Für die Teiltabellen Mikrobiologische Verfahren und Verfahren mit niederen Tieren sind jeweils drei Untersuchungsverfahren vorzuhalten.

Anhang 2

Mindestumfang an gerätetechnischer und materieller Ausstattung
für die Zulassung von Untersuchungsstellen
bei der Probennahme

Um den in **Anhang 1** beschriebenen Probennahmeumfang und die Vor-Ort-Bestimmungen durchführen zu können, muss die Untersuchungsstelle neben einer Grundausstattung für die Probennahme und Arbeitssicherheit über die folgende gerätetechnische Mindestausstattung verfügen:

Geräte und Materialien für die Probennahme	Teilbereiche		
	Feststoff	Wasser	Gas
Rammkernsonden, mind. 50 mm Durchmesser incl. Schlagkopf	x		
Verlängerungsgestänge	x		
Bohrhammer (elektrisch oder mit Verbrennungsmotor)	x		x
Stromgenerator incl. Verlängerungskabel	x	x	x
Ziehvorrichtung	x	x	x
Bohrstock, Durchmesser 30 mm (z.B. Bohrstock nach Pürckhauer)	x		
Bohrstockhammer	x		
Stechrahmen, Stechzylinder	x		
Böcke zum Auflegen der Sonden für die Bodenansprache	x		
Probenahmegerät (Messer, Löffel, Spatel, Kelle, Probenstecher)	x		
Spritzflasche mit dest. Wasser	x		
Munsell-Farbtafel	x		
Edelstahlschüssel	x		
verschließbare Kunststoffeimer zur Aufnahme von kontaminiertem Bohrgut	x		
Spaten, Schaufel, Besen	x	x	x
Reinigungsgerät und -mittel für die Sonden (z.B. Drahtbürste, Gasflamme, Aceton, sauberes Wasser)	x	x	x
Fluchtstangen, Maßband, Winkelprisma	x	x	x
Beschriftungsmaterial für Probengefäße (Anhänger, wasserfester Stift)	x	x	x
Probennahmeprotokolle	x	x	x
Kühltaschen (aktiv gekühlt oder mit Kühlaggregaten)	x	x	x
Wasserbehälter	x	x	
Eimer	x	x	
Absperrband	x	x	x
Werkzeug	x	x	x
Arbeitskleidung, Gehörschutz, Schutzhelme, Schutzanzüge, Schutzbrillen, Warnwesten, Verbandszeug, Augendusche, Staubmasken, Handschuhe	x	x	x

Geräte und Materialien für die Probennahme (Fortsetzung)	Teilbereiche		
	Feststoff	Wasser	Gas
Filter-Vollrohr und -spitzen		x	
Verschlusskappen –schlüssel		x	
Unterflurkappen		x	
Quellton, Bentonit,		x	x
Lichtlot		x	
Schöpfgerät		x	
Tauchmotorpumpe möglichst drehzahleregelt		x	
Saugpumpe (Förderleistung mind. 1 m ³ /h)		x	
Steigleitung für Hauptförderstrom		x	
Bodenluftsonden, 1- und 2-phasig			x
Pumpe zum Fördern von Deponiegas und Bodenluft			x
Schlauchmaterial (angepasst an die zu untersuchenden Parameter)		x	x
Digitales Grobvakuum-Messgerät			x
Sekundenanemometer mit Temperatur- und Feuchtesensor			x
Durchflussmesser		x	x
Kondensatabscheider			x
Stoppuhr			x
Arbeitsanweisungen	x	x	x
Probengefäße bzw. Adsorbens	x	x	x

Messgeräte und Materialien zur Direktmessung vor Ort	Teilbereiche		
	Feststoff	Wasser	Gas
pH-Messgeräte / Elektrode		x	
Temperaturmessgerät / -Fühler		x	x
Leitfähigkeitsmessgerät / Elektrode		x	
Sauerstoffmessgerät / Elektrode		x	
Titrationausstattung zur Bestimmung der Säure-/Basekapazität		x	
Messgerät für Redoxpotenzial		x	
Direktanzeigende Messgeräte für CH ₄ , CO ₂ , O ₂ , H ₂ S			x
PID / FID			x
Adsorptionsgefäße und Desorptionseinheit			x
demineralisiertes Wasser, Laborreinigungsmittel und Einmaltücher zur Reinigung der Labormessgeräte incl. Zubehör	x	x	
ggf. Konservierungsstoffe (z.B. Sauerstofffällungsreagenzien)		x	

Anlage 8: Festlegungen des Bayerischen Staats- ministeriums des Innern zur Beseitigung aufge- fundener Kampfmittel

Beseitigung aufgefundener Kampfmittel

Bek des Bayer. Staatsministeriums des Innern
vom 22. Januar 1974 Nr. I C 2 - 2501/123 - 4

1. Begriff des Kampfmittels

Kampfmittel im Sinn dieser Bekanntmachung sind

Kriegswaffen im Sinne des Gesetzes über die Kontrolle von Kriegswaffen (KWKG) vom 20. April 1961 (BGBl I S. 444), geändert durch das Gesetz vom 24. Mai 1968 (BGBl I S. 503), Anlage des Gesetzes (Kriegswaffenliste) in der Fassung vom 29. August 1973 (BGBl I S. 1052),

die bei Erdarbeiten oder sonst aufgefunden werden, auch wenn sie beschädigt oder unbrauchbar geworden sind und deshalb ihre Kriegswaffeneigenschaft verloren haben.

Zu den Kampfmitteln gehören insbesondere Bomben, Minen, Raketen, Panzerfäuste, Granaten, chemische Kampfstoffe und zur Kriegführung bestimmte Spreng- und Zündmittel.

Gegenstände oder Stoffe, die nach ihrem Aussehen Kampfmittel sein können, sind wie solche zu behandeln, solange sich nicht herausstellt, daß es sich um andere Gegenstände handelt.

2. Warnung vor Gefahren

Wer Kampfmittel, ohne über besondere Sachkenntnis zu verfügen, anfäßt oder sonst mit ihnen hantiert, gefährdet sein eigenes Leben und häufig auch das Leben anderer. Es liegt daher im eigenen Interesse des Finders, Kampfmittel so liegen zu lassen, wie er sie gefunden hat.

3. Genehmigungs- und Erlaubnispflichten

Die tatsächliche Gewalt über Kriegswaffen darf nach § 2 Abs. 2 KWKG nur mit einer Genehmigung von einem anderen erworben oder einem anderen überlassen werden. Auch die Beförderung von Kriegswaffen außerhalb eines abgeschlossenen Geländes bedarf der Genehmigung (§ 3 KWKG). Diese Genehmigungspflichten gelten nicht, soweit die Polizei dienstlich oder die Sprengkommandos (Nr. 7) im Auftrage des Staatsministeriums des Innern tätig werden (§ 5 Abs. 1, 2, 3 Nr. 2 KWKG).

Soweit Kriegswaffen explosionsgefährliche Stoffe im Sinne des Sprengstoffgesetzes vom 25. August 1969 (BGBl I S. 1358, berichtigt 1970 I S. 224), geändert durch Gesetz vom 19. September 1972 (BGBl I S. 1797), darstellen, sind ferner die Erlaubnispflichten nach § 6 dieses Gesetzes oder nach Art. 39 des Landesstraf- und Verordnungsgesetzes zu beachten (vgl. § 6 Abs. 4 KWKG).

4. Anzeige- und Duldungspflichten

Wer Kriegswaffen findet, hat das unverzüglich der nächsten Polizeidienststelle anzuzeigen (§ 12 Abs. 6 Nr. 3 KWKG). Zuwiderhandlungen können nach § 18 Abs. 1 Nr. 3, Abs. 2 KWKG als

Ordnungswidrigkeiten geahndet werden. Auf die Gemeinsame Bekanntmachung vom 17. April 1963 (MABl S. 174) zuletzt geändert durch Gemeinsame Bekanntmachung vom 21. Januar 1974 (MABl S. 114) wird hingewiesen.

5. Polizeiliche Maßnahmen bis zum Eintreffen eines Sprengkommandos

5.1 Handfeuerwaffen, Munition hierfür und sonstige nicht explosionsgefährliche Kampfmittel:

Die Polizei hat aufgefundene Kampfmittel, die erfahrungsgemäß keine explosionsgefährlichen Stoffe und keine chemischen Kampfmittel enthalten, ferner aufgefundene Munition für Handfeuerwaffen in Verwahrung zu nehmen. Sind solche Kampfmittel noch verwendungsfähig, so ist nach Nr. 7 der Gemeinsamen Bekanntmachung vom 17. April 1963 zu verfahren. Sind sie nicht mehr verwendungsfähig, so ist das zuständige Sprengkommando zu ersuchen, die Gegenstände abzuholen.

5.2 Kleinere Kampfmittel, die erfahrungsgemäß nur ganz geringe Mengen explosionsgefährlicher Stoffe oder chemischer Kampfmittel enthalten (beispielsweise Stabbrandbomben, Granaten kleinsten Kalibers, Handgranaten):

Die Polizei hat unverzüglich fernmündlich das zuständige Sprengkommando und die Gemeinde zu unterrichten. Bis zum Eintreffen des Sprengkommandos hat sie sofort die Fundstelle vor unbefugtem Betreten und die Fundsache vor unbefugtem Zugriff zu sichern. In der Umgebung der Fundstelle sind Arbeiten zu unterbinden, die die aufgefundenen Gegenstände erschüttern, einer Wärmeeinwirkung oder chemischer Einwirkung aussetzen oder ihre Lage verändern können.

5.3 Kampfmittel, die größere Mengen explosionsgefährlicher Stoffe oder chemischer Kampfmittel enthalten (beispielsweise Bomben, Brandbomben, Minen), und Kampfmittel, deren Art und Größe nicht erkennbar ist:

Außer den nach Nr. 5.2 vorgesehenen Maßnahmen hat die Polizei die Kreisverwaltungsbehörde — Katastrophenschutzbehörde — sofort fernmündlich zu unterrichten. Da möglicherweise unmittelbare Explosionsgefahr besteht, hat die Polizei den Umkreis der Fundstelle, in dem Menschen durch die Explosion gefährdet werden können (Absperrkreis), von Menschen zu räumen und abzusperren. Liegen innerhalb des Absperrkreises oder in unmittelbarer Nähe Versorgungseinrichtungen, Versorgungsleitungen, Betriebsstätten der Bundesbahn oder Bundespost oder Flugplätze oder ist das zu vermuten, so hat die Polizei sofort die für diese Einrichtungen zuständigen Dienststellen fernmündlich zu unterrichten.

Der Halbmesser eines Absperrkreises soll mindestens 180 m betragen. Liegen innerhalb einer Entfernung von 270 m von der Fundstelle Gebäude, in denen sich Menschen aufhalten, so sind auch diese Gebäude in den Absperrkreis einzu-

beziehen. Stehen im Absperrkreis Gebäude, so sollen sie von Menschen geräumt werden. Bei dichter Bebauung kann der nach dem vorstehenden Absatz erforderliche Abstand in denjenigen Richtungen bis zur Hälfte verringert werden, in denen ein der Fundstelle näheres Gebäude Deckung gibt.

6. Polizeiliche Maßnahmen nach dem Eintreffen eines Sprengkommandos

6.1 Die Polizei hat den am Fundort eintreffenden Sprengmeister des Sprengkommandos über die Sicherheitsvorkehrungen zu unterrichten und zu befragen, ob die Vorkehrungen ausreichen, ausgedehnt werden müssen oder eingeschränkt werden können.

6.2 Stellt der Sprengmeister fest, daß das Kampfmittel an Ort und Stelle entschärft wird (z. B. Bomben, Luftminen), so ist im Benehmen mit dem Sprengmeister — möglichst nach Anhörung der beteiligten Behörden und betroffenen Betriebe — die Zeit der Entschärfung so zu bestimmen, daß die wirtschaftliche Tätigkeit und der Verkehr möglichst wenig beeinträchtigt werden. Die Entschärfung darf erst beginnen, wenn der Leiter des Polizeieinsatzes den Vollzug der ihm obliegenden Sicherheitsmaßnahmen gemeldet hat.

Die im Absperrbereich eingesetzten Polizeikräfte sind anzuweisen, sich während der Entschärfung in Deckung zu begeben. Polizeiliche Einsatzmittel sind geschützt aufzustellen.

6.3 Stellt der Sprengmeister fest, daß ein explosionsgefährliches Kampfmittel an Ort und Stelle nicht entschärft, aber weggeschafft werden kann, so sind die nach seinen Angaben erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Das Transportfahrzeug ist polizeilich zu begleiten und der Fahrtweg während der Durchfahrt freizuhalten.

6.4 Stellt der Sprengmeister fest, daß ein Kampfmittel an Ort und Stelle gesprengt werden muß, so sind die nach seinen Angaben erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen zu treffen. Liegt das Kampfmittel in bewohntem Gebiet oder in der Nähe von Versorgungseinrichtungen oder -leitungen, so wird es zweckmäßig sein, wenn die Katastrophenschutzbehörde die Einsatzleitung übernimmt.

6.5 Besteht nach Auskunft des Leiters des Sprengkommandos keine Explosionsgefahr mehr (z. B. nach Entschärfen des Kampfmittels), so hat die Polizei die Absperrung aufzuheben. Sie hat die Bergung und das Wegschaffen des Kampfmittels, z. B. durch verkehrsleitende Maßnahmen, zu unterstützen.

7. Sprengkommandos

Im Auftrag des Staatsministeriums des Innern beseitigen ausschließlich die Sprengkommandos der Firma Bohr- und Sprenggesellschaft P. H. Röhl KG, Augsburg, Bürgermeister-Fischer-Straße 12 (Tel. 08 21 / 2 90 03), aufgefundene Kampfmittel:

7.1 Sprengkommando München, 8042 München-Neuherberg (Post Schleißheim), Telefon München 0 89 / 3 11 60 58.

Zuständigkeitsbereich:

- Regierungsbezirk Oberbayern mit Ausnahme der Stadt Ingolstadt und der Landkreise Eichstätt, Neuburg-Schrobenhausen und Pfaffenhofen a. d. Ilm;
- Regierungsbezirk Schwaben mit Ausnahme der Landkreise Dillingen a. d. Donau und Donau-Ries.

7.2 Sprengkommando Ingolstadt, 8071 Fort Prinz Karl bei Ingolstadt, Post Katharinenberg, Telefon Groß-Mehring 0 84 07 / 2 17.

Zuständigkeitsbereich:

- im Regierungsbezirk Oberbayern die Stadt Ingolstadt und die Landkreise Eichstätt, Neuburg-Schrobenhausen und Pfaffenhofen a. d. Ilm;
- Regierungsbezirk Niederbayern;
- im Regierungsbezirk Oberpfalz die Stadt Regensburg und die Landkreise Cham und Regensburg;
- im Regierungsbezirk Mittelfranken der Landkreis Weißenburg-Gunzenhausen;
- im Regierungsbezirk Schwaben die Landkreise Dillingen a. d. Donau und Donau-Ries.

7.3 Sprengkommando Nürnberg, 8501 Feucht, Telefon Feucht 0 91 28 / 22 00

Zuständigkeitsbereich:

- Regierungsbezirk Oberpfalz mit Ausnahme der Stadt Regensburg und der Landkreise Cham und Regensburg;
- Regierungsbezirk Oberfranken;
- Regierungsbezirk Mittelfranken mit Ausnahme des Landkreises Weißenburg-Gunzenhausen;
- Regierungsbezirk Unterfranken.

Die Leiter der Sprengkommandos besitzen besondere Ausweise mit Lichtbild, die eine Bestätigung des Staatsministeriums des Innern enthalten.

8. Die Bekanntmachung über die Beseitigung aufgefundener Kampfmittel vom 23. Juni 1967 (MABl S. 394) wird aufgehoben.

Anlage 9: Liste der Kriegswaffen

Kriegswaffenliste

(zuletzt geändert durch die Neunte Verordnung zur Änderung der Kriegswaffenliste vom 26. Februar 1998, BGBl. I S. 385)

Teil A

Kriegswaffen,
auf deren Herstellung die Bundesrepublik Deutschland verzichtet hat
(Atomwaffen, biologische und chemische Waffen)

Von der Begriffsbestimmung der Waffen ausgenommen sind alle Vorrichtungen, Teile, Geräte, Einrichtungen, Substanzen und Organismen, die zivilen Zwecken oder der wissenschaftlichen, medizinischen oder industriellen Forschung auf den Gebieten der reinen und angewandten Wissenschaft dienen. Ausgenommen sind auch die Substanzen und Organismen der Nummern 3 und 5, soweit sie zu Vorbeugungs-, Schutz- oder Nachweiszwecken dienen.¹

I. Atomwaffen

1. Waffen aller Art, die Kernbrennstoffe oder radioaktive Isotope enthalten oder eigens dazu bestimmt sind, solche aufzunehmen oder zu verwenden, und Massenerstörungen, Massenschäden oder Massenvergiftungen hervorrufen können
2. Teile, Vorrichtungen, Baugruppen oder Substanzen, die eigens für eine in Nummer 1 genannte Waffe bestimmt sind oder die für sie wesentlich sind, soweit keine atomrechtlichen Genehmigungen erteilt sind

Begriffsbestimmung:

Als Kernbrennstoff gilt Plutonium, Uran 233, Uran 235 (einschließlich Uran 235, welches in Uran enthalten ist, das mit mehr als 2,1 Gewichtsprozent Uran 235 angereichert wurde) sowie jede andere Substanz, welche geeignet ist, beträchtliche Mengen Atomenergie durch Kernspaltung oder -vereinigung oder eine andere Kernreaktion der Substanz freizumachen. Die vorstehenden Substanzen werden als Kernbrennstoff angesehen, einerlei in welchem chemischen oder physikalischen Zustand sie sich befinden.

¹ Für die unter Nummer 3 Buchstabe b genannten biologischen Agenzien sind im Falle ihrer zivilen Verwendung die Ausfuhrbeschränkungen auf Grund

– der Verordnung (EG) Nr. 3381/94 des Rates vom 19. Dezember 1994 über eine Gemeinschaftsregelung der Ausfuhrkontrolle von Gütern mit doppeltem Verwendungszweck (Abl. EG Nr. L 367 S. 1) in Verbindung mit dem Beschluß des Rates vom 19. Dezember 1994 über die vom Rat gemäß Artikel J. 3 des Vertrages über die Europäische Union angenommene gemeinsame Aktion zur Ausfuhrkontrolle von Gütern mit doppeltem Verwendungszweck (Abl. EG Nr. L 367 S. 8) sowie

– der Regelungen der Außenwirtschaftsverordnung, insbesondere der §§ 5 und 7 Abs. 4, zu beachten.

Für Ricin und Saxitoxin (Nummer 3.1 Buchstabe d und Nummern 4 und 5) gelten zusätzlich die Beschränkungen, Meldepflichten und Inspektionsvorschriften des Ausführungsgesetzes zum Chemiewaffenübereinkommen vom 2. August 1994 (BGBl. I S. 1954) und der Ausführungsverordnung zum Chemiewaffenübereinkommen vom 20. November 1996 (BGBl. I S. 1794).

II. Biologische Waffen

3. Biologische Kampfmittel

- a) schädliche Insekten und deren toxische Produkte;
- b) biologische Agenzien (Mikroorganismen, Viren, Pilze sowie Toxine); insbesondere:

3.1 human- und tierpathogene Erreger sowie Toxine

a) Viren wie folgt:

1. Chikungunya-Virus,
2. Haemorrhagisches Kongo-Krim-Fieber-Virus,
3. Dengue-Fiebervirus,
4. Eastern Equine Enzephalitis-Virus,
5. Ebola-Virus,
6. Hantaan-Virus,
7. Junin-Virus,
8. Lassa-Virus,
9. Lymphozytäre Choriomeningitis-Virus,
10. Machupo-Virus,
11. Marburg-Virus,
12. Affenpockenvirus,
13. Rift-Valley-Fieber-Virus,
14. Zeckenzephalitis-Virus (Virus der russischen Frühjahr-/Sommer-enzephalitis),
15. Variola-Virus,
16. Venezuelan Equine Enzephalitis-Virus,
17. Western Equine Enzephalitis-Virus,
18. Whitepox-Virus,
19. Gelbfieber-Virus,
20. Japan-B-Enzephalitis-Virus;

b) Rickettsiae wie folgt:

1. *Coxiella burnetii*,
2. *Bartonella quintana* (*Rochalimaea quintana*, *Rickettsia quintana*),
3. *Rickettsia prowazekii*,
4. *Rickettsia rickettsii*;

c) Bakterien wie folgt:

1. *Bacillus anthracis*,
2. *Brucella abortus*,
3. *Brucella melitensis*,
4. *Brucella suis*,
5. *Chlamydia psittaci*,
6. *Clostridium botulinum*,
7. *Francisella tularensis*,
8. *Burkholderia mallei* (*Pseudomonas mallei*);
9. *Burkholderia pseudomallei* (*Pseudomonas pseudomallei*),
10. *Salmonella typhi*,
11. *Shigella dysenteriae*,
12. *Vibrio cholerae*,
13. *Yersinia pestis*;

d) Toxine wie folgt:

1. Clostridium-botulinum-Toxine,
2. Clostridium-perfringens-Toxine,
3. Conotoxin,
4. Ricin,
5. Saxitoxin,
6. Shiga-Toxin,
7. Staphylococcus-aureus-Toxine,
8. Tetrodotoxin,
9. Verotoxin,
10. Microcystin (Cyanoginosin);

3.2 tierpathogene Erreger

a) Viren wie folgt:

1. Afrikanisches Schweinepest-Virus,
2. Aviäre Influenza Viren wie folgt:
 - a) uncharakterisiert oder
 - b) Viren mit hoher Pathogenität gemäß Richtlinie 92/40/EWG des Rates vom 19. Juni 1992 mit Gemeinschaftsmaßnahmen zur Bekämpfung der Geflügelpest (ABl. EG Nr. L 167 S. 1) wie folgt:
 - aa) Typ A-Viren mit einem IVPI (intravenöser Pathogenitätsindex) in 6 Wochen alten Hühnern größer als 1,2 oder
 - bb) Typ-A-Viren vom Subtyp H5 oder H7, für welche die Nukleotid-Sequenzierung an der Spaltstelle für Hämagglutinin multiple basische Aminosäuren aufweist,
3. Bluetongue-Virus,
4. Maul- und Klauenseuche-Virus,
5. Ziegenpockenvirus,
6. Aujeszky-Virus,
7. Schweinepest-Virus (Hog cholera-Virus),
8. Lyssa-Virus,
9. Newcastle-Virus,
10. Virus der Pest der kleinen Wiederkäuer,
11. Schweine-Entero-Virus vom Typ 9 (Virus der vesikulären Schweinekrankheit),
12. Rinderpest-Virus,
13. Schafpocken-Virus,
14. Teschen-Virus,
15. Vesikuläre Stomatitis-Virus;

b) Bakterien wie folgt:

Mycoplasma mycoides;

3.3 pflanzenpathogene Erreger

a) Bakterien wie folgt:

1. *Xanthomonas albilineans*,
2. *Xanthomonas campestris* pv. *citri* einschließlich darauf zurückzuführender Stämme wie *Xanthomonas campestris* pv. *citri* Typen A, B, C, D, E oder anders klassifizierte wie *Xanthomonas citri*, *Xanthomonas campestris* pv. *aurantifolia* oder *Xanthomonas* pv. *campestris* pv. *citromelo*;

b) Pilze wie folgt:

1. *Colletotrichum coffeanum* var. *virulans* (*Colletotrichum kahawae*),
2. *Cochliobolus miyabeanus* (*Helminthosporium oryzae*),
3. *Micricyclus ulei* (syn. *Dothidella ulei*),
4. *Puccinia graminis* (syn. *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*),
5. *Puccinia striiformis* (syn. *Puccinia glumarum*),
6. *Magnaporthe grisea* (*Pyricularia grisea*/*Pyricularia oryzae*);

3.4 genetisch modifizierte Mikroorganismen wie folgt:

a) genetisch modifizierte Mikroorganismen oder genetische Elemente, die Nukleinsäuresequenzen enthalten, welche mit der Pathogenität der in Unternummer 3.1 Buchstabe a, b oder c oder Unternummer 3.2 oder 3.3 genannten Organismen assoziiert sind,

b) genetisch modifizierte Mikroorganismen oder genetische Elemente, die eine Nukleinsäuresequenz-Kodierung für eines der in Unternummer 3.1 Buchstabe d genannten Toxine enthalten.

4. Einrichtungen oder Geräte, die eigens dazu bestimmt sind, die in Nummer 3 genannten biologischen Kampfmittel für militärische Zwecke zu verwenden, sowie Teile oder Baugruppen, die eigens zur Verwendung in einer solchen Waffe bestimmt sind.

III. Chemische Waffen

5. A. Toxische Chemikalien (Registriernummer nach Chemical Abstracts Service; CAS-Nummer)

- a) O-Alkyl($\leq C_{10}$ einschließlich Cycloalkyl)-alkyl-(Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-phosphonofluoride, zum Beispiel:

Sarin:

O-Isopropylmethylphosphonofluorid (107-44-8),

Soman:

O-Pinakolylmethylphosphonofluorid (96-64-0),

- b) O-Alkyl($\leq C_{10}$ einschließlich Cycloalkyl)-N,N-dialkyl (Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-phosphoramidocyanide, zum Beispiel:

Tabun:

O-Ethyl-N,N-dimethylphosphoramidocyanid (77-81-6),

- c) O-Alkyl(H oder $\leq C_{10}$ einschließlich Cycloalkyl)-S-2-dialkyl(Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-aminoethylalkyl (Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-phosphonothiolate sowie entsprechende alkylierte und protonierte Salze, zum Beispiel:

VX:

O-Ethyl-S-2-diisopropylaminoethylmethylphosphonothiolat (50782-69-9),

- d) Schwefelloste:

2-Chlorethylchlormethylsulfid (2625-76-5),

Senfgas:

Bis-(2-chlorethyl)-sulfid (505-60-2),

Bis-(2-chlorethylthio)-methan (63869-13-6),

Sesqui-Yperit (Q):

1,2-Bis-(2-chlorethylthio)-ethan (3563-36-8),

1,3-Bis-(2-chlorethylthio)-n-propan (63905-10-2),

1,4-Bis-(2-chlorethylthio)-n-butan (142868-93-7),

1,5-Bis-(2-chlorethylthio)-n-pentan (142868-94-8),

Bis-(2-chlorethylthiomethyl)-ether (63918-90-1),

O-Lost:

Bis-(2-chlorethylthioethyl)-ether (63918-89-8),

- e) Lewisite:

Lewisit 1:

2-Chlorvinyldichlorarsin (541-25-3),

Lewisit 2:

Bis-(2-chlorvinyl)-chlorarsin (40334-69-8),

Lewisit 3:

Tris-(2-chlorvinyl)-arsin (40334-70-1),

f) Stickstofflose:

HN1:

Bis-(2-chlorethyl)-ethylamin (538-07-8),

HN2:

Bis-(2-chlorethyl)-methylamin (51-75-2),

HN3:

Tris-(2-chlorethyl)-amin (555-77-1),

g) BZ:

3-Chinuclidinylbenzilat (6581-06-2).

B. Ausgangsstoffe

a) Alkyl(Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-phosphonsäuredifluoride, zum Beispiel:

DF:

Methylphosphonsäuredifluorid (676-99-3),

b) O-Alkyl(H oder $\leq C_{10}$ einschließlich Cycloalkyl)-O-2-Dialkyl(Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-aminoethylalkyl (Me, Et, n-Pr oder i-Pr)-phosphonite und entsprechende alkylierte und protonierte Salze, zum Beispiel:

QL:

O-Ethyl-O-2-diisopropylaminoethylmethylphosphonit (57856-11-8),

c) Chlor-Sarin:

O-Isopropylmethylphosphonochlorid (1445-76-7),

d) Chlor-Soman:

O-Pinakolylmethylphosphonochlorid (7040-57-5).

6. Einrichtungen oder Geräte, die eigens dazu bestimmt sind, die in Nummer 5 genannten chemischen Kampfstoffe für militärische Zwecke zu verwenden, sowie Teile oder Baugruppen, die eigens zur Verwendung in einer solchen Waffe bestimmt sind.

Teil B

Sonstige Kriegswaffen

I. Flugkörper

7. Lenkflugkörper
8. ungelenkte Flugkörper (Raketen)
9. sonstige Flugkörper
10. Abfeueinrichtungen (Startanlagen und Startgeräte) für die Waffen der Nummern 7 und 9 einschließlich der tragbaren Abfeueinrichtungen für Lenkflugkörper zur Panzer- und Fliegerabwehr
11. Abfeueinrichtungen für die Waffen der Nummer 8 einschließlich der tragbaren Abfeueinrichtungen sowie der Raketenwerfer
12. Triebwerke für die Waffen der Nummern 7 bis 9

II. Kampfflugzeuge und -hubschrauber

13. Kampfflugzeuge, wenn sie mindestens eines der folgenden Merkmale besitzen:
 1. integriertes Waffensystem, das insbesondere über Zielauffassung, Feuerleitung und entsprechende Schnittstellen zur Avionik verfügt,
 2. integrierte elektronische Kampfmittel,
 3. integriertes elektronisches Kampfführungssystem
14. Kampfhubschrauber, wenn sie mindestens eines der folgenden Merkmale besitzen:
 1. integriertes Waffensystem, das insbesondere über Zielauffassung, Feuerleitung und entsprechende Schnittstellen zur Avionik verfügt,
 2. integrierte elektronische Kampfmittel,
 3. integriertes elektronisches Kampfführungssystem
15. Zellen für die Waffen der Nummern 13 und 14
16. Strahl-, Propellerturbinen- und Raketentriebwerke für die Waffen der Nummer 13

III. Kriegsschiffe und schwimmende Unterstützungsfahrzeuge

17. Kriegsschiffe einschließlich solcher, die für die Ausbildung verwendet werden
18. Unterseeboote
19. kleine Wasserfahrzeuge mit einer Geschwindigkeit von mehr als 30 Knoten, die mit Angriffswaffen ausgerüstet sind
20. Minenräumboote, Minenjagdboote, Minenleger, Sperrbrecher sowie sonstige Minenkampfboote
21. Landungsboote, Landungsschiffe
22. Tender, Munitionstransporter
23. Rümpfe für die Waffen der Nummern 17 bis 22

IV. Kampffahrzeuge

24. Kampfpanzer
25. sonstige gepanzerte Kampffahrzeuge einschließlich der gepanzerten kampfunterstützenden Fahrzeuge
26. Spezialfahrzeuge aller Art, die ausschließlich für den Einsatz der Waffen der Nummern 1 bis 6 entwickelt sind
27. Fahrgestelle für die Waffen der Nummern 24 und 25
28. Türme für Kampfpanzer

V. Rohr Waffen

29. a) Maschinengewehre, ausgenommen solche mit Wasserkühlung,*
b) Maschinenpistolen, ausgenommen solche, die als Modell vor dem
1. September 1939 bei einer militärischen Streitkraft eingeführt worden sind,*
c) vollautomatische Gewehre, ausgenommen solche, die als Modell vor dem
2. September 1945 bei einer militärischen Streitkraft eingeführt worden sind,*
d) halbautomatische Gewehre mit Ausnahme derjenigen, die als Modell vor dem
2. September 1945 bei einer militärischen Streitkraft eingeführt worden sind,
und der Jagd- und Sportgewehre*
30. Granatmaschinenwaffen, Granatgewehre, Granatpistolen
31. Kanonen, Haubitzen, Mörser jeder Art
32. Maschinenkanonen
33. gepanzerte Selbstfahrlafetten für die Waffen der Nummern 31 und 32
34. Rohre für die Waffen der Nummern 29, 31 und 32
35. Verschlüsse für die Waffen der Nummern 29, 31 und 32
36. Trommeln für Maschinenkanonen

VI. Leichte Panzerabwehrwaffen, Flammenwerfer, Minenleg- und Minenwurfsysteme

37. rückstoßarme, un gelenkte, tragbare Panzerabwehrwaffen
38. Flammenwerfer
39. Minenleg- und Minenwurfsysteme für Landminen

*Wassergekühlte Maschinengewehre (Buchstabe a), Maschinenpistolen, die als Modell vor dem 1. September 1939 bei einer militärischen Streitkraft eingeführt worden sind (Buchstabe b), vollautomatische und halbautomatische Gewehre, die als Modell vor dem 2. September 1945 bei einer militärischen Streitkraft eingeführt worden sind (Buchstaben c und d), werden erst an dem Tag aus der Kriegswaffenliste ausgenommen, an dem das Dritte Gesetz zur Änderung des Waffengesetzes gemäß dessen Artikel 5 Satz 1 in Kraft tritt.

VII. Torpedos, Minen, Bomben, eigenständige Munition

40. Torpedos
41. Torpedos ohne Gefechtskopf (Sprengstoffteil)
42. Rumpftorpedos (Torpedos ohne Gefechtskopf - Sprengstoffteil - und ohne Zielsuchkopf)

43. Minen aller Art
44. Bomben aller Art einschließlich der Wasserbomben
45. Handflammpatronen
46. Handgranaten
47. Pioniersprengkörper, Hohl- und Haftladungen sowie sprengtechnische Minenräummittel
48. Sprengladungen für die Waffen der Nummer 43

VIII. Sonstige Munition

49. Munition für die Waffen der Nummern 31 und 32
50. Munition für die Waffen der Nummer 29 Buchstaben a, c und d, ausgenommen Patronenmunition mit Vollmantelweichkerngeschos, sofern das Geschos keine Zusätze, insbesondere einen Lichtspur-, Brand- oder Sprengsatz, enthält und sofern Patronenmunition gleichen Kalibers für Jagd- oder Sportzwecke verwendet wird
51. Munition für die Waffen der Nummer 30
52. Munition für die Waffen der Nummern 37 und 39
53. Gewehrgranaten
54. Geschosse für die Waffen der Nummern 49 und 52
55. Treibladungen für die Waffen der Nummern 49 und 52

IX. Sonstige wesentliche Bestandteile

56. Gefechtsköpfe für die Waffen der Nummern 7 bis 9 und 40
57. Zünder für die Waffen der Nummern 7 bis 9, 40, 43, 44, 46, 47, 49, 51 bis 53 und 59, ausgenommen Treibladungsanzünder
58. Zielsuchköpfe für die Waffen der Nummern 7, 9, 40, 44, 49, 59 und 60
59. Submunition für die Waffen der Nummern 7 bis 9, 44, 49 und 61
60. Submunition ohne Zünder für die Waffen der Nummern 7 bis 9, 44, 49 und 61

X. Dispenser

61. Dispenser zur systematischen Verteilung von Submunition

XI. Laserwaffen

62. Laserwaffen, besonders dafür konstruiert, dauerhafte Erblindung zu verursachen

Anlage 10: Literatur

ALA (2000): Bund-/Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO).- Altlastenausschuss (ALA) ad-hoc AG „Arbeitshilfen Qualitätssicherung“, Teilthemen 2.1 bis 2.7, Stand Juli 2000.

BAM/BICT (1990): Bericht / Stellungnahmen zu den explosiven Eigenschaften von Bodenproben vom Gelände der ehemaligen Sprengstofffabrik Stadtallendorf, 1990.

BayBodSchG (1999): Gesetz zur Umsetzung des Gesetzes zum Schutz des Bodens in Bayern vom 23. Februar 1999.- Bayerisches Gesetz- und Verordnungsblatt (GVBl) Nr. 5/1999, 36.

BayBodSchVwV (2000): Verwaltungsvorschrift zum Vollzug des Bodenschutz- und Altlastenrechts in Bayern - Gemeinsame Bekanntmachung der Bayerischen Staatsministerien für Landesentwicklung und Umweltfragen, des Innern, für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und für Arbeit und Sozialordnung, Familie Frauen und Gesundheit vom 11. Juli 2000.- Allgemeines Ministerialblatt (AllMBI) Nr. 14 vom 31.07.2000, 473.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, (1998): Schreiben an die Teilnehmer der Laborvergleichsanalyse für rüstungsspezifische Stoffe, 01.10.1998, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Wasserforschung, AQS-Leitstelle.

BBodSchG (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens vom 17. März 1998.- BGBl. I, 502.

BBodSchV (1999): Bundes Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 12. Juli 1999.- BGBl. I, 1554.

BGR 128 (1997): Fachausschuß „Tiefbau“ der BGZ: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen (Stand April 1997).

DIETER, H. H.; KAISER, U.; KERNDORF, H. (1990a): Kontaminanten aus Altlasten. Vorschlag zur standardisierten toxikologischen Bewertung. – UWSF 2, 26-32.

DIN 1319–3 (1996): Grundlagen der Meßtechnik - Teil 3: Auswertung von Messungen einer Meßgröße, Meßunsicherheit.

DIN 1319–4 (1985): Grundbegriffe der Meßtechnik – Teil 4: Behandlung von Unsicherheiten bei der Auswertung von Messungen.

DIN 18123 (1996): Baugrund - Untersuchung von Bodenproben - Bestimmung der Korngrößenverteilung.- November 1996.

DIN 18196 (1988): Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke.- Oktober 1988.

DIN 19730 (1997): Bodenbeschaffenheit -Extraktion von Spurenelementen mit Ammoniumnitratlösung.

DIN 32645 (1994): Chemische Analytik - Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze - Ermittlung unter Wiederholungsbedingungen - Begriffe, Verfahren, Auswertung.

DIN 38402-11 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Probennahme aus Abwasser (A11).

DIN 38402-12 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Probennahme aus stehenden Gewässern (A12).

DIN 38402-13 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Probennahme aus Grundwasserleitern (A13).

DIN 38402-14 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Probennahme aus Roh- und Trinkwasser (A14).

DIN 38402-15 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Allgemeine Angaben (Gruppe A) - Probennahme aus Fließgewässern (A15).

DIN 38407-16 (1997): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gemeinsam erfassbare Stoffe (Gruppe F) - Bestimmung von Anilin-Derivaten mittels Gaschromatographie (F16).

DIN 38407-17 (1999): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gemeinsam erfassbare Stoffe (Gruppe F) - Bestimmung ausgewählter nitroaromatischer Verbindungen mittels Gaschromatographie (F17).

DIN 38407-21: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Gemeinsam erfassbare Stoffe (Gruppe F) - Bestimmung ausgewählter Explosivstoffe und verwandter Verbindungen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) mit UV-Detektion (F21).

DIN 38414-2 (1985): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Bestimmung des Wassergehaltes und des Trockenrückstandes bzw. der Trockensubstanz (S 2).

DIN 38414-4 (1984): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung; Schlamm und Sedimente (Gruppe S) - Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser (S 4).

DIN 4021 (1990): Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben.

DIN 4022-1 (1987): Baugrund und Grundwasser - Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Teil 1: Schichtenverzeichnis für Bohrungen ohne durchgehende Gewinnung von gekernten Proben im Boden und im Fels.

DIN 4022-2 (1981): Baugrund und Grundwasser - Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Teil 2: Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels.

DIN 4022-3 (1982): Baugrund und Grundwasser - Benennen und Beschreiben von Boden und Fels; Teil 3: Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein).

DIN 4023 (1984): Baugrund- und Wasserbohrungen - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse.

DIN EN 45001 (1990): Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien.

DIN EN ISO 25667-2 (1993): Wasserbeschaffenheit - Probenahme; Teil 2: Anleitung zur Probenahmetechnik (ISO 5667-2:1991); Deutsche Fassung EN 25667-2:1993.

DIN EN ISO 5667-3 (1996): Wasserbeschaffenheit - Probennahme - Teil 3: Anleitung zur Konservierung und Handhabung von Proben (ISO 5667 - 3: 1994); Deutsche Fassung EN ISO 5667 - 3: 1995 (A 21).

DIN ISO 11464 (1996): Bodenbeschaffenheit - Probenvorbehandlung für physikalisch-chemische Untersuchungen (ISO 11464: 1994).

DIN ISO 11465 (1996): Bodenbeschaffenheit - Bestimmung der Trockensubstanz und des Wassergehalts auf Grundlage der Masse - Gravimetrisches Verfahren (ISO 11465:1993).

DIN ISO 11466 (1997): Bodenbeschaffenheit - Extraktion in Königswasser löslicher Spurenelemente (ISO 11466: 1995).

DIN ISO 14507 (Norm-Entwurf) (1996): Bodenbeschaffenheit; Probenvorbehandlung für die Bestimmung von organischen Verunreinigungen in Böden (ISO/DIS 14507).

DIN UA5 AK19 (1998): Protokoll der 11. Sitzung des DIN UA 5 AK 19 „Bestimmung ausgewählter Explosivstoffe und verwandter Verbindungen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie (HPLC) mit UV-Detektion“, Sitzung am 26. Mai 1998 in Mülheim (Ruhr).

DIN UA5 AK19 (1999): Schreiben des Obmanns des DIN UA5 AK19 Prof. Dr. K. Levsen vom 19.04.1999 an die Arbeitskreismitglieder.

DIN ISO 10381–1 (Norm-Entwurf) (1996): Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 1: Anleitung zur Aufstellung von Probenahmeprogrammen (ISO/ DIS 10381 - 1: 1995).

DIN ISO 10381–2 (Norm-Entwurf) (1996): Bodenbeschaffenheit - Probenahme - Teil 2: Anleitung für Probenahmeverfahren (ISO/ DIS 10381 - 2: 1995).

DORNBERGER, U.; WELSCH, TH. (1995): Explosivstoffe in Altlasten der Rüstungsproduktion - Stand der Analytik.- UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. **7** (5), 302 – 316.

DVGW (1988): Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen.- Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Regelwerk Wasser, Merkblatt W 121.

DVWK (1989): Grundwasser - Redoxpotentialmessung und Probennahmegeräte.- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau-Schriften Nr. 84.

DVWK (1992): Grundwasser – Entnahme und Untersuchungsumfang von Grundwasserproben.- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau-Schriften Nr. 128.

DVWK (1997): Grundwasser – Tiefenorientierte Probenahme aus Grundwassermeßstellen.- Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau-Schriften Nr. 245.

EPA 8330 (1990): Nitroaromatics and Nitramines by High Performance Liquid Chromatography (HPLC).- EPA Method 8330, Draft.

FOBIG (1999): Ermittlung von Prüfwerten für ausgewählte rüstungsrelevante Schadstoffe.- F+E-Vorhaben 298 76 251 im Auftrag des UBA.

FREIER, K. (1998): Definitionsvorschläge für einheitliches Handling altlastenrelevanter Begriffe im FE-Projekt „Flächenrecycling“.- Berlin, 20.01.1998.

GGVS (1983): Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße vom 29.06.1983.

HAAS, R. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, Band 2: Explosivstofflexikon.- UBA-Texte 26/96, Berlin.

HAAS, R.; SCHREIBER, J.; LÖW, E. V.; STARK, G. (1990): Fres. J. Anal. Chem. 338, 41.

HAAS, R.; STORK, G. (1989): Konzept zur Untersuchung von Rüstungsalblasten – 1. Untersuchung ehemaliger TNT-Fabriken und Füllstellen.- Fres. J. Anal. Chem. 335, 839-846.

HLfU, (1998): Abschlußbericht Methodenvergleich Rüstungsalblasten in Umweltplanung.- Arbeits- und Umweltschutz Heft 251, Schriftenreihe der Hessischen Landesanstalt für Umwelt, Wiesbaden.

HOLLAND, H.; HOLLIGHAUS, U. (1992): Analyseverfahren zur Bestimmung von Nitro-, Aminonitro- und Aminoaromaten in kontaminierten Böden ehemaliger Trinitrotoluol-Fabrikationsstätten.- In: Verfahren zur Sanierung von Rüstungsalblasten, EF für Energie und Umwelttechnik GmbH, Berlin.

ITVA (1995): Fachausschuß F2 des Ingenieurtechnischen Verbandes Altlasten e.V. (ITVA) Arbeitshilfe "Aufschlußverfahren zur Feststoffprobengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen und Altlasten".- ITVA, Berlin.

KOPECZ, P. (1996): Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, Band 2: Kampfstofflexikon.- UBA-Texte 27/96, Berlin.

LAGA (1997a): Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) -Altlastenausschuß (ALA), Arbeitsgruppe "Qualitätssicherung bei der Altlastenbehandlung" (Bearb. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz München): Teilthema 2.2 - Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben.

LAGA (1997b): Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Altlastenausschuß (ALA), Arbeitsgruppe "Qualitätssicherung bei der Altlastenbehandlung" (Bearb. Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht Oppenheim): Teilthema 2.3 - Probenbehandlung.

LAGA (1999): Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall 28, Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen und chemischen Untersuchungen von Abfällen, verunreinigten Böden und Materialien aus dem Altlastenbereich, Teil A: Herstellung und Untersuchung von wäßrigen Eluaten EW 98.

LAWA (1993): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Grundwasserrichtlinie Teil 3, Grundwasserbeschaffenheit.

LEVIN, U. (1997): Untersuchungen zur Analytik von Sprengstoffen sowie deren Neben- und Abbauprodukten in Wasserproben der Rüstungsalzlast Elsnig.- Inaugural-Dissertation, Universität Leipzig.

LEVSEN, K.; MUßMANN, P.; BERGER-PREIß, E.; PREIß, H.; VOLUMER, D.; WÜNSCH, G. (1993): Analysis of nitroaromatics and nitramines in ammunition waste water and in aqueous samples from former ammunition plants and other military sites.- Acta hydrochim. hydrobiol. 21, 153-166.

MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1991): Altlasten ABC.- Düsseldorf.

NEUMANN, H. G. (1994): Humantoxikologische Bewertung von Nitroaromaten.- Bonn Bad Godesberg: cpm-Seminar.

RAPSCH, H.-J., TIEDEMANN, M. (1994): Schutzmaßnahmen bei der Gefährdungsabschätzung von Rüstungsalzlasten.- Erich Schmidt, Berlin.

RIPPEN, G. (1994a): Handbuch Umweltchemikalien.- ecomed, Landsberg/Lech, 23. Erg. Lfg., II-2.6., 152.

SCHNEIDER, K.; HASSSAUER, M.; KALBERLAH, F. (1994): Toxikologische Bewertung von Rüstungsalzlasten.- Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, 6.

SCHOENE, K. (1992): Bestandsaufnahme chemischer Rüstungsalzlasten. Band 1 und 2 - Erarbeitung von Probennahme und Analytik für Bodenluft und Wasser.- Schmallenberg: Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie (IUCT).

SCHOENE, K.; BRUCKERT, H.-J.; STEINHANSES, J. (1995): Analytik Kampfstoffkontaminierter Rüstungsalzlasten.- Band 74 - Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Erich Schmidt, Berlin.

SOHR, H.; STEINBACH, K. (1992): Untersuchung zur Analytik von Nitroverbindungen aus Rüstungsalzlasten.- In: Verfahren zur Sanierung von Rüstungsalzlasten, EF für Energie und Umwelttechnik GmbH, Berlin.

SprengG (1990): Gesetz über explosionsgefährliche Stoffe (Sprengstoffgesetz - SprengG) in der Neufassung der Bekanntmachung vom 14. April 1986, geändert durch das Gesetz vom 28. Juni 1990.

SprengV (1993): Erste Verordnung zum Sprengstoffgesetz - SprengG in der Neufassung der Bekanntmachung vom 31. Januar 1991, geändert durch die Verordnung vom 26. Oktober 1993.

SRU (1995): Sondergutachten „Altlasten II“ des RATES VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN.

StMLU (1997): Probennahme von Böden und Substraten zur Erfassung des Bodenzustandes und Untersuchung kontaminierter Standorte, Materialien des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen (StMLU).- Band 129.

StMLU (1998): Untersuchung der Rüstungsalblastverdachtsstandorte in Bayern, Vertiefte historische Erkundung der Einzelstandorte: Arbeitshilfe “Nutzungsspezifische Kontaminat ionsspektren”.

StMLU (2001): Sammlung rechtlicher und fachlicher Materialien des StMLU.- im Intranet (Lauris) unter <http://intranet.stmlu.bayern.de/stmlu/emidat/boden/index.htm>, (im Aufbau).

TERMINOLOGIEAUSSCHUß DER BUNDESWEHR (1988): Handbuch Begriffe des Munitionswesens.- Arbeitsergebnisse des Terminologieausschusses der Bundeswehr, Waffen und Munition.

THIEME, J., BASSEK, H., APPLER, B., HAAS, R., KOPECZ, P., NICLAUSS, M. (1994): Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblaststandorten.- 2 Bände, UBA-Texte 43/94, Berlin.

UBA (1999): Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten.- Loseblattsammlung, Erich Schmidt, Berlin.

VDI (1992): Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: VDI-Richtlinie 3865, Blatt 1: Messen organischer Bodenverunreinigungen; Messen leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoffe; Meßplanung für Boden-Untersuchungsverfahren.

VDI (1998): Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2: Messen organischer Bodenverunreinigungen: Techniken für die aktive Entnahme von Bodenluftproben.

WOLLIN, K.-M., LEVESEN, K. (1999): Schnelle Vor-Ort-Analytik zur Untersuchung von Rüstungsalblasten.- UWSF-Z. Umweltchem.Ökotox. 11, 353-364.

Weiterführende Literatur

Kapitel 3: Arbeitsschutz

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1996): Handbuch Altlasten, Band 3: Erkundung von Altflächen, Teil 2: Untersuchung altlastverdächtiger Flächen.- Kapitel 1.3 Arbeitsschutz bei Erkundungsarbeiten, Wiesbaden.

KRÄMER, R. (1994): Arbeitshilfen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz: Arbeiten in kontaminierten Bereichen - Altlastensanierung (Hsgb. Tiefbau-Berufsgenossenschaft).

LÜTH, H., MAROSE, U. (1996): ITVA-Arbeitshilfe „Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit bei Arbeiten auf Rüstungsalblastverdachtsflächen“.- Altlasten Spektrum, 5,199-201.

RIPPEN, G., MARTINETZ, D. (1996): Handbuch Umweltchemikalien, Band 3, Teil II-2.6 Rüstungsalblasten, Kapitel 12 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“.- ecomed, Landsberg am Lech, 33. Ergänz.Lfg.

TBG (1993): Musterausschreibungstexte, Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Fachgebiet „Arbeiten in kontaminierten Bereichen - Altlastensanierung“.- Januar 1993.

WÖSTMANN, U. (1994): Arbeitssicherheit bei der Erkundung von Altlasten.- ecomed, Landsberg am Lech.

Kapitel 5/6: Orientierende und Detailuntersuchung

ASCHENBRENNER, F.; KNOBLICH, K. (1995): Das Auffinden von Kontaminationsflächen innerhalb von Altstandorten.- Wasser & Boden 4 (2), 16-19.

BACHMANN, G. (1997): Ableitung bundeseinheitlicher Prüfwerte zur Gefährdungsabschätzung von kontaminierten Böden und Altlasten.- Altlasten Spektrum 6, 74-79.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (2000): LfW-Merkblatt 1.5/2; Hinweise zur Entnahme von Wasserproben bei Pumpversuchen für orientierende Analysen und zum chemischen Pumpversuch.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: LfW-Merkblatt 3.8/1; Bewertung von Gewässerverunreinigungen und schädlichen Bodenveränderungen oder Altlasten für den Wirkungspfad Boden-Wasser.- (in Vorbereitung).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: LfW-Merkblatt 3.8/5; Aufbereitung und Untersuchung von Bodenproben und Eluaten bei schädlichen Bodenverände-

rungen und Altlasten für die Wirkungspfade Boden-Mensch und Boden-Wasser.- (in Vorbereitung).

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT: LfW-Merkblatt 3.8/6; Entnahme und Untersuchung von Wasserproben bei Gewässerverunreinigungen und schädlichen Bodenveränderungen oder Altlasten; Teil 1: Errichtung von Grundwassermessstellen; Teil 2: Entnahme von Wasserproben; Teil 3: Untersuchung von Wasserproben.- (in Vorbereitung).

BRANDT, A.; BEUDT, J.; BOUSONVILLE, R. (1996): Rüstungsalblasten, Untersuchung, Probennahme, Sanierung.- Springer, Heidelberg.

BUNGE, R. (1996): Probennahme auf Altlasten: Bei welcher Rasterweite wird ein 25 m² großer Schadstoffherd mit 85 % Wahrscheinlichkeit entdeckt.- Altlasten Spektrum 5, 14-18.

DIETER, H. H. (1994): Kriterien und Konzentrationsvorschläge zur gesundheitlichen Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten in Böden und Trinkwasser.- WaBoLu-Hefte 7/94.

DIETER, H. H. (1994): Humantoxikologische Bewertung von sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten (STV).- Vortrag CPM-Tagung "Bewertung von sprengstoff-spezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten (II)", Oranienburg.

DOMINIK, P.; PAETZ, A. (1995): Methodenhandbuch Bodenschutz I, UBA-Texte 10/95, Berlin.

HAAS, R. (1992): Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsalblasten.- Dissertation 1992, in: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 55, Erich Schmidt, Berlin.

HEMPFLING, K. (1999): Untersuchungsstrategie für die Orientierende- und Detailerkundung von Altlastverdachtsflächen (Entwurf).- Bearbeitet von Fresenius Umwelt Consult, (Veröffentlichung als UBA-Texte in Vorbereitung).

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (1996): Handbuch Altlasten Band 3: Erkundung von Altflächen – Teil 2 – Untersuchung altlastenverdächtiger Flächen (Entwurf).

HÖRING, H. (1994): Gesundheitliche Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten.- WaBoLu-Hefte 6/94.

HÖRING, H. (1994): Toxikologische Bewertung einzelner Explosivstoffe, Vorprodukte und Metaboliten im Grund- und Trinkwasser.- Vortrag CPM-Tagung "Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten", Bonn-Bad Godesberg.

IWL (1994): Institut für gewerbliche Wasserwirtschaft und Luftreinhaltung e. V., Methoden und Strategien der Erkundung von Kontaminationen auf Industrie- und Altstandorten, Hinweise zum praktischen Herangehen.- Deutsche Bundesstiftung Umwelt – DBU, Aktenzeichen 01520, Osnabrück 1994, Verfasser Dr. D. W. Schreiber.

LAGA (1991): Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Informationsschrift: "Erfassung, Gefahrenbeurteilung und Sanierung von Altlasten".- Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 37 (LAGA-Mitteilungen 15), Erich Schmidt, Berlin.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1996): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1995): Methodensammlung Teil 1: Methoden zur Grundwassererkundung, Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 20.

NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1994): Allgemeines Leistungsverzeichnis für Detailuntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Rüstungsalblasten in Niedersachsen.

NOTHBAUM, N., SCHOLZ, R. W. (1994): Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden.- Schadstoffe und Umwelt, 13, Erich Schmidt, Berlin.

SCHNEIDER, K. (1995): Toxikologische Bewertung von Grundwasserkontaminationen, Grundwassersanierung.- UTECH Berlin, IWS-Schriftenreihe 23.

THOMO-KOZMIENSKY, K. (1989): Geophysikalische Erkundung von Altlasten.- In: Atlanten 3, EF für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin.

WOLLIN, K.-M., HÖRING, H., DIETER, H. H. (1996): Kriterien zur toxikologischen (Summen-) Bewertung sprengstofftypischer Verbindungen (STV) aus Rüstungsalblasten.- In: Rippen-Handbuch Umweltchemikalien, Teil II.2.6, 34. Erg. Lfg. 5/96, ecomed, Landsberg.

Kapitel 7: Besonderheiten bei der Ausschreibung

APPLER, B.: Vorschriftensammlung zur Analyse von chemischen Kampfstoffen.- „Gelbe Reihe“, Nr. 76, Wehrwissenschaftliche Dienststelle der Bundeswehr für ABC-Schutz.

D'AGOSTINO, P. A., PROVEST, L. R. (1992): Determination of chemical warfare agents, their hydrolysis products and related compounds in soil.- J. Chromatogr. 589, 287-292.

DEV (1995): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung.- 33. Lieferung, Weinheim, 1995.

DOMINIK, P.; PAETZ, A. (1995): Methodenhandbuch Bodenschutz I.- UBA-Texte 10/95, Berlin.

DVWK (1990): Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau - Mitteilungen MI 20: Einflüsse von Messstellenausbau und Pumpenmaterialien auf die Beschaffenheit einer Wasserprobe, 1990.

HAAS, R. (1992): Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsalblasten.- Dissertation 1992, in: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 55, Erich Schmidt, Berlin.

HAAS, R., STORK, G. (1989): Konzept zur Untersuchung von Rüstungsalblasten.- Fresenius z. Anal. Chem., 335, 839-846.

HLFU (1996): Laboranalytik bei Altlasten - Stoffsammlung, Schriftenreihe Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz.- Hessische Landesanstalt für Umwelt, Heft 217, Wiesbaden, 1996.

HOLLAND, H., HOLLIGHAUS, U. (1994): Analyseverfahren zur Bestimmung von Nitro-, Aminonitro- und Aminoaromaten in kontaminierten Böden ehemaliger Trinitrotoluol-Fabrikationsstätten.- 5. Auflage, Marburg, (unveröffentlicht).

KRAUSA, M., DOLL, J., SCHORB, K., HAMBITZER, G. (1996): Elektrochemischer Detektor zur schnellen Bestimmung von Nitro- und Aminoaromaten in Böden und Wässern.- Terra Tech 5 (1996), 36-38.

LAGA (1982): Länderarbeitsgemeinschaft Abfall-Richtlinie PN 1/75: Entnahme von Wasserproben.

LAGA (1983): Länderarbeitsgemeinschaft Abfall-Richtlinie PN 2/78K: Grundregeln für die Entnahme von Proben aus Abfällen und abgelagerten Stoffen.

LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1989): Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten.- LWA-Materialien 7/89, Düsseldorf.

LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN (1991): Probenahme bei Altlasten.- LWA-Materialien 1/91, Düsseldorf.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1994): Grundwasserüberwachungsprogramm: Beprobung von Grundwasser.- Literaturstudie, 2., unveränderte Auflage, Karlsruhe, 1994.

LAWA (1994): Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Empfehlungen für die Erkundung, Bewertung und Behandlung von Grundwasserschäden.

LAWA (1996): Probennahme von Grundwasser.- Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Merkblatt 8/2.

LEVSEN, K., BERGER-PREIß, E.; GODEJOHANN, M., KRUPPA, J., PREIß, A.(1996): Analytik sprengstofftypischer Verbindungen im Grundwasser, in: Behandlung von Rüstungsalzlasten im Raum Torgau-Elsnig.- Vorträge zur Fachtagung Modellstandort und Statusseminar, 11. - 13- Sept. 1996 in Torgau.

MATZ, G., SCHRÖDER, W., KESSNERS, P.(1989): Vor-Ort-Analytik zur Erkundung von Rüstungsalzlasten mit mobilem Gaschromatograph-Massenspektrometer-System.- In: Altlasten 3 (Hsbg. K. J. Thomé-Kosmiensky), EF für Energie und Umwelttechnik, Berlin, 331-340.

RUPP, H.-J.(1993): Entwicklung von HPLC-Verfahren zur Bestimmung von Nitroverbindungen in Boden und Wasser aus Bereichen ehemaliger TNT-Produktions- und Verarbeitungsstätten.- Dissertation Philipps-Universität Marburg.

SCHOENE, K, BRUCKERT, H.-J., STEINHANSES, J.(1995): Analytik Kampfstoffkontaminierter Rüstungsalzlasten.- In: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 74, Erich Schmidt.

SCHOENE, K., WASMUS, G.(1994): Analytik chemischer Kampfstoffe.- In: Rüstungsalzlasten, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, März 1994

STEINBACH, K.(1992): Erfahrungen aus der Boden- und Wasseranalytik von TNT-Stoffen.- In: Tagungsband "Rüstungsalblasten aus der Produktion und Verarbeitung von Sprengstoff", St. Augustin.

VDI (1996): Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: VDI-Richtlinie 3865, Blatt 3: Messen organischer Bodenverunreinigungen; Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft nach Anreicherung an Aktivkohle oder XAD-4 und Desorption mit organischen Lösungsmitteln.- Entwurf November 1996.

VDI (1996): Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN: VDI-Richtlinie 3865, Blatt 4: Messen organischer Bodenverunreinigungen; Gaschromatographische Bestimmung von niedrigsiedenden organischen Verbindungen in Bodenluft durch Direktmessung.

YINON, J., ZITRIN, S.(1994): Modern methods and applications in analysis of explosives.- Chichester.

ZENTRALER FACHDIENST WASSER-BODEN-ABFALL BEI DER LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (1996): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle - Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser.- Karlsruhe.

Anlage 11: Glossar

Altablagerungen

Stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind (§ 2 Abs. 5. Nr. 1 BBodSchG)

Altlasten

Altlasten im Sinne des § 2 Abs. 5 BBodSchG sind **Altablagerungen** und **Altstandorte**, durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden.

Altlastverdachtsflächen

Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenverunreinigungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit besteht (§2 Abs.6 BBodSchG, 1998)

Altstandorte

Grundstücke stillgelegter Anlagen und sonstige Grundstücke, auf denen mit umweltgefährdenden Stoffen umgegangen worden ist, ausgenommen Anlagen, deren Stilllegung einer Genehmigung nach dem Atomgesetz bedarf (§2 Abs.5 Nr.2 BBodSchG, 1998)

anthropogen

Vom Menschen herbeigeführt

Bestimmungsgrenze eines Analyseverfahrens

Kleinste Stoffmenge, die mit einer geforderten statistischen Sicherheit (meist 95 %) bei einmaliger Analyse quantitativ bestimmt werden kann

Bodenmaterial

Material aus Böden im Sinne von § 2 Abs. 1 des Bundes-Bodenschutzgesetzes und deren Ausgangssubstraten einschließlich Mutterboden, das im Zusammenhang mit Baumaßnahmen oder anderen Veränderungen der Erdoberfläche ausgehoben, abgeschoben oder behandelt wird (§2 Nr.1 BBodSchV, 1999).

Brandspurmunitio

Mit dem Einsatz von Leuchtgeschossen (siehe unten) kann auch ein Inbrandsetzen von Zielen, z.B. Flugzeug-Treibstofftanks beabsichtigt werden. Dementsprechend kann die Munition - als „Leuchtspur“ mehr auf die Leuchtfunktion oder - als „Brandspur“ mehr auf die Brandfunktion ausgelegt sein. In Brandspurgeschossen werden verschiedene Leuchtspurzusätze in Mischung mit Zündsatz verwendet.

Brandstoff

Feste chemische Verbindung, Flüssigkeit oder Gemisch, die nach dem Zünden (Selbst- oder Fremdzündung) hohe Verbrennungstemperatur entwickelt, lange brennt, an Oberflächen gut haftet und sich nur schwer löschen lässt.

BTEX

Abkürzung für die aromatischen Kohlenwasserstoffe **Benzol**, **Toluol** **Ethylbenzol** und die **Xylole**. Die BTEX-Aromaten kommen im Steinkohlenteer vor, werden aber meist aus Erdöl gewonnen. Sie dienen in Benzin zur Erhöhung der Octan-Zahl und werden außerdem als Lösungsmittel oder als Rohstoff in der chemischen Industrie eingesetzt.

Chemische Kampfstoffe

Industriell produzierte Giftstoffe, die für den militärischen Einsatz geeignet sind. Sie verursachen an Menschen, Tieren und Pflanzen reversible oder irreversible Reizungen und Schädigungen. Nach der Wirkung auf den lebenden Organismus kann man unterteilen in:

- Reizstoffe (Weißkreuz- und Blaukreuzkampfstoffe, kurzzeitige reversible Wirkung)
- lungenschädigende Kampfstoffe (Grünkreuz- oder Lungenkampfstoffe)
- hautschädigende Kampfstoffe (Gelbkreuz- oder Hautkampfstoffe)
- atemhemmende Kampfstoffe (Atem- oder Blutkampfstoffe)
- nervenschädigende Kampfstoffe (Nervenkampfstoffe)
- psychotoxische Kampfstoffe
- phytotoxische (pflanzenschädigende) Kampfstoffe

Delaborierung

Zerlegung von Munition in Einzelteile (Zünder, Treibladungsteil, Gefechtsteil) und vollständiges Entfernen der gefährlichen Stoffe. Hierzu zählen z.B. Entnehmen von Treibladungspulver aus Treibladungshülsen oder Treibladungsbeuteln, Ausdüsen von Sprenggeschossen (Terminologieausschuss der Bundeswehr, 1988).

Einwirkungsbereich

Bereich, in dem von einem Grundstück im Sinne des § 2 Abs. 3 bis 6 des Bundesbodenschutzgesetzes Einwirkungen auf Schutzgüter zu erwarten sind oder in dem durch Einwirkungen auf den Boden die Besorgnis des Entstehens schädlicher Bodenveränderungen hervorgerufen wird (§2 Nr. 2 BBodSchV, 1999).

Entschärfungsstelle (E-Stellen)

Die US-Army begann nach Ende des 2. Weltkrieges, die teilweise weit verstreut lagernde Munition auf Sprengplätzen zu sammeln und zu vernichten. Die enorme Menge an zu vernichtender Munition und das Fehlen geeigneten Fachpersonals ließ die alliierten Dienststellen jedoch nach anderen Wegen zur Beseitigung der Munitionsbestände suchen. Es wurden deutsche Stellen mit der Munitionsbeseitigung beauftragt. Die Vertreter des Länderrates leiteten im Juli 1946 das sogenannte Entschärfungsprogramm (E-Programm) ein. Zur Durchführung des E-Programms wurde die „Gesellschaft zur Erfassung von Rüstungsgut“ m.b.H (GER) gegründet. In Bayern, Baden-Württemberg und Hessen wurden über 20 E-Stellen (Entschärfungsstellen) und mehrere Delaborierwerke eingerichtet. Meist wurden hierzu ehemalige Munitionsanstalten genützt, da dort meist die für die Arbeiten notwendigen Bauten wie Bunker, Arbeitsräume und Unterkünfte vorhanden waren.

explosionsfähiger Stoff

Feste, flüssige und gasförmige Stoffe oder Stoffgemische, die durch Wärme, Schlag, Stoß, Reibung oder ähnliche Einwirkungen unter Bildung von Gasen und Freigabe einer bedeutenden Wärmemenge ohne Hinzutreten weiterer Reaktionspartner zu einer schnellen chemischen Reaktion fähig sind (Terminologieausschuss der Bundeswehr, 1988; Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen, 1991).

Explosivstoffe

Explosionsfähige Stoffe, die technisch als Sprengstoffe, Initialsprengstoffe, Treib- bzw. Schießmittel oder pyrotechnische Stoffe verwendet werden

Expositionsbedingungen

Durch örtliche Gegebenheiten und die Grundstücksnutzung im Einzelfall geprägte Art und Weise, in der Schutzgüter der Wirkung von Schadstoffen ausgesetzt sein können (§2 Nr. 7 BBodSchV, 1999).

Füllstelle

Bauliche Anlage mit technischen Einrichtungen zur Abfüllung von Explosiv- oder chemischen Kampfstoffen in Granaten, Bomben, Minen usw.

Gefährdungsabschätzung

Gesamtheit der Untersuchungen, Auswertungen und Beurteilungen, die notwendig sind, um die Gefahrenlage bei einer altlastverdächtigen Fläche zu klären.

geogen

Von den natürlichen erdgeschichtlichen Bedingungen oder von der Gesteinszusammensetzung verursacht

Hintergrundgehalt

Schadstoffgehalt eines Bodens, der sich aus dem geogenen (natürlichen) Grundgehalt eines Bodens und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden zusammensetzt (§2 Nr.9 BBodSchV, 1999).

historische Erkundung

Standortbezogene Sammlung, Aufbereitung und Auswertung der über eine altlastverdächtige Fläche in schriftlichen Quellen, Karten und Luftbildern sowie aus Befragungen vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnisse insbesondere auch über die frühere und gegenwärtige Nutzung der Fläche.

Initialsprengstoff (Zündstoff)

Durch relativ schwache mechanische (z.B. Stoß, Schlag) oder thermische (z.B. Stichflamme) Einwirkung zur Explosion bringbarer Sprengstoff, der schwer entzündbare Explosivstoffe (z.B. TNT) zur Detonation bringt.

Kampfmittel

Alle Mittel, die im bewaffneten Kampf zur Bekämpfung, Schädigung oder Vernichtung des Gegners bzw. zur Zerstörung von Waffen oder Anlagen eingesetzt werden. Es wird zwischen technischen und chemischen Kampfmitteln unterschieden.

Kampfstoffe

Militärisch genutzte chemische Verbindungen, die durch chemische oder biochemische Reaktionen die physiologischen Funktionen des menschlichen Organismus dermaßen stören, dass die Kampffähigkeit stark abnimmt oder der Tod eintritt.

Leuchtsätze

Stoffgemische pyrotechnischer Mittel, welche z.B. zur Beleuchtung von gegnerischen Stellungen und Angriffszielen in der Dunkelheit, Signalgebung, Markierung etc. dienen.

Leuchtpurmunition

Leuchtsätze, die in Verbindung mit Rauchentwicklern zur Kennzeichnung von Geschößflugbahnen eingesetzt werden. Es wurde Leuchtpurmunition mit weißer, roter, oranger, gelber sowie auch grüner Farbwirkung eingesetzt. Leuchtpurmunition wurde in verschiedenen Helligkeitsstufen hergestellt - hellere für den Gebrauch bei Tageslicht - weniger helle als sogenannte „Glimmspur“ oder aber „Dunkelspur“ für den Gebrauch bei Dunkelheit.

LHKW

Zur Gruppe der Leichtflüchtigen Halogenierten Kohlenwasserstoffe zählen vorwiegend nicht aromatische Kohlenwasserstoffe mit 1 bis 6 C-Atomen und einem Siedepunkt bis 180°C. LHKW sind überwiegend unbrennbar und gute Lösungsmittel für viele lipophile Stoffe. Häufig verwendete Lösungsmittel sind: Dichlormethan, Trichlormethan, Tetrachlormethan, Trichlorethen, Tetrachlorethen.

Maßnahmenwerte

Werte für Einwirkungen und Belastungen, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der jeweiligen Bodennutzung in der Regel von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast auszugehen ist und Maßnahmen erforderlich sind (§ 8 Abs. 1 Nr. 2 BBodSchG).

militärische Altlasten

Altlasten, die auf eine nach dem 2. Weltkrieg erfolgte militärische Nutzung zurückzuführen sind. Insbesondere handelt es sich dabei um Liegenschaften der Bundeswehr, der ehemaligen Nationalen Volksarmee (NVA), der NATO oder von ausländischen Streitkräften genutzte Liegenschaften. Ausgenommen sind solche Altlasten, die unmittelbar nach Ende des 2. Weltkriegs auf Anordnung der Siegermächte durch Demontage militärischer Einrichtungen oder Delaborierung von Kampfmitteln entstanden sind. Letztere zählen als unmittelbare Kriegsfolgen zu den Rüstungsaltplasten.

MKW

Mineralölkohlenwasserstoffe sind vorrangig in Mineralölprodukten enthalten. Sie werden eingesetzt als Grundstoffe der Petrochemie oder als Lösungsmittel. Außerdem sind sie Bestandteile von Brennstoffen, Motorenkraftstoffen, Schmierstoffen u.v.m.

Munition

Alle Arten von Patronen, Granaten, Bomben, Minen, Leucht- und Signalmitteln, Treibladungen und Handgranaten usw. mit Explosivstoff und/oder sonstigen gefährlichen Stoffen.

Bei patronierter Munition sind das Geschöß (bzw. Granate), die Hülse mit der Treibladung und das Zündhütchen (bzw. Zündschraube) fest zu einem Ganzen zusammengefügt. Bei großkalibrigen Geschützen ist eine Trennung von Geschöß und Kartusche (enthält Treibmittel) üblich. Beide Komponenten werden erst beim Laden des Geschützes zu einem Schuss zusammengeführt.

Munitionsanstalt (auch Muna)

Staatlicher Rüstungsbetrieb, in dem Munition zusammengesetzt und bis zum Abtransport gelagert wurde. In "stillen Munas" wurde Munition lediglich gelagert.

Nebelmittel

Im militärischen Sprachgebrauch wird der Begriff Nebelmittel sowohl für Rauch als auch für im eigentlichen Sinne Nebel erzeugende Stoffe verwendet. Es handelt sich um Substanzen, die von Heer, Flotte oder Luftwaffe eingesetzt werden, um dem Gegner die Sicht zu nehmen, ihn in seiner Gefechts- und Feuertätigkeit zu hindern und um eigene Bewegungen zu verschleiern.

PAK

Polycyclische **A**romatische **K**ohlenwasserstoffe sind Verbindungen, deren Molekülgerüst aus mehreren Benzolringen besteht. PAK sind vor allem in Erdöl und Kohle enthalten. Krebserzeugende PAK (z.B. Benzo(a)pyren) können insbesondere bei unvollständigen Verbrennungsprozessen entstehen.

Prüfwerte

Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt (§8 Abs.1 Nr.1 BBodSchG, 1998).

Pyrotechnika

Gegenstände, die technischen Zwecken dienen und in denen explosionsgefährliche Stoffe oder Stoffgemische (pyrotechnische Sätze) enthalten sind, um unter Ausnutzung der in ihnen enthaltenen Energie Licht-, Schall-, Rauch-, Nebel-, Heiz-, Druck-, oder Bewegungswirkung zu erzeugen

Reizstoffe

Verbindungen, die eine starke Reizwirkung, aber nur eine geringe vorübergehende Schädigung hervorrufen sollen.

Rüstungsalblasten

Altlasten, die im Zusammenhang mit Rüstung im Ersten und Zweiten Weltkrieg und in den unmittelbaren Nachkriegszeiten (1919 - 1923, 1945 - ca. 1952) entstanden sind und bei denen die Gefährdung von Mensch und/oder Umwelt durch Kampf- und Explosivstoffe ausgeht.

Das Schadstoffinventar bei Rüstungsalblasten kann folgende Stoffgruppen umfassen: chemische Kampfstoffe, Sprengstoffe, Brand-, Nebel- und Rauchstoffe, Treibmittel, taktische Zusatzstoffe zu Kampfstoffen, Vor- und Nebenprodukte und Rückstände aus der Vernichtung.

Rüstungsalblastverdachtsstandorte

Standorte, bei denen der Altlastenverdacht auf Grund rüstungsspezifischer Nutzung besteht.

Als Rüstungsalblastverdachtsstandorte sind die nachfolgenden Standorttypen anzusehen: Produktionsstätten von Kampfmitteln, Munitionslagerstätten, Entschärfungsstellen, Spreng- und Schießplätze, Delaborierungswerke sowie Zwischen- und Endlagerstätten für chemische Kampfmittel.

Schadstoffe

Stoffe und Zubereitungen, die auf Grund ihrer Gesundheitsschädlichkeit, ihrer Langlebigkeit oder Bioverfügbarkeit im Boden oder auf Grund anderer Eigenschaften und ihrer Konzentration geeignet sind, den Boden in seinen Funktionen zu schädigen oder sonstige Gefahren hervorzurufen (§2 Nr.6 BBodSchV, 1999).

Sickerwasserprognose

Abschätzung der von einer Verdachtsfläche, altlastverdächtigen Fläche, schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgehenden oder in überschaubarer Zukunft zu erwartenden Schadstoffeinträge über das Sickerwasser in das Grundwasser, unter Berücksichtigung von Konzentrationen und Frachten und bezogen auf den Übergangsbereich von der ungesättigten zur wassergesättigten Zone (§2 Nr.5 BBodSchV, 1999).

Sprengöle

Sammelbezeichnung für flüssige Sprengstoffe auf der Basis von Glycerintrinitrat, Ethylen- und Diethylenglykoldinitrat und verwandten Salpetersäureestern.

Wirkungspfad

Weg eines Schadstoffes von der Schadstoffquelle bis zu dem Ort einer möglichen Wirkung auf ein Schutzgut (§2 Nr.8 BBodSchV, 1999).

Zünder

Vorrichtung, durch die die Spreng- oder Ausstoßladung am vorgesehenen Ort zur Entzündung (Explosion) gebracht werden. Man unterscheidet: Aufschlagzünder, Zeitzünder (pyrotechnische Zeitzünder, Uhrwerkzünder, chemische Zeitzünder), Doppelzünder (Kombination von Aufschlagzünder und pyrotechnischem Zeitzünder).

Zündmittel

Hilfsmittel, die explosionsfähige Stoffe enthalten und zur Auslösung einer Sprengung, zur Zündung pyrotechnischer Gegenstände oder zur Zündung von Treibladungen bestimmt sind.