

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- Abfallwirtschaft -

Forschungsbericht 296 34 817
UBA-FB 99-025



Systematische Untersuchung eines Rüstungsaltnlast- verdachtsstandortes

- Ein Praxisleitfaden -

von

Johannes Köppler

Jürgen Thieme

Silvia Fengler

Ralf Nießen

Dr. Johannes Sohr

PGBU - Planungsgesellschaft Boden & Umwelt mbH, Kassel
IABG - Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Berlin

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese TEXTE-Veröffentlichung kann bezogen werden bei
Vorauszahlung von DM 15,-- (7,67 Euro)
durch Post- bzw. Banküberweisung,
Verrechnungsscheck oder Zahlkarte auf das

Konto Nummer 4327 65 - 104 bei der
Postbank Berlin (BLZ 10010010)
Fa. Werbung und Vertrieb,
Ahornstraße 1-2,
10787 Berlin

Parallel zur Überweisung richten Sie bitte
eine schriftliche Bestellung mit Nennung
der **Texte-Nummer** sowie des **Namens**
und der **Anschrift des Bestellers** an die
Firma Werbung und Vertrieb.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und
Vollständigkeit der Angaben sowie für
die Beachtung privater Rechte Dritter.
Die in der Studie geäußerten Ansichten
und Meinungen müssen nicht mit denen des
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt
Postfach 33 00 22
14191 Berlin
Tel.: 030/8903-0
Telex: 183 756
Telefax: 030/8903 2285
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet II 3.4
Christine Winde

Berlin, Mai 1999

Berichts - Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 99 - 025	2.	3.
4. Titel des Berichts Praxisleitfaden für die systematische Untersuchung eines Rüstungsaltlastverdachtsstandortes		
5. Autoren, Namen, Vornamen Köppler, Johannes; Thieme, Jürgen; Fengler, Silvia; Nießen, Ralf; Dr. Sohr, Johannes	8. Abschlußdatum 12.02.1998	
	9. Veröffentlichungsdatum	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) PGBU - Planungsgesellschaft Boden & Umwelt mbH, Friedrich-Ebert-Straße 33, 34117 Kassel IABG - Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Niederlassung Berlin, Straße der Pariser Kommune 38, 10243 Berlin	10. UFOPLAN-Nr. 296 34 817	
	11. Seitenzahl 127	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 D-14193 Berlin	12. Literaturangaben 149	
	13. Tabellen und Diagramme 10	
15. Zusätzliche Angaben	14. Abbildungen 2	
16. Kurzfassung: Der Leitfaden dient als bundeseinheitliche Grundlage für die Erkundung und Untersuchung von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten. Basierend auf den vorliegenden Arbeitshilfen des Bundes und der Länder werden die Besonderheiten der Rüstungsaltlastverdachtsstandortbearbeitung von der Historischen Erkundung und den technischen Untersuchungen bis zur Sanierungsuntersuchung dargestellt. Spezifika bei der Probennahme werden ebenso erläutert wie spezielle Aspekte der Analytik und des Arbeitsschutzes. In einem umfangreichen Anlagenteil sind detaillierte Arbeitshilfen für die einzelnen Phasen der systematischen Bearbeitung von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten zusammengestellt.		
17. Schlagwörter: Altlast, Rüstungsaltlast, rüstungsspezifische Stoffe, Historische Erkundung, orientierende Untersuchung, Detailuntersuchung, Sanierungsuntersuchung, Arbeitsschutz		
18. Preis	19.	20.

Berichts - Kennblatt

1. Report No UBA-FB 99 - 025	2.	3.
4. Report Title Practice manual for the systematic investigation of suspected warfare-related environmentally		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Köppler, Johannes; Thieme, Jürgen; Fengler, Silvia; Nießen, Ralf; Dr. Sohr, Johannes	8. Report Date 12.02.1998	
	9. Publication Date	
6. Performing Organisation (Name, Address) PGBU - Planungsgesellschaft Boden & Umwelt mbH, Friedrich-Ebert-Straße 33, 34117 Kassel IABG - Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH, Niederlassung Berlin, Straße der Pariser Kommune 38, 10243 Berlin	10. UFOPLAN-Ref.No.. 296 34 817	
	11. No. of Pages 127	
7. Sponsoring Agency (Name, Address) Umweltbundesamt Bismarckplatz 1 D-14193 Berlin	12. No.of References 149	
	13. No.of Tables, Diagr 10	
15. Supplementary Notes	14. No.of Figures 2	
16. Abstract: The manual serves as a nationwide base for the research and investigation of suspected warfare- related environmentally damaged sites. Based on the existing work aids provided by the federal government and states, the special features of processing the suspected warfare-related environmentally damaged sites are represented the whole way from the historical research and technical examination to the investigation of redevelopment. The specifics when taking specimens are explained in the same way as the special aspects of analysis and industrial safety. Detailed work aids for the individual phases of the systematic processing of suspected warfare- related environmentally damaged sites are to be found in the appendix.		
17. Keywords: Residual load, armament residual load, suspected site, suspected warfare related environmentally, damaged sites, historical research, technical examination, investigation of redevelopment, industrial safety		
18. Price	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Ausgangssituation und Zielstellung.....	1
1.2 Besonderheiten der Rüstungsaltslasten.....	1
2 ALLGEMEINES METHODISCHES VORGEHEN ZUR SYSTEMATISCHEN STANDORTBEARBEITUNG	3
3 HISTORISCHE ERKUNDUNG/ERSTBEWERTUNG.....	6
3.1 Zielstellung.....	6
3.2 Unterlagenbereitstellung.....	6
3.2.1 Vorarbeiten	6
3.2.2 Anfragen und Recherchen	7
3.2.3 Luftbilder	9
3.2.4 Ortsbegehung	9
3.2.5 Zeitzeugenbefragung	10
3.2.6 Branchentypische Inventarisierung des Schadstoffpotentials.....	10
3.3 Ergebnisdarstellung und schutzgutbezogene Erstbewertung - Bewertungshinweise	11
3.4 Literatur zu Kapitel 2 und 3	13
4 TECHNISCHE UNTERSUCHUNG - PHASE 1: ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG.....	15
4.1 Zielstellung.....	15
4.2 Standortbezogene Vorarbeiten.....	15
4.3 Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms	16
4.3.1 Allgemeines	16
4.3.2 Sichtung und Auswertung der Standortunterlagen	17
4.3.3 Vor- und Sonderuntersuchungen	17
4.3.4 Stoffliche Untersuchungen.....	18
4.4 Probennahme	22
4.5 Analytische Untersuchungen.....	23

4.6 Dokumentation und Auswertung der Untersuchungsergebnisse.....	23
4.7 Gefährdungsabschätzung und Empfehlungen für weitere Vorgehensweise	24
4.8 Literatur	25
5 TECHNISCHE UNTERSUCHUNG - PHASE 2: DETAILUNTERSUCHUNG	27
5.1 Zielstellung.....	27
5.2 Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms	27
5.2.1 Auswertung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung.....	28
5.2.2 Festlegung der Beprobungsmedien	28
5.2.3 Bodenprobennahme.....	28
5.2.4 Bodenluftprobennahme.....	30
5.2.5 Grundwasserprobennahme	30
5.3 Untersuchungsprogramm für die chemische Analytik.....	31
5.3.1 Auswahl der Proben für die Analytik.....	31
5.3.2 Festlegung der Untersuchungsparameter	32
5.4 Probennahme und analytische Untersuchungen.....	32
5.5 Dokumentation und Auswertung der Untersuchungsergebnisse.....	32
5.6 Gefährdungsabschätzung und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen.....	33
5.7 Literatur	34
6 SANIERUNGSUNTERSUCHUNG	37
6.1 Zielstellung.....	37
6.2 Verfahrensschritte der Sanierungsuntersuchung.....	37
6.2.1 Grundlagenermittlung	38
6.2.2 Ortsbesichtigung	40
6.2.3 Durchführung ergänzender Standortuntersuchungen in begründeten Fällen.....	41
6.2.4 Darstellung der Standort- und Nutzungsverhältnisse	41
6.2.5 Festlegung der vorläufigen Sanierungsziele	41
6.2.6 Festlegung von Sanierungszonen.....	41
6.2.7 Vorauswahl grundsätzlich geeigneter Sanierungsvarianten.....	42
6.2.8 Erarbeitung standortbezogener Sanierungsszenarien / -pläne.....	43
6.2.9 Prüfung und Bewertung der Szenarien inkl. Kosten-/Wirksamkeitsbetrachtungen	44
6.2.10 Vorschläge für die Konkretisierung des Sanierungsziels.....	44
6.2.11 Erarbeitung des Sanierungskonzeptes	45

6.2.12 Dokumentation der Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung	45
6.3 Literatur	46
7 BESONDERHEITEN BEI DER TECHNISCHEN ERKUNDUNG VON RÜSTUNGSALTSTANDORTEN	48
7.1 Probennahme, Probenvorbehandlung und -aufbereitung sowie Transport	48
7.1.1 Aufschlußarbeiten und Probennahme	48
7.1.2 Geländeaufnahme und Dokumentation	53
7.1.3 Probenauswahl- und -konfektionierung	53
7.1.4 Vor-Ort-Analytik	54
7.1.5 Probenkonservierung	54
7.1.6 Probentransport	55
7.1.7 Entsorgung von nicht benötigtem Probenmaterial	56
7.1.8 Qualitätssicherung	56
7.1.9 Literatur	57
7.2 Analytische Untersuchungen	59
7.2.1 Allgemeine Anforderungen an Laboratorien	59
7.2.2 Vor-Ort-Analytik	60
7.2.3 Probenlagerung im Labor	61
7.2.4 Probenaufbereitung	62
7.2.5 Analytische Untersuchungen im stationären Labor	64
7.2.6 Probenentsorgung im Labor	65
7.2.7 Dokumentation	65
7.2.8 Literatur	65
7.3 Arbeitsschutz / Arbeitssicherheit	67
7.3.1 Allgemeine Aspekte	67
7.3.2 Planung und Durchsetzung der Arbeitssicherheit	69
7.3.3 Literatur	71

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodischer Ablauf der systematischen Bearbeitung von Rüstungsaltlastver- dachtsstandorten	3
Abbildung 2: Aufarbeitung von Bodenproben	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Orientierungshilfe für die Anzahl der Beprobungspunkte im Bereich zwischen den Kontaminationsschwerpunkten und für Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen	20
Tabelle 2: Informationsanforderungen der Sanierungsuntersuchung und Kenntnisstand nach Abschluß der Detailuntersuchung.....	39
Tabelle 3: Ausgewählte Aufschlußverfahren zur Feststoffprobengewinnung.....	49
Tabelle 4: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)	98
Tabelle 5: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Wasser).....	102
Tabelle 6: Tolerable Körperdosen [1]	104
Tabelle 7: Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [1]	104
Tabelle 8: Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [11]	104
Tabelle 9: Sprengstofftypische Verbindungen	109
Tabelle 10: Chemische Kampfstoffe	110

Anlagenverzeichnis

ANLAGE 1: WICHTIGE INFORMATIONQUELLEN	73
ANLAGE 2: RAHMENGLIEDERUNG "BERICHT ZUR HISTORISCHEN ERKUNDUNG" ...	82
ANLAGE 3: CHECKLISTE FÜR DIE ZEITZEUGENBEFRAGUNG	84
ANLAGE 4: RAHMENGLIEDERUNG EINES ABSCHLUßBERICHTES „ORIENTIERENDE UNTERSUCHUNG“	85
ANLAGE 5: RÜSTUNGSALTLASTRELEVANTE STANDORTTYPEN UND IHRE KONTAMINATIONSSCHWERPUNKTE.....	89
ANLAGE 6: SCHWELLENWERTE FÜR RÜSTUNGSSPEZIFISCHE STOFFE IM BODEN UND GRUNDWASSER.....	96
ANLAGE 7: GLIEDERUNG „PROBENNAHMEPROTOKOLL“	107
ANLAGE 8: ANALYSEMETHODEN UND BESTIMMUNGSGRENZEN.....	109
ANLAGE 9: RAHMENGLIEDERUNG EINES GUTACHTENS ZUR SANIERUNGSUNTERSUCHUNG.....	111
ANLAGE 10: GLOSSAR.....	113

Erläuterung der Abkürzungen, Maßeinheiten, Symbole
--

Abkürzungen

ADNT	Aminodinitrotoluole
AED	Atomemissionsdetektor
AG	Auftraggeber oder Arbeitsgruppe
AN	Auftragnehmer
Bde.	Bände
BIOS	British Intelligence Objectives Sub-Committee
BG	Bestimmungsgrenze
BTEX	Leichtflüchtige aromatische Kohlenwasserstoffe (Benzol, Toluol, Xylol, Ethylbenzol)
ca.	circa
CAS-Nr.	Chemical Abstracts Service-Nr.
CIOS	Combined Intelligence Objectives Sub-Committee
CKW	chlorierte Kohlenwasserstoffe
DAD	Diodenarraydetektor
DNB	Dinitrobenzole
DNN	Dinitronaphthaline
DNT	Dinitrotoluole
DU	Detailuntersuchung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs
ECD	Elektroneneinfangdetektor
EGDN	Ethylenglycoldinitrat
einschl.	einschließlich
evtl.	eventuell
FLD	Fluoreszenzdetektor
FIAT	Field Information Agency, Technical
FID	Flammenionisationsdetektor
GC	Gaschromatographie
gem.	gemäß
ggf.	gegebenenfalls
HE	Historische Erkundung
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
HPLC	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie
Hsgb.	Herausgeber

hrsg.	herausgegeben
i. a.	im allgemeinen
IC	Ionenchromatographie
i. d. R.	in der Regel
IMS	Ionenbeweglichkeitschromatographie
IR	Infrarot-
Kap.	Kapitel
kf	Durchlässigkeitskoeffizient
KMBD	Kampfmittelbeseitigungsdienst
LAGA	Länderarbeitsgemeinschaft Abfall
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
lt.	laut
MAK	maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration
max.	maximal
MBD	Munitionsbergungsdienst
MS	Massenspektrometrie
NC	Nitrocellulose
NMR	nuclear magnetic resonance
o. ä.	oder ähnliches
OFD	Oberfinanzdirektion
o. g.	oben genannt(e)
OU	Orientierende Untersuchung
PAK	polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	polychlorierte Biphenyle
PCDD	polychlorierte Dibenzodioxine
PCDF	polychlorierte Dibenzofurane
PCN	polychlorierte Naphthaline
PE	Polyethylen
PID	Photoionisationsdetektor
Pkt.	Punkt
QS	Qualitätssicherung
RFA	Röntgenfluoreszenzspektroskopie
RDX	Hexogen
SAA	Summe aromatische Amine
sog.	sogenannte
SU	Sanierungsuntersuchung
TBG	Tiefbauberufsgenossenschaft

TDI(-Wert)	Tolerable daily intake
TLV(-Wert)	threshold limit value
TNT	Trinitrotoluole
TRD(-Wert)	tolerierbare resorbierte Dosis
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen, ausgenommen Bauleistungen
vorr.	vorrangig
Wifo	Wirtschaftliche Forschungsgesellschaft
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

Maßeinheiten

cm	Zentimeter
kg	Kilogramm
l	Liter
m	Meter
m ²	Quadratmeter
mg	Milligramm
ml	Milliliter
mm	Millimeter
m/s	Meter/Sekunde
µg	Mikrogramm
°C	Grad Celsius

Symbole

<	kleiner als
>	größer als

1 Einleitung

1.1 Ausgangssituation und Zielstellung

Die systematische Bearbeitung von Rüstungsalblastverdachtsflächen stellt besondere Anforderungen an Behörden, Untersuchungsstellen und Gutachter. Mit diesem Leitfaden wird eine bundeseinheitliche Grundlage für die Erkundung und Untersuchung, basierend auf den vorliegenden Arbeitshilfen des Bundes und der Länder, geschaffen.

Der Arbeitsablauf bei der Untersuchung entspricht im wesentlichen dem der zivilen Altlastenbearbeitung. Im Vordergrund der Ausführungen stehen aus diesem Grund die Besonderheiten der Rüstungsalblastverdachtsflächen und ihrer Bearbeitung.

1.2 Besonderheiten der Rüstungsalblasten

In seinem Sondergutachten Altlasten II stellt der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen 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].

Dieses Schädigungs- oder Gefährdungspotential eines Rüstungsalblastverdachtsstandortes ist in Teilbereichen höher als das ziviler Standorte:

- Viele eingesetzte, verarbeitete und hergestellte Stoffe sind hoch toxisch, ebenso wie ihre Metabolite. 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.
- Eine Reinigung oder Aufbereitung der hochbelasteten Abwässer fand nur teilweise statt. Sie wurden ungereinigt versickert, in Oberflächengewässer eingeleitet oder über sog. 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.

Von Rüstungsalblastverdachtsstandorten geht heute noch ein erhebliches Gefährdungspotential für Mensch und Umwelt aus. Rückstände und Metabolite von Explosiv- und chemischen Kampfstoffen führten und führen zu Boden-, Grund- und Oberflächenwasserverunreinigungen.

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

2 Allgemeines methodisches Vorgehen zur systematischen Standortbearbeitung

Die allgemeine Vorgehensweise bei der systematischen Bearbeitung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten ist in Abbildung 1 dargestellt.

Bestandsaufnahme/Erfassungen

Die Basisdaten für die Historische Erkundung liefern die bundesweite Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten [UBA 25/96]/ [UBA 1999] und die landesweiten Erfassungen.

Historische Erkundung

Die Historische Erkundung bildet die wesentliche Grundlage für die nachfolgenden Untersuchungsschritte. Sie basiert hauptsächlich auf der Sichtung und Auswertung von

- Archivalien
- historischen und aktuellen thematischen Karten
- multitemporalen Luftbildern und
- Zeitzeugenbefragungen.

Ziel ist eine systematische, detaillierte Rekonstruktion von (Werks-)Anlagen und Arbeitsabläufen zur Eingrenzung und Bewertung von potentiellen Belastungsschwerpunkten. Je nach Bewertungsergebnis soll der Standort in nachfolgenden Untersuchungsschritten technisch untersucht, aus der weiteren Bearbeitung entlassen oder zur Wiedervorlage bei Erkenntniszuwachs belassen werden. Ggf. sind Sofortmaßnahmen durchzuführen.

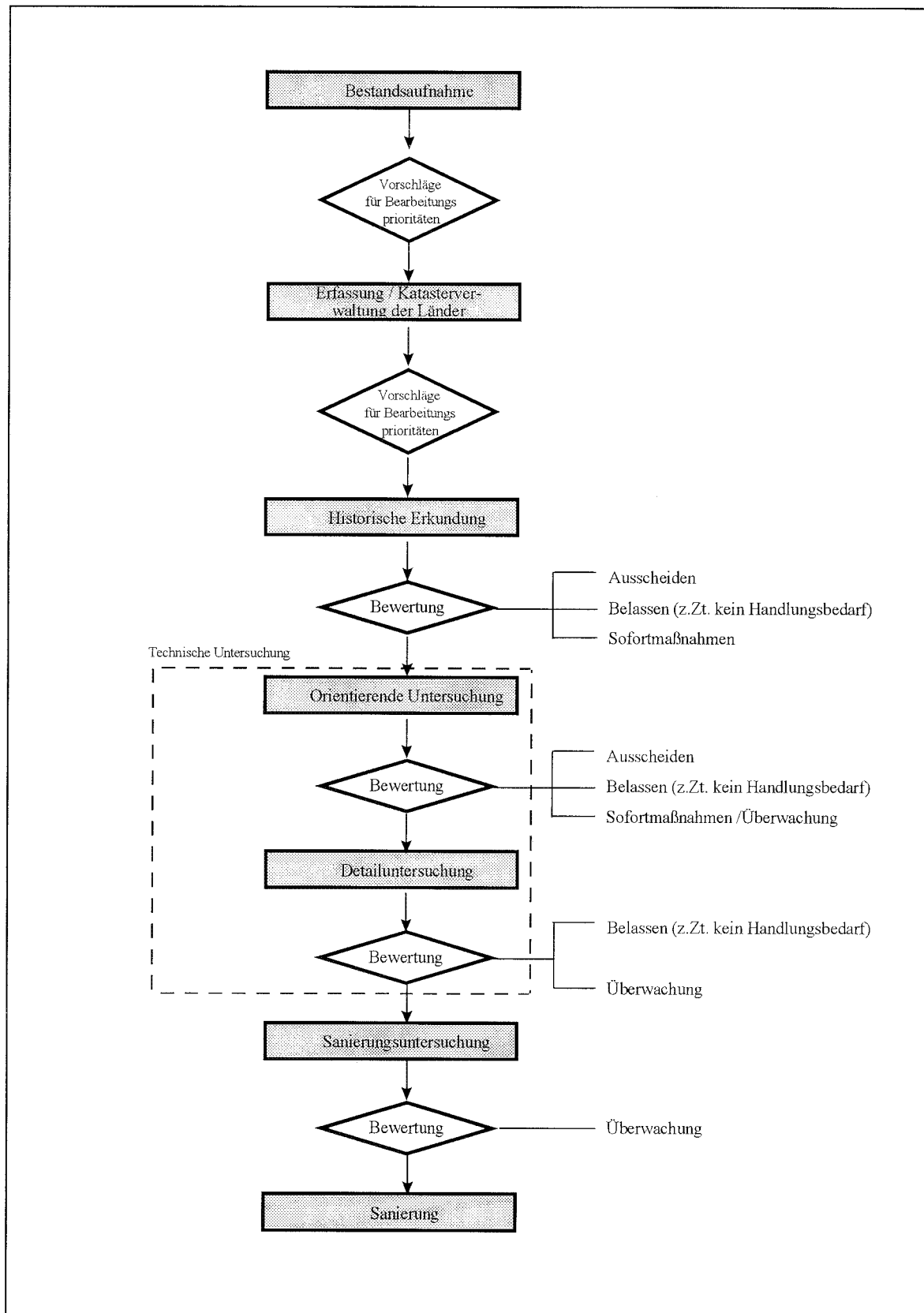
Technische Untersuchung

Bei der technischen Untersuchung eines (Rüstungs-)Altlastverdachtsstandortes wird entsprechend der zeitlichen Abfolge, dem Umfang und der Bearbeitungstiefe zwischen orientierender und Detailuntersuchung differenziert. Sie liefert auf der Grundlage von Probennahmen und den Ergebnissen der analytischen Untersuchungen der Proben die Grundlage für eine fundierte Entscheidung über das Vorliegen und Ausmaß von Altlasten.

Aufgabe der technischen Untersuchung ist die Prognose/Ermittlung und Abschätzung/Beurteilung des maßgeblichen Schadstoffinventars, der Ausbreitungsmöglichkeiten der Schadstoffe, der bestehenden Einwirkungen auf Schutzgüter der öffentlichen Sicherheit und Ordnung und der für diese bestehenden Gefahren. Ziel dabei ist es, den zuständigen Landesbehörden eine fachliche Grundlage zur Entscheidung über den bestehenden Handlungsbedarf zu geben [SAN 1996].

Die technischen Untersuchungen erfolgen gewöhnlich in mehreren ineinanderfließenden Schritten bzw. in sich teilweise wiederholenden Arbeitsabläufen. Dieser schrittweise angepaßte Ablauf dient einer gesicherten Einstufung des vom (Rüstungs-) Altlastverdachtsstandort ausgehenden Gefährdungspotentials.

Abbildung 1: Methodischer Ablauf der systematischen Bearbeitung von Rüstungsalblastverdachtsstandorten



Orientierende Untersuchung

Die orientierende Untersuchung stellt i. d. R. eine Maßnahme zur Gefahrerforschung dar. Sie dient der Erhärtung des Altlastverdachts und einem Nachweis von auf der Grundlage der Historischen Erkundung zu vermutenden Verunreinigungen. Die orientierende Untersuchung hat mit angemessenem Aufwand Erkenntnisse über das Schadstoffpotential und über die Beeinträchtigung der Schutzgüter zu liefern, um prognostisch den Umfang der von dem Rüstungsaltlastverdachtsstandort ausgehenden Gefährdung abschätzen zu können. Auf der Grundlage der orientierenden Untersuchung ist es möglich zu entscheiden, ob der Verdachtsstandort weiter zu untersuchen ist oder ob er aus dem Altlastverdacht entlassen werden kann.

Detailuntersuchung

In der Detailuntersuchung werden umfassender als in der orientierenden Untersuchung die vertikale und horizontale Verteilung der Schadstoffe, die Ausbreitungsmöglichkeiten sowie die bestehenden und mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu erwartenden Einwirkungen auf die Schutzgüter ermittelt und beurteilt (Expositionsabschätzung). Es erfolgen abschließende toxikologische Bewertungen. Ziel ist die Schaffung einer Grundlage für die fachliche und rechtliche Bewertung durch die entscheidungsbefugte Behörde [LUA NRW 1995].

Sanierungsuntersuchung

Hat sich aus den durchgeführten technischen Untersuchungen die Notwendigkeit von Sanierungsmaßnahmen ergeben, ist eine Sanierungsuntersuchung erforderlich. Hierbei werden u. a.

- Sanierungstechniken geprüft
- Variantenstudien erarbeitet
- Vorschläge für Sanierungszielwerte unterbreitet sowie
- Kostenschätzungen und Kostenwirksamkeitsanalysen durchgeführt.

Die Sanierungsuntersuchung muß die technische Umsetzung der Sanierung als Basis für die Entwurfsplanung hinreichend beschreiben. Sie dient als Grundlage für die behördliche Entscheidung über geeignete und verhältnismäßige Sanierungsmaßnahmen [LUA NRW 1995].

3 Historische Erkundung/Erstbewertung

3.1 Zielstellung

Ziel der Historischen Erkundung ist eine detaillierte Rekonstruktion altlastenrelevanter Nutzungen und singulärer Ereignisse auf dem (Rüstungs-)Altlastverdachtsstandort und in der unmittelbaren Umgebung. Auf dieser Grundlage wird eine schutzgutbezogene Erstbewertung zur Ermittlung des Gefährdungspotentials und des weiteren Handlungsbedarfs vorgenommen.

Die entsprechenden Anforderungen an die Sach- und Fachkunde der mit der Historischen Erkundung beauftragten Untersuchungsstellen und Gutachter sind in einem Bericht des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen dokumentiert [LUA NRW 1995].

Kennzeichen der Historischen Erkundung ist die Informationsbeschaffung ohne technische Untersuchungen unter Heranziehung vor allem von Archivalien, historischen und aktuellen thematischen Karten, multitemporalen Luftbildern sowie Erkenntnissen aus Standortbegehungen und der Befragung von Zeitzeugen.

Ziele der Historischen Erkundung sind (Mindestumfang):

- exakte Standortabgrenzung
- Darstellung der geologischen und hydrogeologischen Standortsituation
- Rekonstruktion der (Werks-)Anlagen, singulärer Ereignisse, der Abwasser- und Abfallentsorgungseinrichtungen und weiterer umweltrelevanter Nutzungen
- Ermittlung und Beurteilung der eingesetzten, verarbeiteten, vernichteten oder gelagerten Stoffe, der Mengen und der ökochemischen Eigenschaften (Mobilität, Toxizität, Persistenz)
- Zusammenstellung und Bewertung bereits vorliegender Analysedaten von Dritter Seite
- erste Eingrenzung potentiell kontaminierter Bereiche
- Ermittlung der Rechtsverhältnisse im Hinblick auf eine Verursacherhaftung
- Ermittlung weiterer umweltrelevanter Nutzungen
- schutzgut- und nutzungsbezogene Bewertung.

3.2 Unterlagenbereitstellung

3.2.1 Vorarbeiten

Voraussetzung für eine adäquate Durchführung der Historischen Erkundung ist eine eindeutige, klare Benennung von Anlaß, Zweck und Umfang der Arbeiten, der zu berücksichtigenden Informationen und Randbedingungen. Der Auftraggeber hat den Rüstungsaltlastverdachtsstandort hinsichtlich seiner Lage, Größe und der bereits vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnissen zu beschreiben [LUA NRW 1995]. Zu diesem Zweck stellt der Auftraggeber dem Auftragnehmer bei Auftragserteilung soweit vorhanden folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan mit Abgrenzung des Verdachtsstandortes
- standortbezogene Daten aus bundes- [UBA 25/96]/ [UBA 1999] und landesweiten Bestandsaufnahmen und Erfassungen
- historische und aktuelle Flurkarten/Lagepläne, möglichst im Maßstab 1:1.000
- thematische Karten (u. a. geologische und hydrogeologische Karten)
- Ergebnisse bereits durchgeführter Untersuchungen, ggf. auch aus der Altlastenbearbeitung zivil-gewerblicher Standortnutzungen
- Legitimations- bzw. Auftragsschreiben
- Betretungsgenehmigung
- Aufstellung über Art und Fundort vorliegender Unterlagen (Bauakten, Karten und Luftbilder, Unterlagen der Wasserbehörden u. ä.).

Die Informationen sind, wenn sie nicht vollständig vorliegen, seitens des Auftragnehmers zu ergänzen.

Vor Beginn der Recherchen sind folgende Vorarbeiten möglichst im Zusammenwirken mit dem Auftraggeber durchzuführen:

- Festlegung des Rechercheprogramms
- Feststellung der Eigentumsverhältnisse
- Ermittlung von Zeitzeugen
- Abstimmung und Vorbereitung der Öffentlichkeitsarbeit.

Als Vorbereitung der weiteren Arbeitsschritte wird eine erste Ortsbegehung unter Berücksichtigung der notwendigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt (vgl. Kapitel 7.3).

3.2.2 Anfragen und Recherchen

Schriftliche Anfragen an Archive, Behörden, Dienststellen und sonstige Informationsträger sind der erste Arbeitsschritt im Rahmen einer Historischen Erkundung. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind folgende Institutionen zu berücksichtigen:

- Bundes- und Landesarchive (vgl. Anlage 1)
- Kreis- und Stadtarchive
- Kampfmittelräum-/beseitigungsdienste, Munitionsräumkommandos (vgl. Anlage 1)
- (Landes-)Vermessungsämter
- Oberfinanzdirektionen und nachgeordnete Behörden
- Landesumweltämter, Staatliche Ämter für Wasser und Abfallwirtschaft, Gewerbeaufsichtsämter, Ordnungsämter u. ä.
- Industrie- und Handelskammern
- Firmenarchive
- internationale Archive (vgl. Anlage 1).

3.2.2.1 Archivrecherchen

Altakten sind eine wesentliche Quelle zur Rekonstruktion der Nutzungsgeschichte von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten.

Ablaufschema zur Archivarbeit

1. *Sichten der Archivübersicht (Verzeichnis der Bestände)*
2. *Gespräch mit Archivarin*
3. *Sichten von Findmitteln*
4. *Aktenauswahl und -bestellung*
5. *Sichtung und Auswertung relevanter Akten*

Während der Recherche sollten wesentliche Akteninhalte sowie die Signaturen (auch bei Negativrecherchen) auf Dokumentationsbögen festgehalten werden.

Voraussetzung für eine zielgerichtete Recherche ist die Kenntnis der Ablagesystematik in den Archiven. Die Akten sind in den meisten Fällen nicht nach sachlichen Gesichtspunkten geordnet, sondern nach ihrer Herkunft ("Provenienzprinzip"). Die Behörden, bei denen das Schriftgut entstanden ist, geben ihr nicht mehr benötigtes Registraturgut an das zuständige Archiv ab, ohne dass eine Neusortierung stattfindet. Zum Teil wird vor der Archivierung als wertlos eingestuftes Schriftgut aussortiert ("Kassation") [HLFU 1996a, HSTA 1992].

Wichtige überregionale Archive für die Historische Erkundung von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten sind die Bundesarchive in Koblenz sowie Berlin-Lichterfelde mit Außenstelle in Dahlwitz-Hoppegarten. Hier werden u. a. die Akten der Reichsbehörden und der Bundesvermögensämter aufbewahrt. Unterlagen der Reichswehr, der Wehrmacht und der Bundeswehr befinden sich im Bundesarchiv -Militärarchiv-Freiburg.

In den Landesarchiven (Staatsarchiven) ist das Schriftgut der Landesbehörden, in den Hauptstaatsarchiven das Schriftgut der Landesregierungen archiviert.

Die Titel und Signaturen relevanter Akten aus Bundes- und Landesarchiven sind in den Findmittelverzeichnissen „Bestandsaufnahme von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland“ [UBA 29/96], [UBA 30/96] aufgeführt.

Eine weitere wesentliche Quelle sind CIOS²-, BIOS³- und FIAT⁴-Berichte. Nach dem Zweiten Weltkrieg sind Aktenbestände der Reichsbehörden und der an der Rüstungsproduktion beteiligten Firmen beschlagnahmt, von alliierten Spezialeinheiten ausgewertet und in Berichten zusammengefasst worden. Die Berichte enthalten ebenfalls Protokolle von Interviews mit leitenden Mitarbeitern der Institutionen/Firmen. Viele dieser Dokumente werden im Niedersächsischen Hauptstaatsarchiv Hannover und Deutschen Museum München⁵ verwahrt.

² Combined Intelligence Objectives Sub-Committee

³ British Intelligence Objectives Sub-Committee

⁴ Field Information Agency, Technical

⁵ Deutsches Museum; Bereich Sammlungen; Museumsinsel 1; 80538 München

3.2.2.2 Recherchen bei Behörden und Dienststellen

Zur Vervollständigung der Informationen sind vor-Ort-Recherchen bei Behörden und Dienststellen durchzuführen, die im ersten Arbeitsschritt schriftlich angefragt wurden (vgl. Kapitel 3.2.2). Hier sind Unterlagen zu finden, die sich auf die jüngere Vergangenheit bzw. die aktuelle Standortsituation beziehen. Abgefragt werden sollten auch altlastenrelevante, zivil-gewerbliche Nutzungen des Verdachtsstandortes.

3.2.3 Luftbilder

In die multitemporale Auswertung sind folgende Luftbilder soweit verfügbar einzubeziehen [DODT 1987]:

- Reihenmeßbilder aus der Zeit vor dem Zweiten Weltkrieg
- Luftbildplanwerk des deutschen Reiches
- Luftbilder der deutschen Wehrmacht
- Luftbildaufnahmen der Alliierten während des Zweiten Weltkrieges
- Luftbilder der Alliierten aus den Nachkriegsjahren (Hochbefliegungen)
- Luftbildpläne
- Luftbilder bis zur Gegenwart (z. B. Forstbefliegungen).

Zur sequentiellen multitemporalen Auswertung der Luftbilder sind die zum Verdachtsstandort vorliegenden Bilder möglichst komplett zusammenzustellen und in zeitlicher Abfolge einer vergleichenden Auswertung zu unterziehen. Dabei kann entweder progressiv-fortschreibend oder retrospektiv-rückschreibend vorgegangen werden. Weiterführende Informationen zur Auswertung finden sich u. a. bei [DODT 1987] und [UBA 1996].

Die multitemporale Luftbildauswertung kann Informationen zu folgenden Fragestellungen für die Erkundung eines Rüstungsalblastverdachtsstandortes liefern:

- topographische Lage und räumliche Ausdehnung
- Standortentwicklung
- Realisierung von geplanten Anlagen (Überprüfung der Werkspläne)
- Geländemodellierungen (Ablagerungen, Geländeänderungen u. ä.)
- Veränderungen im Bewuchs/Wuchsstörungen
- Kriegsschäden/Bombardierungen
- singuläre Ereignisse (Explosionen, Brände u. ä.).

3.2.4 Ortsbegehung

Nach Abschluß sämtlicher Recherchen wird eine zweite, detailliertere Ortsbegehung des Rüstungsalblastverdachtsstandortes unter Berücksichtigung der notwendigen Arbeitsschutz- und Sicherheitsmaßnahmen durchgeführt (vgl. Kap. 7.3). Dem Bearbeiter liegen bereits präzise Kenntnisse der Standorthistorie vor, mit deren Hilfe eine Kartierung und Identifizierung noch bestehender Gebäude und Anlagen vorgenommen werden kann.

Bei der Ortsbegehung sollten folgende Fragestellungen geklärt werden:

- Bestand und Zustand historischer Gebäude und Abwasser- und Abfallentsorgungseinrichtungen
- Versiegelungsgrad des Geländes
- nicht dokumentierte Baumaßnahmen, Geländeänderungen etc.
- Veränderungen/Auffälligkeiten an Flora und Fauna
- aktuelle Nutzung (Wohnnutzung, Kinderspielflächen, Nutzgärten u. ä.)

Die Begehung sollte zu Gesprächen mit Anwohnern/Nutzern genutzt werden.

3.2.5 Zeitzeugenbefragung

Durch Zeitzeugenbefragungen lassen sich Erkenntnislücken schließen sowie bereits bekannte Sachverhalte verifizieren oder präzisieren. Sie sind um so wichtiger, wenn bei der Archivrecherche nur wenige Akten oder Pläne ermittelt werden konnten.

Die Zeitzeugenbefragung ist als Komplementärverfahren zur Verifizierung oder Ergänzung der Ergebnisse aus den vorangegangenen Rechenschritten zu sehen [LUA NRW 1994].

Bei den Zeitzeugen ist zu unterscheiden zwischen

- Personen, die während der rüstungsbedingten Nutzung einen Bezug zum Verdachtsstandort hatten (Beschäftigte, Anwohner usw.) sowie
- ehemaligen und späteren Anwohnern, Grundstückseigentümern, Nutzern des Verdachtsstandortes wie z. B. Firmenangehörigen, Forstbeamten, Angehörigen des Munitionsräumdienstes usw..

Die Ermittlung von Zeitzeugen kann erfolgen über

- Nachfragen im Rahmen der Recherchen bei Behörden und Dienststellen
- Nachfragen in lokalen Archiven oder bei Geschichtsvereinen/Geschichtswerkstätten
- die Befragung eines Zeitzeugen, der weitere Informationsträger benennen kann
- öffentliche Aufrufe in der Lokalpresse oder im lokalen Rundfunk.

Die Befragung der Zeitzeugen erfolgt in Form eines Interviews. Eine umfassende Checkliste zur Befragung enthält Anlage 3. Die Gesprächsprotokolle sind dem Bericht zur Historischen Erkundung als Anlage beizufügen.

Im Abgleich mit vorliegenden Unterlagen und Erkenntnissen sind sämtliche Aussagen auf ihre Plausibilität zu prüfen.

3.2.6 Branchentypische Inventarisierung des Schadstoffpotentials

Die Daten zur Nutzungsgeschichte eines Rüstungsalblastverdachtsstandortes, die im Rahmen der o. g. Rechenschritte ermittelt werden, reichen in vielen Fällen nicht für eine Erstbewertung des Standortes aus. Häufig sind die eingesetzten Produktionsverfahren unvollständig dokumentiert, in vielen Fällen sind keine historischen Werkspläne des Verdachtsstandortes vorhanden. Zur Schließung derartiger Lücken kann die im Kapitel 3.4 aufgeführte Literatur, insbesondere die Texte zur branchentypischen Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten, herangezogen werden [UBA 43/94, HLFU 1996b, UBA 36/95].

Die dort für die verschiedenen Nutzungs-/Standorttypen aufgeführten Verfahrensbeschreibungen liefern Informationen zu folgenden kontaminationsrelevanten Faktoren:

- zweckbestimmte Nutzung der Anlage
 - * Handhabungsverluste
 - * Leckagen
 - * Emissionen
 - * Abwasser- und Abfallbeseitigung
- Folgewirkungen und Nachnutzungen.

Für jeden Nutzungstyp werden die zu erwartenden Stoffe und Stoffgemische verfahrensbezogen zusammengestellt und hinsichtlich ihrer Auswirkung auf die Gefährdungspfade beurteilt. Kontaminationspektren ausgewählter Nutzungstypen enthält die Anlage 5.

Die Heranziehung der branchentypischen Inventarisierung kann die standortbezogenen Recherchen keinesfalls ersetzen. Sie dient vielmehr der fachlichen Unterstützung bei der Einschätzung des von einem Rüstungsalblastverdachtsstandortes ausgehenden Gefährdungspotentials.

3.3 Ergebnisdarstellung und schutzgutbezogene Erstbewertung - Bewertungshinweise

Die Dokumentation muß alle im Rahmen der Historischen Erkundung gewonnen Informationen enthalten. Die recherchierten Sachverhalte sind so darzustellen, daß zur Begründung der getroffenen Aussagen die Quellenangabe des Informationsgewinns nachvollziehbar belegt ist [SAN 1996].

Im Ergebnisbericht zur Historischen Erkundung sind die Kenntnisse für alle Expositionspfade darzustellen. Eine beispielhafte Berichtsgliederung enthält die Anlage 2.

Die Auswertung erfolgt mit dem Ziel einer schutzgutbezogenen Erstbewertung. Sie dient der Vorbereitung der behördlichen Entscheidung über den weiteren Umgang mit dem Verdachtsstandort. Sämtliche vorliegenden Daten und Informationen sind abzugleichen und auf Plausibilität zu prüfen. Zu berücksichtigen ist insbesondere, daß auf historischen Werksplänen häufig der projektierte Ausbau, nicht aber der tatsächliche Anlagenbestand dargestellt ist. Darüber hinaus ist ein besonderes Augenmerk auf mögliche weiträumige Schadstoffverteilungen infolge singulärer Ereignisse wie Explosionen und Bombardierungen zu legen.

Zur Vorbereitung der Risikobeurteilung sind folgende standortspezifische Aspekte möglichst lückenlos zeitlich und räumlich zu rekonstruieren:

- maximaler Anlagenbestand, maximale Ausdehnung des Standortes
- Produktions-/Nutzungsabläufe, insbesondere kontaminationsträchtige Faktoren
- potentielle Belastungsschwerpunkte
- Stoffinventar (Ausgangsstoffe, Zwischenprodukte, Nebenprodukte, Endprodukte, Rückstände, Metabolite)
- Stoffeigenschaften
- singuläre Ereignisse
- sonstige altlastenrelevante Vorkommnisse.

Auf dieser Informationsgrundlage erfolgt die Abgrenzung potentiell kontaminierter Bereiche. Folgende Anlagen auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten sind generell als kontaminationsverdächtig anzusehen:

- Produktionsgebäude, Gebäude, in denen mit Schadstoffen hantiert wurde
- Abwasserbehandlungs- und Entsorgungseinrichtungen (Neutralisationsbecken, Absetzbecken etc.)

- Brandplätze und Sprenggruben
- Lager von flüssigen und pulverförmigen Stoffen.

Neben den textlichen Erläuterungen sind folgende kartographische Darstellungen auf der Grundlage aktueller Katasterpläne anzufertigen:

- Überlagerungsplan (ggf. als Folie) mit dem (maximalen) historischen Gebäudebestand
- Eingrenzung potentiell kontaminierter Bereiche
- Probenpunkteplan.

Grundsätzliche Anforderungen an die Dokumentation der Ergebnisse sind in [LUA NRW 1995] aufgeführt.

Bewertungshinweise

Die Erstbewertung erfolgt im Hinblick auf die potentielle Beeinträchtigung sämtlicher Schutzgüter unter Berücksichtigung des Nutzungsbezugs. Die abgegrenzten potentiell kontaminierten Bereiche werden unter folgenden Aspekten beurteilt:

- potentielles Schadstoffspektrum, ggf. ergänzt durch Analysedaten Dritter
- Altlastenrelevanz der Stoffe und Stoffgefährlichkeit
- Mobilität, Toxizität, Abbauverhalten der Schadstoffe
- Transmissions- und Emissionsverhalten
- geologische und hydrogeologische Standortsituation.

In der Historischen Erkundung werden Erkenntnisse über potentielle Kontaminationsherde gesammelt, um eventuell notwendige weitere Untersuchungen zu optimieren. In der Regel ist der Standort zur Verifizierung der Ergebnisse im Rahmen der weiteren Bearbeitungsstufen mittels technischer Maßnahmen zu untersuchen. Hierzu sind in der Historischen Erkundung basierend auf der sach- und fachkundigen gutachterlichen Beurteilung des Gefährdungspotentials entsprechende Empfehlungen mit Kostenschätzung zu erarbeiten. In Einzelfällen kann vor der technischen Untersuchung die Einleitung von Sofortmaßnahmen wie z. B. die Absperrung von Teilflächen notwendig sein.

In Abhängigkeit vom Beurteilungsergebnis kann jedoch auch zunächst von einer weiteren Standortbearbeitung abgesehen werden, wenn die Ergebnisse der Historische Erkundung keinen Handlungsbedarf im Hinblick auf technische Untersuchungen ergeben (Belassen und Wiedervorlage bei zusätzlichen Erkenntnissen). Sollte sich der Altlastverdacht als unbegründet erweisen, wird der Standort aus der weiteren Bearbeitung ausgeschieden, sämtliche vorhandenen Unterlagen sind zu archivieren. Wenn sich in der Historischen Erkundung der Rüstungsalblastverdacht nicht bestätigt, Kontaminationen aus zivilen Nutzungen jedoch nicht ausgeschlossen werden können, wie z. B. bei Firmen, die im Rahmen der Munitionsherstellung Hülsen produziert haben, ist ggf. eine Weiterbearbeitung im Rahmen der allgemeinen Altlastenbearbeitung notwendig.

Die Standortgutachten sollten vom Auftraggeber sowohl den involvierten Behörden als auch ggf. Bürgerinitiativen zur Verfügung gestellt werden.

3.4 Literatur zu Kapitel 2 und 3

Quellennachweis

[DODT 1987]

DODT, J. et al.: Die Verwendung von Karten und Luftbildern bei der Ermittlung von Altlasten. Ein Leitfaden für die praktische Arbeit, 2 Bde., Düsseldorf 1987

[HLFU 1996a]

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT: Handbuch Altlasten, Band 4: Rüstungsaltstandorte, Teil 1: Historisch-deskriptive Erkundung, 1996

[HLFU 1996b]

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT: Handbuch Altlasten, Band 4: Rüstungsaltstandorte, Teil 2 : Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltstandorten, 1996

[HSTA 1992]

HAUPTSTAATSARCHIV DÜSSELDORF: Wer-Wie-Was im Archiv, Heft 1: Einführung in die Archivarbeit, bearbeitet von Wilhelm Weinfarth, Düsseldorf 1992

[LUA NRW 1994]

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (HRSG.): Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 9: Hinweise für die einzelfallbezogene Erfassung von Verdachtsflächen rüstungs- und kriegsbedingter Altlasten. - Düsseldorf, 1994

[LUA NRW 1995]

Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 11: Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung, Essen 1995

[SAN 1996]

LEITFADEN ZUM ALTLASTENPROGRAMM DES LANDES SACHSEN-ANHALT: Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt - Heft 20 - Halle 1996

[SRU 1995]

Sondergutachten „Altlasten II“ des RATES VON SACHVERSTÄNDIGEN FÜR UMWELTFRAGEN, 1995

[UBA 43/94]

THIEME J. et al.: Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsaltlaststandorten, UBA Texte Nr. 43/94, Band 1 und 2. Berlin, 1994

[UBA 36/95]

FORSTHOFER, K., BONGARTZ A. et al.: Inventarisierung von Bodenkontamination auf Liegenschaften der Westgruppe der ehemals sowjetischen Truppen, UBA Texte Nr. 36/95, Berlin 1995

[UBA 25/96]

THIEME J. et al.: Bestandsaufnahme von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, (2., erweiterte Auflage), UBA Texte Nr. 25 - 30/96, Bde. 1-6, Berlin, 1996

[UBA 29/96]

THIEME J. et al.: Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, (2., erweiterte Auflage), Band 5: Findmittelverzeichnisse Bundesarchive, UBA Texte Nr. 25 - 30/96, Bde. 1-6, Berlin, 1996

[UBA 30/96]

THIEME J. et al.: Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, (2., erweiterte Auflage), Band 6: Findmittelverzeichnisse Staats- und Landesarchive, UBA Texte Nr. 25 - 30/96, Bde. 1-6, Berlin, 1996

[UBA 1996]

UMWELTBUNDESAMT: Möglichkeiten und Grenzen der luftbildgestützten Erfassung und Erstbewertung von Alblastverdachtsflächen; Dokumentation eines Arbeitsgespräches im Umweltbundesamt am 30.11.1995 -Materialiensammlung- Berlin 1996

[UBA 1999]

THIEME J.: Umweltrelevante und technische Aspekte der Zerlegung von Munition und Waffen nach dem 1. Weltkrieg, UBA Texte im Druck

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG: Angewandte Fernerkundung, Methoden und Beispiele, bearb. von Sigrid Schneider; Curt R. Vincentz Verlag, Hannover 1984
- [2] BIELEFELD, H. F.: Untersuchung von Rüstungsalblasten. Berlin 1991
- [3] BRANDT, E. (HRSG.): Alblasten: Bewertung, Sanierung, Finanzierung, 3. Auflage, Eberhard Blottner Verlag, Taunusstein 1993
- [4] DEUTSCHE WIRTSCHAFTSARCHIVE: Nachweis historischer Quellen in Unternehmen, Kammern und Verbänden der Bundesrepublik Deutschland / hrsg. im Auftrag der Gesellschaft für Unternehmensgeschichte e.V. von Klara van Eyll. - Stuttgart : Steiner-Verlag-Wiesbaden-GmbH
- [5] DODT, J.: Luftbildauswertung zur Erfassung von Rüstungsalblasten in Niedersachsen - ein Leitfaden, in Zusammenarbeit mit GfD, Ingenieur- und Beratungsgesellschaft mbH, Dortmund 1989
- [6] FRESENIUS CONSULT: Ökochemische Eigenschaften und umwelttechnisches Verhalten von Explosivstoffen in Rüstungsalblasten. Taunusstein-Neuhof 1991, Gutachten im Auftrag des Niedersächsischen Landesamtes für Ökologie
- [7] HAAS, RAINER: Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsalblasten. Berlin 1992
- [8] KIEFER, KARL WERNER: Rüstungsalblasten '91. Untersuchungsmethoden, Sanierungsmöglichkeiten, Verhinderung militärischer "Neu"-Lasten. Berlin 1991
- [9] LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Leitfaden zur Bearbeitung alblastverdächtiger Rüstungsstandorte in Baden-Württemberg, 1993
- [10] LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG: Studien und Tagungsberichte Band 7: Rüstungsalblasten. Beiträge des Fachseminars "Rüstungsalblasten" am 22. Juni 1995 in Potsdam

- [11] MINISTERIUM FÜR UMWELT, RAUMORDNUNG UND LANDWIRTSCHAFT DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (HRSG.): Hinweise zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten. 2. Aufl., 3. Lieferung. - Düsseldorf 1991
- [12] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Expertengespräch Rüstungsaltlasten. Hannover. 1989
- [13] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Rüstungsaltlasten in Niedersachsen, Bestandsaufnahme und Handlungskonzept; 2. - 6. Fortschreibung 1991 - 1996
- [14] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Allgemeines Leistungsverzeichnis "Erfassung und Erkundung" (EO 10) für Leistungen zur Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltlasten in Niedersachsen 1992
- [15] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Altlastenprogramm des Landes Niedersachsen - Altablagerungen - Altlastenhandbuch. - Hannover 1992
- [16] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltlasten in Niedersachsen, vorläufiger Abschlußbericht, Juni 1997
- [17] PFAFF-SCHLEY, H. UND SCHIMMELPFENG, L. (HRSG.): Rüstungsaltlasten '92. Erkundung und Untersuchung von ehemals und aktuell militärisch genutzten Flächen. Erich-Schmidt-Verlag, Berlin 1992
- [18] PISCHKE, G.: Archive für Rüstungsaltlasten, in: Spyra, W.: Untersuchung von Rüstungsaltlasten, EF-Verl. für Energie und Umwelttechnik, Berlin 1991
- [19] SPYRA, W. ET AL.: Untersuchung von Rüstungsaltlasten, EF-Verl. für Energie und Umwelttechnik, Berlin 1991
- [20] THÜRINGER MINISTERIUM FÜR LANDWIRTSCHAFT, NATURSCHUTZ UND UMWELT: Altlastenleitfaden Band 1: Erkundung und Erstbewertung, o. J.

4 Technische Untersuchung - Phase 1: Orientierende Untersuchung

4.1 Zielstellung

Die orientierende Untersuchung (OU) ist die erste Stufe der technischen Untersuchung eines Altlastverdachtsstandortes. Sie wird durchgeführt, wenn die (beprobungslos durchgeführte) Historische Erkundung (HE) den Verdacht des Vorliegens einer Altlast erhärtet hat. Wesentlicher Bestandteil ist die chemisch-analytische Untersuchung von ausgewählten Wasser- und Bodenproben.

Ziele der OU sind (Mindestumfang):

- Bestätigung bzw. Ausräumung des Altlastverdacht
- Verifizierung der potentiell kontaminierten Bereiche (lt. HE) und ihre grobe Eingrenzung
- Ermittlung relevanter Schadstoffe in den potentiellen Belastungsschwerpunkten
- Erbringung erster, begründeter Aussagen zur Beeinträchtigung von Schutzgütern
- Präzisierung der geologischen und hydrogeologischen Bedingungen am Standort
- Verifizierung von umweltrelevanten Hinweisen der HE (z. B. Bestätigung der Lage von Abwasserleitungen oder ehemaliger Gebäude).

Im Ergebnis erfolgt eine erste Beurteilung des von dem Rüstungsaltlastverdachtsstandort ausgehenden Gefährdungspotentials für die verschiedenen Schutzgüter und die Ableitung von Handlungsempfehlungen.

4.2 Standortbezogene Vorarbeiten

Vor der Erarbeitung des Beprobungsplan und Untersuchungsprogramms ist eine detaillierte Abstimmung zwischen dem Auftraggeber (AG) und dem Auftragnehmer (AN) sowie die Durchführung von Vorarbeiten notwendig. Im einzelnen sind zu berücksichtigen:

- Abstimmung zur Mitwirkung des AG
- Bereitstellung der Unterlagen der Historischen Erkundung
- Information über Art und Standort ergänzender Daten/ Unterlagen (z B. Luftbilder, Munitionsräumbereiche), soweit möglich Bereitstellung
- Unterstützung bei Einholung bzw. Erteilung der Standortbetretungsgenehmigung, Bereitstellung eines Auftragsschreiben zur Vorlage bei Behörden
- Klärung des Umfangs der erforderlichen Abstimmungen mit zuständigen örtlichen Behörden, Wasserversorgungsverbänden, Stadtwerken, Telekom usw.
- Abstimmung mit Kampfmittelbeseitigungsdienst
- Bereitstellung aktueller Pläne der Ver- und Entsorgungsleitungen einschl. Angabe der durch den AN nutzbaren Elektro- und Wasseranschlüsse
- Abstimmung zwischen AG und AN zur Öffentlichkeitsarbeit und zur Information betroffener Anwohner, Nutzer usw.

Standortbegehung

Bei einer orientierenden Standortbegehung, die möglichst gemeinsam durch AG und AN durchgeführt wird (Beachtung des Arbeitsschutzes, siehe Kapitel 7.3), sind relevante Randbedingungen für die Erarbeitung und Realisierung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms zu klären und abzustimmen. Als wesentliche Punkte sind zu nennen:

- Exakte lokale Abgrenzung des Untersuchungsgebietes (insbesondere wegen möglicher unterschiedlicher behördlicher Zuständigkeiten)
- Zutrittsmöglichkeiten bzw. -beschränkungen zum Verdachtsstandort, Klärung der Begehrbarkeit und Befahrbarkeit des Standortes, der Verkehrsanbindung (u. a. für Organisation der Ersten Hilfe, evtl. Feuerwehrranfahrt)
- Einholung von Informationen über laufende Parallelarbeiten auf dem Standort (Befragung des AG und von Vor-Ort-Behörden)
- Durchführung von standortbezogenen Vorarbeiten (z. B. Schnelltest zur Durchsetzung des Arbeitsschutzes, Sichten vorhandener Grundwassermeßstellen).

4.3 Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms

4.3.1 Allgemeines

Dem zu erarbeitenden Beprobungs- und Untersuchungsprogramm muß eine an den Verdachtsstandort angepaßte und im Hinblick auf die Aufgabenstellung angemessener Beprobungsplan und Analysenstrategie zugrunde liegen. Eine entscheidende Bedeutung kommt dabei dem Umfang und der Qualität der HE, insbesondere auch der kritischen Darstellung aller offen gebliebenen bzw. unsicher beantworteten Fragen, zu. **Die effektive und kostengünstige Bearbeitung der OU ist nur auf der Grundlage einer sorgfältigen HE möglich!** Lücken, Unklarheiten und Fehler bedingen einen Zusatzaufwand sowie oft eine Ergänzung der Aufgabenstellung der OU.

Für die Erarbeitung des Untersuchungsprogramms werden in Anlehnung an das LAGA-QS-Arbeitspapier, Teil OU [QS 2.1], folgende Planungs- und Entscheidungsschritte vorgeschlagen:

1. Sichtung und Auswertung der Standortunterlagen
2. Festlegung über Vor- und Sonderuntersuchungen und ihre Durchführung
3. Festlegung der Beprobungsmedien
4. Erstellung des Beprobungsplans - Festlegung der horizontalen und vertikalen Lage der Beprobungspunkte
5. Auswahl der Proben für die Analytik
6. Entscheid über Untersuchungsparameter.

In den folgenden Kapiteln werden wichtige Hinweise für das konkrete Vorgehen in den einzelnen Schritten gegeben. Grundsätzlich wird empfohlen, die Bearbeitung in enger Abstimmung mit dem Auftraggeber und anderen Fachbehörden durchzuführen.

Für alle im Rahmen der OU durchzuführenden Arbeiten (Begehungen, Probennahme, Analytik) sind detaillierte Festlegungen zur Durchsetzung der Arbeitssicherheit erforderlich. Für weitergehende Hinweise wird auf Kapitel 7.3 verwiesen.

4.3.2 Sichtung und Auswertung der Standortunterlagen

Für die Erarbeitung des Beprobungsprogramms sind die Ergebnisse der HE umfassend auszuwerten. Eine Hypothese über mögliche Kontaminationen aufzustellen und darauf basierend müssen die Untersuchungsziele definiert werden. Besondere Bedeutung besitzen die für jede ausgewiesene Verdachtsfläche vorhandenen Informationen über:

- Art und Dauer der potentiell kontaminationsauslösenden Handlungen
- Umfang möglicher Sekundärkontaminationen durch singuläre Ereignisse wie Explosionen, Sprengungen, Brände
- Art der vermuteten 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 klare Zuordnung in der HE erfolgte, hinsichtlich seiner Aussagekraft und Zuverlässigkeit zu beurteilen:

- Vorhandene Kontamination mit Eingrenzung des Kontaminatinschwerpunktes (z. B. belegt durch Aktenlage, Aussage eines zuverlässigen Zeitzeugen, Feststellungen während der Vor-Ort-Arbeiten im Rahmen der HE)
- begründeter Verdacht einer Kontamination mit oder ohne Eingrenzung des Kontaminatinschwerpunktes (z. B. wegen ungenauer Aktenlage, Vegetationsschäden, im Ergebnis der Bewertung der grundsätzlichen Handlungsabläufe am Standort, durch Analogieschlüsse von vergleichbaren Standorten)
- vager Anfangsverdacht einer Kontamination mit oder ohne Eingrenzung des Kontaminatinschwerpunktes (z. B. wegen widersprüchlicher Hinweise und Angaben, zweifelhafter Aussagen von Personen).

Grundsätzlich gilt: Je ungenauer die Aussagen, desto höher ist der Aufwand für die Beprobungen und Untersuchungen. Im Einzelfall ist deshalb zu prüfen, ob durch zusätzliche Recherchen oder Befragungen zusätzliche Informationen eingeholt werden können, die eine exaktere Erarbeitung des Beprobungsprogramms ermöglichen.

4.3.3 Vor- und Sonderuntersuchungen

Im Rahmen von Vor- und Sonderuntersuchungen werden zusätzliche, für die Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms wichtige, z. T. unabdingbare Informationen ermittelt.

Durchführung von Schnelltests (Kapitel 7.2.2)

Von den Bereichen mit begründetem Kontaminationsverdacht oder vagem Anfangsverdacht werden Proben entnommen, die ggf. bereits vor Ort mit einem Schnelltest auf die zu erwartende Hauptkontaminante bzw. relevante Stoffgruppen untersucht werden.

Mit diesem Vorgehen ist es oft möglich, bereits nach Abschluß der Voruntersuchungen eine Verifizierung des Verdachtes, z. T. bereits ein qualitatives bis halbquantitatives Belastungsprofil dieser Bereiche zu erstellen.

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 dieser Verfahren bestehen darin, daß sie berührungslos und zerstörungsfrei arbeiten und daß sie sich besonders bei der Untersuchung größerer Flächen oft kostengünstig einsetzen lassen. Als Nachteil ist zu nennen, daß die auf den Rüstungsalblastverdachtsstandorten oft vorhandenen Betonreste (mit umfangreicher Stahlbewehrung) gleiche Meßsignale erzeugen. Eine Trennung bzw. Identifizierung von zwischen bzw. nahe diesen Resten liegenden Gegenständen ist oft erst durch Nachgraben realisierbar.

Anmerkung: Die Durchführung weiterer geophysikalischer Untersuchungen ist auch in anderen Stufen der technischen Untersuchung möglich.

Erkundung von Kanälen und Hohlräumen

Die im Rahmen der HE und/oder der vorher genannten geophysikalischen Untersuchungen gefundenen Kanäle und Hohlräume sind orientierend zu erkunden. Sowohl aus Arbeitssicherheitsgründen (z. B. befinden sich in Abwasserkanälen von Explosivstofffabriken oder Füllstellen oft Sprengstoffbrocken, in Hohlräumen können Kampfstoffe oder Munition abgelagert sein) und wegen der begrenzten Abmessungen werden Begehungen ausgeschlossen.

Die konkreten Forderungen sind im Einzelfall zu definieren. Angebote zur Durchführung der Arbeiten sind von Spezialfirmen einzuholen.

Anmerkung: Eine vollständige Erkundung und ggf. Räumung erfolgt in späteren Untersuchungsphasen!

4.3.4 Stoffliche Untersuchungen

4.3.4.1 Erarbeitung des Beprobungsplans

4.3.4.1.1 Entscheid über Beprobungsmedien

Zur Einbeziehung der verschiedenen Beprobungsmedien gilt:

- Bodenuntersuchungen sind i. d. R. durchzuführen
- Untersuchungen des obersten Grundwasserleiters sind i. d. R. durchzuführen, wenn seine Gefährdung nicht ausgeschlossen werden kann.
Entscheidende Bedeutung besitzen hydrogeologische und geologische Standortfaktoren, z. B. Mächtigkeit und Durchlässigkeit von Deckschichten.
- Eluat- und Sickerwasseruntersuchungen können sinnvoll sein, wenn keine direkte Untersuchung des Grundwassers mit vertretbarem Aufwand möglich ist.

- Bodenluftuntersuchungen sind durchzuführen, wenn als Ergebnis der HE Hinweise auf leichtflüchtige Schadstoffe vorliegen. Voraussetzung ist außerdem das Vorliegen einer ausreichend mächtigen ungesättigten und durchlässigen Bodenzone.

4.3.4.1.2 Bodenprobennahme

Im Bodenprobennahmeprogramm sind Festlegungen zur horizontalen (Lage und Anzahl der Beprobungspunkte) sowie zur vertikalen Verteilung (Beprobungsteufe, Beprobungsintervall) zu treffen.

Horizontale Lage der Beprobungspunkte

Wesentlichen Einfluß auf die Probennahmestrategie haben folgende Parameter: Größe des Verdachtsstandortes (bzw. der Verdachtsfläche), die heutige bzw. die geplante Nutzung sowie der Umfang und die Zuverlässigkeit der Kenntnisse zu den potentiell kontaminierten Bereichen.

Zur Festlegung der Beprobungspunkte werden folgende Varianten vorgeschlagen:

- Durchführung einer objektbezogenen Beprobung
 - * Beprobung der in der HE detailliert ausgewiesenen potentiell kontaminierten Bereiche (insbes. der Kontaminationsschwerpunkte)
Die Lage der Beprobungspunkte wird unter Berücksichtigung der aus den ehemaligen technologischen Abläufen abgeleiteten Kontaminationsverteilung sowie der vorliegenden Vor-Ort-Bedingungen (z. B. bauliche Anlagen, Vegetation, Geländestruktur, auffällige Flächenbereiche) definiert. Soweit einschlägige Informationen vorliegen (siehe Kapitel 4.3.2), erfolgt die Probenahme in den potentiellen Kontaminationsschwerpunkten („Schadstoffnestern“) bzw. besonders belasteten Teilflächen.
Zur Anwendung kommen i. d. R. Rammkernsondierungen mit einem Durchmesser von mindestens 50 mm
 - * Beprobung im Raster bei stark inhomogener bzw. völlig unbekannter Schadstoffverteilung (siehe Kapitel 4.3.2) und, soweit eine flächendeckende Untersuchung des gesamten Standortes erforderlich ist, zwischen den Kontaminationsschwerpunkten.
Diese Variante ist bei Rüstungsalblastverdachtsstandorten (bzw. -flächen) mit umfangreichen Bombardierungen, Explosionen, Bränden und Sprengungen oder mit umfangreicher Nachkriegsbautätigkeit von besonderer Bedeutung. Oft wird kontaminiertes Material auch an solchen Stellen gefunden, die nach den branchentypischen Abläufen unter Berücksichtigung der Vor-Ort-Verhältnisse als unverdächtig eingestuft wurden.
Die Verteilung der Beprobungspunkte erfolgt in Form eines geometrischen Rasters, z. B. in Form eines quadratischen Rasters. Der Rasterabstand ist unter besonderer Berücksichtigung der Größe der vermuteten Kontaminationsfläche (bzw. potentiellen Kontaminationsverteilung), der Art des Verdachtes (begründet, vage) und der heutigen bzw. geplanten Nutzung auszuwählen. Er sollte bei den Beprobungen Abstände von 50 m bei Kinderspielflächen / Wohngebieten und von 100 m bei Park / Freizeitanlagen und Industrie- / Gewerbegebiete nicht überschritten werden.
Grundsätzlich gilt, daß im Rahmen der OU in einem großflächigeren Raster beprobt werden sollte, das unter Berücksichtigung der Ergebnisse im Rahmen der DU verengt wird. Weitergehende Betrachtungen zur Festlegung des Rasters sind z. B. in [ASCHENBRENNER & KNOBLICH 1995] enthalten.
Die Entnahme der Proben wird mittels Rammkernsondierung oder Bohrstocksondierung (Durchmesser 28 mm oder 35 mm) durchgeführt. Sind oberflächennahe Bereiche von Flächen sensibler Nutzungen zu untersuchen, wird eine Mischprobe auf einer Fläche von max. 100 m² entnommen.
- Durchführung einer nutzungsbezogenen Beprobung
Es erfolgt eine gezielte, auf die heutige bzw. geplante Nutzung bezogene Beprobung von in der HE

ausgewiesenen potentiell kontaminierten Bereichen (unter Berücksichtigung der relevanten Expositionspfade).

Tabelle 1 enthält Orientierungshilfen ⁶ für die Festlegung der Anzahl der Beprobungspunkte für Altstandorte im Bereich zwischen Kontaminationsschwerpunkten und für Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen in Abhängigkeit der Flächengröße und der Art der Nutzung [QS 2.1].

Tabelle 1: Orientierungshilfe für die Anzahl der Beprobungspunkte im Bereich zwischen den Kontaminationsschwerpunkten und für Flächen mit allgemeinen Verdachtshinweisen

Flächengröße [m ²]	Nutzung	
	z.B. Kinderspielflächen, Wohngebiete	z.B. Park- und Freizeitanlagen, Industrie- / Gewerbegebiete
	Anzahl der Beprobungspunkte (Orientierungshilfe)	Anzahl der Beprobungspunkte (Orientierungshilfe)
< 500	3	2
500 - 10.000	3 - 10	2 - 5
10.000 - 100.000	10 - 40	5 - 10

Der Beprobungsplan kann wesentlich durch Meßergebnisse von während des Aufschlusses bzw. der Beprobung eingesetzten Schnelltestverfahren (siehe Kapitel 4.3.3), mobilen Meßgeräten bzw. eines mobilen Labors vor Ort beeinflusst werden. Nach Vorliegen von Analysenergebnissen kann oft eine Präzisierung der Lage der Beprobungspunkte erfolgen und somit eine gezieltere Beprobung realisiert werden. Weitergehende Erläuterungen und Hinweisen zur Probennahmestrategie sind in [QS 2.1].

Vertikale Lage der Beprobungspunkte

Zur Beprobungsteufe

Grundsätzlich sind die Festlegungen und Hinweise des Kapitels 7.1.1.2 zu berücksichtigen. Die Teufe sollte bei der Beprobung von potentiellen Kontaminationsschwerpunkten (bekannte Kontaminatinschwerpunkte) unter Berücksichtigung des Pfades Boden - Wasser i. d. R. mindestens 2 m, bei ausschließlicher Berücksichtigung des Pfades Boden - Mensch ca. 0,3 m betragen. Liegen keine eingrenzenden Informationen zum Kontaminatinschwerpunkt vor, wird die Rasterbeprobung i. d. R. bis zu einer Teufe von 1 m durchgeführt.

Zum Beprobungsintervall

Pro Teufenabschnitt mit gleichen geologischen und organoleptischen Merkmalen, mindestens aber im Meterabstand, wird eine Probe entnommen (siehe auch Kapitel 7.1.1).

4.3.4.1.3 Grundwasserprobennahme

Zur Beurteilung der Beschaffenheit des Grundwassers werden i. d. R. 3 permanente Meßstellen zur Untersuchung des oberflächennahen Grundwasserstockwerkes empfohlen (eine im Anstrom und zwei im Abstrom im Bereich der höchsten Belastung). Bei einer Breite des Kontaminatinschwerpunktes (quer zur Grundwasserfließrichtung) > 100 m kann eine höhere Anzahl von Grundwassermeßstellen erforder-

⁶ Die Tabellen gelten nicht für die oberflächennahe Beprobung, da bei der oberflächennahen Beprobung der Beprobungspunkt den Mittelpunkt der Einstichstellen für Mischproben darstellt.

lich sein [LWA NRW 1989]. Vorhandene Grundwasseraufschlüsse können einbezogen werden. Weitere Hinweise zur Wasserprobennahme sind im Kapitel 7.1.1.3 enthalten.

Wird im Zuge der analytischen Untersuchungen eine Beeinträchtigung des Grundwassers nachgewiesen, wird empfohlen im Zuge der OU keine weiteren Beprobungen vorzunehmen.

Ansonsten ist jede Meßstelle im Abstand von ca. 4 bis 8 Monaten mindestens zweimal zu beproben. (Soweit die OU zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen ist, sollte ein zusätzlicher Auftrag des AG zur Beprobung erteilt werden.)

Die Untersuchung eines tieferen, zweiten Grundwasserleiters sollte dann erfolgen, wenn eine Verunreinigung des obersten Grundwasserleiters sicher nachgewiesen wurde und aufgrund der hydrogeologischen Verhältnisse nicht mit hinreichender Sicherheit ausgeschlossen werden kann, daß eine Beeinträchtigung des tieferen Grundwasserstockwerkes erfolgt ist [QS 2.1].

4.3.4.1.4 Probennahme Bodenluft

Die Festlegung der horizontalen Lage von Bodenluftmeßstellen erfolgt im wesentlichen analog der Bodenuntersuchung, sofern der Verdacht auf flüchtige Kontaminanten besteht und die Untergrundverhältnisse Bodenluftuntersuchungen zulassen. Soweit keine Informationen über die Tiefenlage der potentiellen Kontamination vorliegen, wird die Probe in einer Tiefe von mindestens 1 m unter Geländeoberkante entnommen. Für weitere Details wird auf Kapitel 7.1.1 verwiesen.

4.3.4.1.5 Ergänzende Probennahmen

In Abhängigkeit von den konkreten Standortbedingungen können sich weitere Proben erforderlich machen, z. B. Oberflächen-, Sickerwasser- oder Bausubstanzproben. Hinweise zur Durchführung sind im Kapitel 7.1.1 enthalten.

4.3.4.2 Erarbeitung des Untersuchungsprogramms für die chemische Analytik

4.3.4.2.1 Entscheid über Untersuchungsparameter

Die Analytikstrategie orientiert sich an der Historie des Verdachtsstandortes und am branchentypischen Schadstoffspektrum. Besondere Bedeutung haben:

- Art und Menge der produzierten, verarbeiteten, gelagerten oder vernichteten Stoffe
- Art und Menge der dabei entstandenen Nebenprodukte
- eingesetzte Hilfsstoffe
- die aus diesen Stoffen durch mikrobielle Metabolisierung bzw. chemische Umwandlungen entstandenen Substanzen.

Grundsätzlich wird zunächst eine umfangreiche Stoffliste erstellt bzw. aus der HE übernommen. Um die Untersuchungen im Rahmen der OU mit vertretbarem Aufwand zu realisieren, muß eine gezielte Einschränkung der zu untersuchenden Parameter unter Berücksichtigung folgender Kriterien erfolgen:

- Die Substanz bzw. die Substanzgruppe liefert einen guten Überblick über die Ausmaße der Kontaminationen.
- Die Substanz ist von besonderer öko- und humantoxikologischer Bedeutung
- Die Substanz ist im Spurenbereich analytisch erfaßbar.

Im Ergebnis wird eine verdachtsflächenspezifische Liste analytisch zu untersuchender Grundparameter erstellt.

Zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung wird auf folgende Hilfsmittel verwiesen: In der Anlage 5 „Rüstungsalblastrelevante Standorttypen und ihre Kontaminationsschwerpunkte“ wird u. a. das we-

sentliche Schadstoffspektrum für wichtige Nutzungstypen angegeben. In [UBA 1994] sind weiterführende Angaben enthalten.

Grundsätzlich ist die Stoffliste jedoch unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen zu präzisieren.

Zu Fragen der Stoffgefährlichkeit wird u.a. auf die im Rahmen des Forschungsvorhabens des Umweltbundesamtes "Verdachtsstandorte von Rüstungsaltslasten in Deutschland" erstellten Explosivstoff- [UBA 1996/1] und Kampfstoff-Lexika [UBA 1996/2] verwiesen.

Die Entscheidung über die Untersuchungsparameter und das auszuwählende Analysenverfahren stellt eine Grundlage für die Festlegung des Ausbaus der Probennahmestelle, des Probennahmezeitpunkts, des Probennahmeverfahrens, der Probenmengen bzw. -volumina, der Probenkonservierung sowie der Transport- und Lagerungsbedingungen dar.

Im Einzelfall kann es erforderlich sein, die Untersuchungen um zusätzliche Parameter zu erweitern, wenn dies aufgrund von angetroffenen Fremdbeimengungen, Ergebnissen der Vor-Ort-Analytik, ersten Analyseergebnissen oder anderen organoleptischen Auffälligkeiten angezeigt ist, dabei ist zu prüfen, ob die Probennahmebedingungen für die zusätzlichen Parameter ausreichend waren.

4.3.4.2.2 Sonstiges

Das Untersuchungsprogramm sollte zusätzlich Festlegungen zu folgenden Aspekten enthalten (siehe auch Kapitel 7.1):

- Art und Umfang des Einsatzes mobiler Meßtechnik
- Hinweise zur Probenauswahl vor Ort
- Probenkonservierung vor Ort
- Gewährleistung eines zügigen Probentransportes bei optimalen Lagerbedingungen
- Planung der Entsorgung von nicht benötigtem bzw. untersuchtem Probenmaterial vor Ort und im Labor (betr. kontaminiertes und nicht kontaminiertes Material)
Aus Kostengründen ist der Anfall von kontaminiertem Material zu minimieren
- Planung der Entsorgung von kontaminierter Schutzkleidung und von verwendeten Dekontaminationsmitteln.

4.4 Probennahme

Die Durchführung der Geländearbeiten erfolgt auf der Grundlage des Untersuchungskonzeptes. In Abhängigkeit vom Umfang der Standortarbeiten ist zu prüfen, ob ein mobiles Büro o. ä. für das Beprobungspersonal und für die evtl. Lagerung von Gegenständen und Proben eingerichtet wird.

Vor Beginn der Arbeiten erfolgt in Umsetzung des Arbeits- und Sicherheitsplanes die Belehrung und ggf. die Bereitstellung von technischen Schutzmaßnahmen.

Die örtliche Festlegung der Probennahmestellen erfolgt gemäß dem Beprobungs- und Untersuchungsprogramm. Gleiches gilt für die weiteren Aktivitäten, wie der Aufschluß, die Bodenansprache, die Probennahme, der Probentransport und der Meßstellenausbau. Die Probennahmestellen sind dauerhaft zu kennzeichnen, alle Feldarbeiten zuverlässig zu dokumentieren (siehe Kapitel 7.1.2).

Bei Verdacht auf Vorhandensein von explosionsfähigem Material oder Munition im Boden sind die Arbeiten durch den Munitionsbergungsdienst bzw. eine beauftragte Firma zu begleiten.

Das Beprobungsprogramm kann in Abhängigkeit von speziellen Befunden, die sich bei den Vor-Ort-Arbeiten ergeben, in Abstimmung mit dem Erarbeiter modifiziert werden.

4.5 Analytische Untersuchungen

In der Kette aller Einzelmaßnahmen stellen die chemisch-analytischen Untersuchungen einen wesentlichen Schritt dar. Erst nach Untersuchung der entnommenen Proben können die in der HE gewonnenen Erkenntnisse bzw. Verdachtsmomente verifiziert bzw. nicht bestätigt werden. Die Ergebnisse bilden zugleich die Grundlage für eine Gefährdungsabschätzung unter toxikologischen Gesichtspunkten.

Detaillierte Ausführungen zur Probenaufbereitung im Labor und zu den analytischen Untersuchungen sind im Kapitel 7.2 enthalten.

4.6 Dokumentation und Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Aufbereitung der Analysenergebnisse [QS 3]

Es werden folgende Arbeiten, die gemäß der Aufgabenstellung des AG zu konkretisieren sind, vorgeschlagen:

- Plausibilitätsprüfung aller Meßwerte (Überprüfung der Analyseprotokolle, Abgleich mit den Probenahmeprotokollen und Ergebnissen vorgenommener Schnelltests)
- Vergleich mit Hintergrundwerten (soweit vorhanden und sinnvoll)
- Tabellarische Zusammenstellung aller Meßwerte (einschl. Bemerkungen bei vermuteten Meßfehlern, Unregelmäßigkeiten bei der Probenahme usw.)
- Überprüfung der Gesamtdatenlage, bei Defiziten Veranlassung von Nachuntersuchungen oder Aufnahme in das Arbeitsprogramm der Detailuntersuchung (DU)
- Angabe und Begründung der verwendeten Orientierungs- bzw. Grenzwerte
In der Anlage 6 sind ausgewählte Orientierungswerte für rüstungsspezifische Schadstoffe im Boden und Grundwasser zusammengestellt. Ergänzend befinden sich im Literaturverzeichnis Hinweise auf weitergehende Quellen. Für die Werte von Schwermetallen und anderen auf zivilen Altlasten vorkommenden Schadstoffen wird auf die Orientierungs- bzw. Bewertungshilfen der Länder verwiesen.
- Übersichtliche Zusammenstellung ausgewählter wesentlicher Meßwerte von relevanten Schadstoffen (z. B. maximale oder mit Überschreitung der Orientierungswerte) in Tabellen oder Grafiken, getrennt nach Boden-, Wasser-, Bodenluft- und sonstigen Untersuchungen
- Erarbeitung von Plänen geeigneten Maßstabs mit Darstellung von kontaminierten Bereichen und Meßwerten ausgewählter Beprobungspunkte.

Präzisierung der geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen

Die Präzisierung erfolgt durch Kombination der in der HE anhand von Plänen und einschlägiger Literatur ermittelten Informationen mit den bei den Bohrungen und Sondierungen gewonnenen Daten. Auf der 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.

Dokumentation

Sämtliche Ergebnisse der Feld- und Laborarbeiten sind vollständig und zuverlässig zu dokumentieren. Wichtige Ergebnisdarstellungen sind in das Gutachten aufzunehmen. Protokolle, Tabellen usw. werden als Anlagen beigelegt.

4.7 Gefährdungsabschätzung und Empfehlungen für weitere Vorgehensweise

Nach Abschluß der Beprobungs- und Untersuchungsarbeiten ist eine objektive Beschreibung und Beurteilung (ohne rechtliche Bewertung) des von dem Standort ausgehenden Gefährdungspotentials vorzunehmen. Als wesentliche Bestandteile sind zu nennen:

- Beurteilung der relevanten Schadstoffe einschl. Abbau- und Umwandlungsprodukte (unter Einbeziehung von physikalischen, chemischen, toxikologischen Eigenschaften sowie der festgelegten Orientierungswerte)
- Charakterisierung kontaminierter Bereiche (Lage, vermutete Ausdehnung in Fläche und Tiefe) und Bewertung der Zuverlässigkeit der Eingrenzungen
- Erstbeurteilung der räumlichen und zeitlichen Ausbreitungsmöglichkeiten von Schadstoffen in der Umwelt
- Ersteinschätzung der Art und des Umfangs der möglichen Aufnahme von Schadstoffen durch Menschen, Tiere und Pflanzen (Berücksichtigung der gegenwärtigen und bei geplanten Änderungen auch der künftigen Nutzung)
- Beprobungsvorschläge für erforderliche Nachfolge- bzw. Zusatzuntersuchungen (mit Kostenabschätzung).

Schlußfolgernd ist abzuleiten, ob der Verdachtsstandort bzw. die Verdachtsfläche(n)

- als unbedenklich eingestuft und aus dem Altlastverdacht entlassen werden kann oder
- wegen der umfangreichen Kontaminationen einer anschließenden DU zu unterziehen ist.

Bei Vorliegen einer akuten Gefährdung sind Sofortmaßnahmen vorzuschlagen. Zusätzlich sind je nach Bedarf Maßnahmen zur Überwachung und Kontrolle (Verfahren, Meßstellen), eine Aufgabenstellung für Detailuntersuchungen (einschl. Kostenabschätzung), Nutzungseinschränkungen sowie evtl. notwendige Gefahrenabwehrmaßnahmen (z. B. Munitionsbergung) vorzuschlagen.

Ein Gliederungsvorschlag für den Abschlußbericht befindet sich in Anlage 4.

4.8 Literatur

Quellennachweis

[ASCHENBRENNER & KNOBLICH 1995]

Aschenbrenner, F., Knoblich, K.: Das Auffinden von Kontaminationsflächen innerhalb von Altstandorten, in: Wasser & Boden 47 (1995), Heft. 2, S. 16-19

[QS 2.1]

Teilthema 2.1 - „Probennahmestrategie“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Umweltbundesamt erstellt, 1999

[QS 3]

Teilthema 3: „Anforderungen an Untersuchungsstellen, Gutachter und Gutachten“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen erstellt, 1998

[LWA NRW 1989]

Landesanstalt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten, 1989

[UBA 1994]

Thieme, J., Bassek, H., Appler, B., Haas, R., Kopecz, P., Niclauß, M.:
Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblaststandorten, UBA-Texte 43/94, Berlin 1994

[UBA 1996/1]

Haas, R.: Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, Band 2: Explosivstofflexikon, UBA-Texte 26/96, Berlin, 1996

[UBA 1996/2]

Kopecz, P.: Bestandsaufnahme von Rüstungsalblastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, Band 2: Kampfstofflexikon, UBA-Texte 27/96, Berlin, 1996

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Bachmann, G. et al.: Ableitung bundeseinheitlicher Prüfwerte zur Gefährdungsabschätzung von kontaminierten Böden und Altlasten, in: altlasten spektrum 6(1997); S.74-79
- [2] Bunge, R.: Probennahme auf Altlasten: Bei welcher Rasterweite wird ein 25 m² großer Schadstoffherd mit 85% Wahrscheinlichkeit entdeckt!, in: altlasten spektrum 5(1996), S.14-18
- [3] Dieter, H. H.: Kriterien und Konzentrationsvorschläge zur gesundheitlichen Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten in Böden und Trinkwasser, in: WaBoLu-Hefte 7/94
- [4] Dieter, H. H.: Humantoxikologische Bewertung von sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten (STV), in: Vortrag CPM-Tagung "Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten (II)", 1994, Oranienburg
- [5] Haas, R.: Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsalblasten, Dissertation 1992, in: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 55, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1992
- [6] Höring, H. et al.: Gesundheitliche Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten, in: WaBoLu-Hefte 6/94
- [7] Höring, H.: Toxikologische Bewertung einzelner Explosivstoffe, Vorprodukte und Metaboliten im Grund- und Trinkwasser, in: Vortrag CPM-Tagung "Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten", 1994, Bad Godesberg
- [8] Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, Umweltministerium Baden-Württemberg (Hsgb.): Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Stuttgart, 1993

- [9] Schneider, K.: Toxikologische Bewertung von Grundwasserkontaminationen, in: Grundwassersanierung 1995, UTECH Berlin, IWS-Schriftenreihe 23
- [10] Thomé-Kozmiensky, K. (Hsgb.): Altlasten 3, Kapitel 2: Geophysikalische Erkundung von Altlasten, EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik GmbH, Berlin, 1989
- [11] Wollin, K.-M., Höring, H., Dieter, H. H.: Kriterien zur toxikologischen (Summen-) Bewertung sprengstofftypischer Verbindungen (STV) aus Rüstungsaltlasten, in: Rippen - Handbuch Umweltchemikalien, Teil II.2.6, 34. Erg. Lfg. 5/96, ecomed-Verlag
- [12] Knödel, K., Krummel, H., Lange, G.: Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten; Band 3 - Geophysik; Springer Verlag; 1997
- [13] Materialien der Altlastenbehandlung Land Sachsen 3/1998; Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten
- [14] Materialien der Altlastenbehandlung Land Brandenburg Band 4; Anforderungen an die Untersuchungen von Altlast-Verdachtsflächen/Altlasten in der Orientierungs- und Detailphase

5 Technische Untersuchung - Phase 2: Detailuntersuchung

5.1 Zielstellung

Die Detailuntersuchung (DU) umfaßt die Gesamtheit der standort- und wirkungspfadspezifischen Untersuchungen um - aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung - Art und Ausmaß der von einer Altlastverdachtsfläche ausgehenden Risiken festzustellen und einer abschließenden Beurteilung zuzuführen.

Die Detailuntersuchung dient der horizontalen und vertikalen Eingrenzung der Kontaminationen in Boden und Grundwasser. Ziele der Detailuntersuchung sind :

- Lokalisierung der Kontaminationsquelle(n) und Feststellung der Schadstoffausbreitung in den Umweltmedien
- Feststellung des qualitativen/quantitativen Schadstoffpotentials und Abschätzung der Mengen
- Erfassung der relevanten Wirkungspfade wie Boden - Mensch, Boden - Nutzpflanze, Boden - Wasser und der Exposition der Schutzgüter
- Bestimmung der Mobilität bzw. Mobilisierbarkeit der festgestellten Schadstoffe
- Bestimmung der Austragsraten in Grundwasser, Oberflächengewässer und Luft
- Abschätzung einer möglichen weiteren Schadstoffausbreitung
- toxikologische Bewertung.

Im Ergebnis erfolgt eine fachliche Einschätzung der von dem (Rüstungsaltlastverdachts) - Standort ausgehenden Risiken für die Schutzgüter mit einer Ableitung von Handlungsempfehlungen als Grundlage für die Bewertung durch die zuständigen Behörden.

5.2 Erarbeitung des Beprobungs- und Untersuchungsprogramms

Die Untersuchungsstrategie für die Detailuntersuchung ist so zu planen, daß

- eine horizontale und vertikale Eingrenzung der verunreinigten Boden-, Bodenluft- und Grundwasserbereiche möglich ist,
- die zum Zeitpunkt der Untersuchung vorhandene Schadstoffausbreitung erfaßt werden kann und
- eine Prognose der zukünftigen Schadstoffausbreitung möglich ist.

Grundlage für die weitere Untersuchungsstrategie bildet die Bewertung der bei der orientierenden Untersuchung ermittelten Daten.

Für die abschließende Beurteilung der altlastverdächtigen Fläche durch den Gutachter und Bewertung durch die Behörde ist es notwendig die einzelnen Untersuchungsschritte in der Detailuntersuchung so zu konzipieren, daß eine umfassende, detaillierte Sachverhaltsbeschreibung der altlastverdächtigen Fläche vorgenommen werden kann [QS 2.1].

Die Aufstellung des Untersuchungsprogramms erfolgt analog der Vorgehensweise bei der orientierenden Untersuchung:

- Festlegung der Beprobungsplans

- Festlegung der Analysenstrategie
- Festlegung der Untersuchungsparameter.

Analog zum Vorgehen bei der orientierenden Untersuchung sind auch bei der Detailuntersuchung präzise Festlegungen in bezug auf Arbeitssicherheitsmaßnahmen zu treffen. Weitergehende Hinweise enthält Kapitel 7.3.

5.2.1 Auswertung der Ergebnisse der orientierenden Untersuchung

Die Aufstellung des Beprobungsplanes für die Detailuntersuchung erfolgt auf der Grundlage der bisher vorliegenden Erkenntnisse und wird auf diesen im Einzelfall weiterentwickelt, d.h. die Ergebnisse der historischen Erkundung, der orientierenden Untersuchung, der Grundwasser- und der vor-Ort-Untersuchungen sowie Bereiche mit organoleptischen Auffälligkeiten sind nochmals auf die Lage möglicher Kontaminationsschwerpunkte zu überprüfen.

Die ermittelten Ergebnisse der orientierenden Untersuchung sind insbesondere im Hinblick auf folgende Informationen auszuwerten:

- Lage und Tiefe der ermittelten Kontaminationen
- vermutete horizontale und vertikale Ausbreitung
- Überprüfung der Eingrenzung von Kontaminationsschwerpunkten/Aufzeigen von Unsicherheiten
- nachgewiesenes Schadstoffspektrum
- aktuelle und zukünftig geplante Nutzungen der (Rüstungs-) Altlastverdachtsfläche(n)
- Gefährdungspfade / betroffene Schutzgüter.

5.2.2 Festlegung der Beprobungsmedien

Bodenuntersuchungen sind in jedem Fall erforderlich, um die ermittelten Kontaminationen einzugrenzen. Bodenluftuntersuchungen sind nur bei in der orientierenden Untersuchung bei nachgewiesenen Bodenluftverunreinigungen (flüchtige Schadstoffe) erforderlich.

Detailuntersuchungen des Grundwassers werden durchgeführt, wenn in der orientierenden Untersuchung zwischen An- und Abstrom der kontaminierten Flächen Differenzen in den Schadstoffkonzentrationen im obersten Grundwasserleiter festgestellt wurden und/oder, wenn nicht ausgeschlossen werden kann, daß tiefere Grundwasserstockwerke ebenfalls belastet sind.

Zusätzlich sollten weitere wirkungspfadspezifische Untersuchungen z. B. von Oberflächengewässern, Nutzpflanzen durchgeführt werden, um mögliche Gefährdungspfade abschließend beurteilen zu können.

5.2.3 Bodenprobennahme

5.2.3.1 Horizontale Lage der Probennahmepunkte

Die Probennahmestrategie beinhaltet in jedem Fall eine Verdichtung der Beprobungspunkte gegenüber der orientierenden Untersuchung.

Grundlage sind die in der orientierenden Untersuchung ermittelten Hinweise auf Verunreinigungen, die unterschiedlich deutlich sein können und bezüglich der Aussagekraft zur Lage von Kontaminationsschwerpunkten sowie zur Schadstoffausbreitung in der Regel stark variieren. Die Probennahmestrategie

setzt sich dabei aus mehreren Einzelkonzepten für unterschiedlich kontaminierte Teilflächen ⁷ zusammen.

Für die weitere Beprobungsplanung sind die Ergebnisse der Historischen Erkundung auf die Lage möglicher Kontaminationsquellen noch einmal zu überprüfen. Auch die Ergebnisse der Grundwasseruntersuchungen, Organoleptik und vor-Ort-Methoden sind für die Lokalisierung zu nutzen.

Die Beprobung in den Bereichen der **vermuteten** Kontaminationen ist durch zusätzliche Probennahmepunkte zu verdichten.

Im Vergleich zur orientierenden Untersuchung ist auch hier von einer mindestens doppelt so hohen Probennahmedichte auszugehen, wobei die Abstände zwischen den Probennahmestellen nicht größer als 20 m gewählt werden sollten.

⁷ Es lassen sich in der Regel **drei Fälle** unterscheiden [UBA 1997]:

- Wurden in der Orientierenden Untersuchung Kontaminationsschwerpunkte durch **deutlich ausgeprägte Prüfwertüberschreitungen** (hohe Überschreitungen und/oder häufiges Auftreten von Überschreitungen) bestätigt, sind diese durch weitere Probennahmepunkte einzugrenzen.

Das Ausmaß dieser Verdichtung ist im wesentlichen in Abhängigkeit von der Konzentration und der Ausbreitungsrichtung der Kontamination festzulegen. Bereiche mit großen Konzentrationsunterschieden in unmittelbarer Nähe von Kontaminationsquellen oder in vermuteter Ausbreitungsrichtung sind unter Berücksichtigung der jeweiligen Standortgegebenheiten dichter zu beproben.

Weitere Untersuchungen werden notwendig, wenn sich durch die Organoleptik oder durch vor-Ort-Methoden Auffälligkeiten zeigen. Die notwendige Beprobungsdichte wird im Einzelfall verschieden sein. Sie sollte jedoch gegenüber der Orientierenden Untersuchung deutlich erhöht sein.

- Sind die gefundenen **Prüfwertüberschreitungen weniger deutlich ausgeprägt** (geringe Überschreitungen und/oder nur punktuelleres Auftreten von Überschreitungen), so liegt der Schwerpunkt der Untersuchung auf einer gründlichen **Überprüfung** der belasteten Teilflächen.

Bei **einmalig auftretenden hohen Prüfwertüberschreitungen** ist das nähere Umfeld bis zu den benachbarten Bohrpunkten zu kontrollieren. Hierbei ist eine stufenweise Vorgehensweise, bei der zunächst 4 Bohrpunkte im Abstand von ca. 5 m in allen Richtungen um die festgestellte Belastung gesetzt werden, zu empfehlen. Bei organoleptischen Auffälligkeiten während der Probennahme sollte die Beprobungsfläche entsprechend ausgedehnt werden, z. B. durch ein polares Raster. Sind keine Auffälligkeiten zu erkennen, sollten Proben aus dem engeren Umfeld der belasteten Probennahmestelle entnommen werden, um die genaue Ausdehnung des belasteten Bereiches zu ermitteln.

Treten **geringe Prüfwertüberschreitungen in benachbarten Probennahmepunkten** auf, so sind die Bereiche zwischen diesen Punkten bis zu den Bodenbereichen ohne Prüfwertüberschreitungen durch weitere Untersuchungen zu überprüfen. In der Regel wird dabei die Beprobungsdichte gegenüber der Orientierenden Untersuchung verdoppelt, wobei die Abstände zwischen den Probennahmestellen nicht mehr als 20 m betragen sollten. Weitere Untersuchungen werden notwendig, wenn sich durch die Organoleptik oder durch vor-Ort-Methoden Auffälligkeiten zeigen.

- Wurden in potentiell kontaminierten Bereichen **trotz berechtigten Verdachts** (z. B. bereits in der Orientierenden Untersuchung ermittelte Grundwasserbelastungen, Belastungshinweise aus der Historischen Erkundung, beobachtete Pflanzenschäden etc.) **keine Prüfwertüberschreitungen festgestellt**, so ist davon auszugehen, daß an den Kontaminationsschwerpunkten „vorbeisondiert“ wurde.

5.2.3.2 Vertikale Lage der Probennahmepunkte

Die Tiefe der Sondierungen sowie die tiefenbezogenen Beprobungsabstände sind abhängig

- von den relevanten Wirkungspfaden und
- an den in der orientierenden Untersuchung gefundenen Belastungstiefen bzw. den vermuteten Kontaminationsquellen auszurichten.
- Ferner ist die Mobilität der Schadstoffe in Abhängigkeit von den vorhandenen Standortbedingungen zu berücksichtigen. Sie wird außer durch den Schadstoff selbst von Bodeneigenschaften (Sorptionskapazität, Wasserleitfähigkeit usw.) sowie der Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Versiegelungsgrad) bestimmt.

Bei der Festlegung der vertikalen Lage der Probennahmepunkte sollten die Ergebnisse der Präzisierung der geologischen und hydrogeologischen Standortbedingungen aus der orientierenden Untersuchung einbezogen werden (vgl. Kapitel 4.6).

Zur Überprüfung der Wirkungspfade Boden - Mensch ⁸, Boden - Nutzpflanze ⁸, Boden - Luft und Boden - Oberflächenwasser im Hinblick auf betroffene sensible Nutzungen sind oberflächennahe Proben zu entnehmen.

5.2.4 Bodenluftprobennahme

Wurden in der orientierenden Untersuchung Bodenluftverunreinigungen (z. B. Mononitrotoluole, Nitrobenzole, Lösungsmittel) festgestellt, so können in der Detailuntersuchung weitere Bodenluftuntersuchungen durchgeführt werden. An ausgewiesenen Belastungsschwerpunkten der Bodenluft aus der orientierenden Untersuchung müssen gleichzeitig Bodenproben untersucht werden, um Aussagen über das tatsächlich vorhandene Schadstoffspektrum in der abschließenden Gefahrenbeurteilung treffen zu können.

Die zu untersuchenden Parameter entsprechen den in der orientierenden Untersuchung festgestellten relevanten, flüchtigen Schadstoffen. Die Lage der potentiellen bzw. in der orientierenden Untersuchung festgestellten Kontaminationsschwerpunkte entscheidet über die horizontale Lage der Probennahmepunkte für die Bodenluftuntersuchung. An erkannten Kontaminationsschwerpunkten kann darüber hinaus eine tiefenhorizontierte Bodenluftuntersuchung in Abhängigkeit von Mächtigkeit und Inhomogenität der ungesättigten Zone erfolgen. Die Beprobung findet dabei je nach Gegebenheiten meterweise bzw. horizontspezifisch statt (vgl. VDI 386). Je nach Standorttyp bzw. Mächtigkeit der ungesättigten Zone ist über die Anzahl der Beprobungspunkte sowie die Beprobungsabstände im Einzelfall zu entscheiden.

5.2.5 Grundwasserprobennahme

Eine Detailuntersuchung des Grundwassers ist nur dann erforderlich, wenn im Rahmen der orientierenden Untersuchung konkrete Hinweise auf eine vorhandene Beeinflussung ermittelt worden sind.

Dies ist nach [LWA NRW 1989] dann der Fall, wenn

- im Abstrom erhöhte Schadstoffkonzentrationen gemessen **und**
- entsprechende Differenzen zwischen An- und Abstrom nachgewiesen wurden.

⁸ Gemäß E-BodSchV vom 21.01.1999

Aus der orientierenden Untersuchung existieren in der Regel drei Grundwassermeßstellen im obersten Grundwasserleiter. Ziel detaillierter Untersuchungen ist die räumliche Abgrenzung des belasteten Grundwasserbereichs sowie die Ermittlung der Grundwasserfließrichtung durch Errichtung weiterer Meßstellen. Weitere Meßstellen sind zu errichten, wenn [[QS 2.1, HLFU 1996, LFU BW 1996]:

- komplexe bzw. wechselnde Grundwasserfließrichtungen ermittelt wurden
- eine große flächenhafte Ausdehnung des kontaminierten Bereiches festgestellt wurde
- bei der orientierenden Untersuchung Schadstoffe in grundwasserrelevanten Tiefen nachgewiesen wurden
- ein Verdacht auf Kontaminationen weiterer, tiefer liegender Grundwasserleiter besteht oder
- wenn sich aufgrund des hydrogeologischen Standortgegebenheiten und des festgestellten Schadstoffspektrums Hinweise ergeben, die relevante Ausbreitungspfade zum Grundwasser und/oder über das Grundwasser aufzeigen.

Sämtliche auf dem Gelände bzw. im Umfeld vorhandenen Grundwasseraufschlüsse (Meßstellen, Privatbrunnen, Quellen etc.) sind bei der Beprobungsplanung zu berücksichtigen und vor einer Beprobung auf ihre Eignung als potentielle Meßstelle zu überprüfen.

Zusätzliche Meßstellen im Abstrom von kontaminierten Bereichen sind in Form einer Meßstellenreihe senkrecht zur aktuellen Grundwasserfließrichtung zu errichten, wobei der Abstand zu den benachbarten Meßstellen ca. 50 Meter betragen sollte (LWA NRW 1989).

Weitergehende Ausführungen zur Grundwasserprobennahme sind Kapitel 7.1 zu entnehmen

Anmerkung: Diese Empfehlungen gelten nur für Poren-Grundwasserleiter. Bei Kluft-Grundwasserleitern ist die Entscheidung über weitere Probennahmestellen stets einzelfallspezifisch zu treffen [QS 2.1].

Für die weitere Untersuchung von Oberflächenwasser und Sickerwasser können keine allgemeine Vorgaben zur Konkretisierung der Ergebnisse aus der orientierenden Untersuchung abgeleitet werden. Sie sind im Einzelfall festzulegen.

5.3 Untersuchungsprogramm für die chemische Analytik

5.3.1 Auswahl der Proben für die Analytik

Grundsätzlich sind alle entnommenen **Grundwasser- und Bodenluftproben** einer chemischen Analytik zuzuführen, da sie für eine Aufbewahrung nicht geeignet sind (siehe Kapitel 7.1) [QS 2.2]/[QS 2.3].

Die Auswahl der im Laufe der Detailuntersuchung entnommenen **Bodenproben** für eine chemische Analytik erfolgt analog den bei der orientierenden Untersuchung angewandten Kriterien (vgl. Kap. 7.1.3)

Bei der Bodenprobenauswahl sind zu berücksichtigen:

- horizontale und vertikale Abgrenzung kontaminierter Bereiche
- organoleptische Auffälligkeiten
- auffällige Boden- und/oder Umgebungsluftergebnisse

- Ergebnisse von vor-Ort-Untersuchungen (z. B. TNT-Schnelltest)
- sonstige Auffälligkeiten im Gelände, z. B. Wuchsstörungen
- statistische Gesichtspunkte (repräsentative Untersuchungen).

Zur klaren Eingrenzung der Kontaminationsbereiche bietet sich die analytische Untersuchung von Rückstellproben aus tieferen Bodenbereichen oder vom Randbereich eines Kontaminationsschwerpunktes aus der orientierenden Untersuchung an. Zu beachten ist, daß die Eignung der Proben nach der Lagerung gegeben sein muß.

Die erforderlichen Maßnahmen zur Probenvorbehandlung und beim Transport ins Labor werden in Kapitel 7.1 beschrieben. Detaillierte Ausführungen zur Probenlagerung, Probenaufbereitung und zu den analytischen Untersuchungen enthält Kapitel 7.2.

5.3.2 Festlegung der Untersuchungsparameter

Das zu untersuchende Schadstoffspektrum kann gegenüber der orientierenden Untersuchung nach einer einzelfallspezifischen Entscheidung

- identisch sein,
- die Aufschlüsselung einzelner Summen- und Gruppenparameter erforderlich sein,
- der Analysenumfang ein reduziertes Schadstoffspektrum umfassen und
- die Untersuchung spezifischer Schadstofffraktionen erforderlich sein.

Außerdem können im Hinblick auf eine mögliche Schadstoffausbreitung Untersuchungen zur Mobilität der Schadstoffe und im Hinblick auf sensible Nutzungen Untersuchungen zur Toxizität der Schadstoffe notwendig sein.

Eine Reduzierung des Schadstoffspektrums kann durch Analysenergebnisse im Bereich der Bestimmungsgrenze bzw. der Hintergrundgehalte begründet sein oder durch Analysenergebnisse, die im Vergleich mit den entsprechenden Prüfwerten vernachlässigbare Risiken anzeigen [UBA 1997].

Für unterschiedlich belastete Teilflächen sind dabei angepaßte Untersuchungsparameter festzulegen.

5.4 Probennahme und analytische Untersuchungen

Die Durchführung der Geländearbeiten sowie der analytischen Untersuchungen erfolgt analog der Vorgehensweise bei der orientierenden Untersuchung (vgl. Kap. 4.4 und 4.5).

5.5 Dokumentation und Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Im Zuge der Auswertung ist eine Plausibilitätsprüfung aller gewonnenen Daten durchzuführen. Dazu sind die Analysenergebnisse mit den Probennahmeprotokollen und Geländebefunden zur Aufdeckung von Zufallsergebnissen oder Probenverwechslungen abzugleichen. Die Überprüfung der rechnerischen Stimmigkeiten sowie der Eindeutigkeit von Analysendaten unter Heranziehung der Analysenprotokolle ist wichtig für den Vergleich der Ergebnisse, wenn unterschiedliche Analysemethoden verwendet worden sind. Etwaige Unregelmäßigkeiten sind zu dokumentieren.

Sämtliche Untersuchungsergebnisse sind in einem Erläuterungsbericht mit Anlagen und Anhang zusammenzufassen und durch Pläne sowie geeignete Grafiken und Tabellen anschaulich darzustellen. Das Gutachten sollte gemäß der vorgeschlagenen Rahmengliederung für „Gutachten zur orientierenden Untersuchung“ (vgl. Anlage 4) erstellt werden.

Nach Durchführung der Detailuntersuchung soll ein umfassender Kenntnisstand über die Standortverhältnisse sowie über die Art, Verteilung und Konzentration der Schadstoffe vorliegen, der eine abschließende Beurteilung durch den Gutachter und eine (rechtliche) Bewertung durch die zuständige Behörde ermöglicht. Dieser kann sowohl auf konkreten Untersuchungsergebnissen (Analysenbefunden, Schichtenverzeichnissen, Probennahmeprotokollen etc.) als auch z. T. auf weiterführenden Abschätzungen und Analogieschlüssen beruhen. Das Gutachten zur Detailuntersuchung muß daher Aussagen zu folgenden Aspekten beinhalten [UBA 1997]:

- Geologisch / hydrogeologische und hydrologische Situation
 - * Mächtigkeit und Aufbau der ungesättigten Zone (Auffüllung/Anstehendes)
 - * Tiefe und Anzahl der Grundwasserleiter einschließlich hydraulischer Trennschichten
 - * Mächtigkeit und Aufbau der Grundwasserleiter
 - * Fließrichtung, Durchlässigkeit, Transmissivität und Abstandsgeschwindigkeit
 - * Niederschlag und Grundwasserneubildungsrate.
- Kompartimentspezifische Belastungssituation
 - * relevante Schadstoffe
 - * Konzentration / Fracht
 - * horizontale und vertikale Verteilung
 - * Verfügbarkeit, Mobilität
 - * geogene und anthropogene Hintergrundgehalte.
- Nutzung, Umfeld, Schutzgüter
 - * Darstellung der ehemaligen, aktuellen bzw. geplanten Nutzung
 - * Darstellung des Umfeldes hinsichtlich der vorliegenden Nutzungsempfindlichkeit
 - * Darstellung der relevanten Wirkungspfade
 - * Darstellung der betroffenen Schutzgüter.

5.6 Gefährdungsabschätzung und Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

Die Detailuntersuchung schließt mit einer umfassenden Gefährdungsabschätzung und abschließenden Beurteilung des Altlastverdachts durch die zuständige Behörde ab. Bestandteil der Beurteilung sind im einzelnen folgende Schritte [LUA NRW 1995]:

- Darstellung aller im Einzelfall relevanten Wirkungspfade, auf denen die Schadstoffe zu Schutzgütern gelangen können
- Beschreibung der Genauigkeit, Richtigkeit und Repräsentativität der Meßergebnisse

- Ermittlung der Tatsache, ob die Schadstoffgehalte in den beurteilungsrelevanten Bereichen/Umweltmedien der Verdachtsfläche/Altlast signifikant höher als in der unbeeinflussten Umgebung sind (ursachenbezogene Betrachtung)
- Feststellung bereits eingetretener Einwirkungen auf Schutzgüter im Bereich der Altlastverdachtsfläche, deren Ursache die untersuchte Fläche ist (wirkungsbezogene Betrachtung). Beschreibung der zurechenbaren Einwirkungen nach Art und Ausmaß
- Beschreibung der Einwirkungen und Wirkungen, die nach sachkundiger Prognose in überschaubarer Zukunft nach Art und Ausmaß zu besorgen sind
- Toxikologische Bewertung
- Aufzeigen noch offener Fragen
- Vorschläge für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen zur Sachverhaltsermittlung.

Zur Beurteilung der Schadstoffgehalte bei der ursachen- und wirkungsbezogenen Betrachtung können die in Anlage 6 dargestellten Orientierungswerte für rüstungsspezifische Schadstoffe im Boden und Grundwasser herangezogen werden. Dabei sind die standortspezifischen Bedingungen für eine Expositionsbetrachtung sowie die Bindungsform und Mobilität der jeweiligen Schadstoffe zu berücksichtigen.

Abgeleitet aus der abschließenden Gefährdungsabschätzung sind unter Berücksichtigung der aktuellen und geplanten Nutzung Empfehlungen zum weiteren Handlungsbedarf für den Rüstungsstandort bzw. die Verdachtsfläche(n), insbesondere zu folgenden Fragestellungen auszusprechen:

- Ist ein Sanierungsbedarf gegeben?
- Sind unter Berücksichtigung der Empfehlungen und durchgeführten Maßnahmen aus der orientierenden Untersuchung weitere Sofortmaßnahmen zur Abwehr akuter Gefahren erforderlich (z. B. Kampfmittelräumung, Einzäunung/Abdeckung hochkontaminierter Teilflächen, Nutzungseinschränkungen)?
- Ist eine fachtechnische Kontrolle (z. B. Überwachung, Grundwassermonitoring) aufgrund nur geringer Prüfwertüberschreitungen zu empfehlen?
- Welche Maßnahmen sind ggf. für eine lückenlose Überwachung erforderlich?

5.7 Literatur

Quellennachweis

[HLFU 1996]

HESSISCHE LANDESANSTALT FÜR UMWELT (HRSG.): Handbuch Altlasten Band 3: Erkundung von Altflächen - Teil 2 - Untersuchung altlastenverdächtiger Flächen, Wiesbaden 1996

[LFU BW 1996]

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser, 1996

[LUA NRW 1995]

LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN: Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten. Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung, Essen 1995

[LWA NRW 1989]

LANDESAMT FÜR WASSER UND ABFALL NORDRHEIN-WESTFALEN: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten, Düsseldorf 1989

[QS 2.1]

Teilthema 2.1 - „Probennahmestrategie“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Umweltbundesamt erstellt, 1999

[QS 2.2]

Teilthema 2.2 - „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz erstellt, 1998

[QS 2.3]

Teilthema 2.3 - „Probenbehandlung“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Rheinland-Pfälzische Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht erstellt, 1998

[UBA 1997]

Hempfling, R.; et al.; „Untersuchungsstrategie für die orientierende- und Detailuntersuchung von altlastverdächtigen Flächen“ F+E-Vorhaben ; UBA FB-97-087; 1997

[VDI 1996]

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 (Entwurf), Juni 1996

Weiterführende Literaturhinweise (Ergänzung zu Kapitel 4.8)

- [1] BRANDT, A.; J. BEUDT; R. BOUSONVILLE: Rüstungsaltlasten, Untersuchung, Probennahme, Sanierung, Heidelberg, Springer-Verlag 1996
- [2] INSTITUT FÜR GEWERBLICHE WASSERWIRTSCHAFT UND LUFTREINHALTUNG e.V. (IWL): 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, 1994
- [3] LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT ABFALL: LAGA-Informationsschrift: "Erfassung, Gefahrenbeurteilung und Sanierung von Altlasten" Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 37 (LAGA-Mitteilungen 15); Erich Schmidt Verlag Berlin, 1991
- [4] LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (HRSG.) Methodensammlung Teil 1: Methoden zur Grundwassererkundung, Materialien zur Altlastenbearbeitung, Band 20, 1995
- [5] NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM: Allgemeines Leistungsverzeichnis für Detailuntersuchungen zur Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltlasten in Niedersachsen, 1994
- [6] NOTHBAUM, N.; R.W. SCHOLZ ET AL.: Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden, Bd. 13 der Reihe "Schadstoffe und Umwelt", Erich Schmidt Verlag 1994
- [7] Materialien der Altlastenbehandlung Land Sachsen 3/1998; Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten

- [8] Materialien der Altlastenbehandlung Land Brandenburg Band 4; Anforderungen an die Untersuchungen von Altlast-Verdachtsflächen/Altlasten in der Orientierungs- und Detailphase

6 Sanierungsuntersuchung

Die Sanierungsuntersuchung stellt die systematische Fortsetzung der Maßnahmen der Technischen Standortuntersuchung (orientierende Untersuchung, Detailuntersuchung) dar.

Voraussetzung ist, daß auf der Grundlage der in der Detailuntersuchung vorgenommenen Gefährdungsabschätzung seitens der zuständigen Behörde ein Sanierungsbedarf festgestellt und damit die Fläche als (Rüstungs-)Altlast eingestuft wurde.

6.1 Zielstellung

In der Sanierungsuntersuchung werden die zweckmäßigen und verhältnismäßigen Sanierungsmaßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen zur Gefahrenabwehr oder im Hinblick auf eine bauplanungsrechtliche Vorsorge (Bauleitplanung) ermittelt. Sie dient der Vorbereitung der Entscheidung der zuständigen Behörden über Art und Umfang der im Einzelfall durchzuführenden Maßnahmen zur Umsetzung der Schutz- und Sanierungsziele [BBodSchG, E-BodSchV, UBA 1997].

Wesentliches Ziel der Sanierungsuntersuchung ist die Erarbeitung eines Vorschlages für ein an den Standort und die einzelnen kontaminierten Flächen angepaßtes Sanierungskonzept mit geeigneten Maßnahmen oder Maßnahmekombinationen.

Für den jeweiligen Einzelfall sind aus den verfügbaren Verfahren die

- technisch möglichen
- geeigneten
- verhältnismäßigen und
- rechtlich zulässigen

Maßnahmen oder Maßnahmenkombinationen zu ermitteln, indem ihre Eignung im Hinblick auf die vorgegebenen Sanierungsziele geprüft und im Rahmen einer Machbarkeitsstudie mit Kosten-/ Wirksamkeitsanalyse nachgewiesen wird [nach FRANZIUS U. FREIER 1997, UBA 1997].

6.2 Verfahrensschritte der Sanierungsuntersuchung

Folgende Verfahrensschritte sind in der Regel Bestandteil der Sanierungsuntersuchung [UBA 1997]:

- Grundlagenermittlung
- Ortsbesichtigung
- Durchführung ergänzender Standortuntersuchungen in begründeten Fällen
- Zusammenfassende, aktualisierte Darstellung der Standortverhältnisse und der Kontaminationssituation unter Einbeziehung der Kenntnisse aus Grundlagenermittlung, Ortsbesichtigung und ggf. ergänzenden Untersuchungen
- Festlegung der Sanierungszonen
- Festlegung der vorläufigen nutzungsbezogenen Sanierungsziele
- Vorauswahl grundsätzlich geeigneter Sanierungsvarianten

- Erarbeitung standort- und nutzungsbezogener Sanierungsszenarien
- Prüfung und fachliche Beurteilung inklusive Kosten-/Wirksamkeitsbetrachtungen dieser Sanierungsszenarien
- Vorschläge für die Konkretisierung des Sanierungsziels
- Vorschläge für geeignete Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
- Erarbeitung des Konzeptes für die nutzungsbezogene Sanierung (Sanierungskonzept)
- Zusammenstellung der Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung.

Wesentliche Bestandteile der einzelnen Schritte werden in den folgenden Kapiteln 6.2.1 bis 6.2.12 erläutert.

6.2.1 Grundlagenermittlung

Ziel dieses Verfahrensschrittes ist es,

- die aktuelle Situation bzw. den aktuellen Informationsstand zu erfassen und
- im Hinblick auf die nachfolgenden Planungen zu bewerten [UBA 1997].

Wesentliche Grundlagen der Sanierungsuntersuchung sind die Daten und Informationen der vorausgegangenen Untersuchungen und Bewertungen (HE, OU, DU) zu den Standortverhältnissen, zur Kontaminationssituation, zum Schadstoffinventar und zu den Nutzungen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die erforderlichen Informationen zur Durchführung der Sanierungsuntersuchung und den Kenntnisstand nach Abschluß der Detailuntersuchung [UBA 1997]:

Tabelle 2: Informationsanforderungen der Sanierungsuntersuchung und Kenntnisstand nach Abschluß der Detailuntersuchung

Kriterien		Kenntnisstand
Allgemeine Standortdaten	Geographische Lage: z. B. Übersichtskarte 1:25.000	+
	Lageplan 1:1000	+
	Administrative Angaben (Gemarkung, Flurstück-Nr.)	+
	Koordinaten des Untersuchungsgebietes	+
	Höhenlage des Untersuchungsgebietes über NN	+
	Angaben zum Umfeld des Untersuchungsgebietes	OB
	Infrastrukturelle Einrichtungen (Anbindungen Straße/ Schiene/ Wasser, Energie-, Wasserversorgung)	OB
	Freiflächen für Baustelleneinrichtung, Lagerplätze, usw.	OB
Nutzung des Standortes	Realnutzung des Standortes	OB
	Realnutzung der Standortumgebung	OB
	Hinweise auf sensible Nutzungen (z. B. Wohnbebauung)	OB
	Angaben über vorläufige Planungs- und Nutzungskonzepte	+
Geologie / Hydrogeologie	Untergrundverhältnisse: Horizont- bzw. Schichtenabfolge und deren qualitative Merkmale (Farbe, Konsistenz, Kalkgehalt) in Anlehnung an DIN 4021/4022/4023	+
	Boden-/Untergrundcharakteristika je Horizont bzw. Schicht: Mächtigkeiten, Textur, Porosität, Heterogenität, usw.	+
	Angaben zum Vorliegen von Störstoffen u. Hindernissen im Untergrund (Steine, Abfälle, Behälter, Fundamente)	+
	Geologisch-hydrogeologische Profilschnitte / Karten (z. B. Geologische Detailkarte, Grundwasserhöhengleichenplan, Karte der Auffüllungsmächtigkeiten)	+
	Angaben zu Lage und Anzahl relevanter GW-Stockwerke, GW-Fließrichtung(en), GW-Flurabstand und dessen Schwankungen, hydraulischen Gradienten	+
	Hydraulische Eigenschaften des GW-Leiters (z. B. durch Pumpversuche nach DVWG W111 ermittelt)	-

Kriterien		Kenntnisstand
Schadstoffinventar	Typ und Konzentration der Schadstoffe in den verunreinigten Medien	+
	Horizontale und vertikale Verteilung der Schadstoffe getrennt für die Medien Boden, Bodenluft und Wasser	+
	Angaben zu den Bandbreiten der Kontaminationen (z. B. durch 50%- bzw. 90%-Perzentilwerte)	+
	Darstellung der Untersuchungsergebnisse in Belastungskarten (Boden, Bodenluft, Grundwasser) oder Profilschnitten	+
	Abgrenzung und Begründung von verunreinigten (und sanierungswürdigen) Bereichen aus Belastungskarten	+ / -
	Darstellung veränderlicher Schadstoffkonzentrationen (in Bodenluft oder Grundwasser) als Ganglinien	+
	Aussagen zu Mobilität und Mobilisierbarkeit der relevanten Schadstoffe	+/-
	Nachweis komplexer Zusammenhänge (z. B. Korrelation von Schwankungen des GW-Spiegels mit Veränderungen der Schadstoffkonzentration)	+
	Einbeziehung der Ergebnisse älterer Untersuchungen oder Gutachten	+
Sonstiges	Zeitliche Vorgaben für die Sanierung (Beginn, Freigabe)	+ / -

Legende: +: Informationen liegen vor;

 -: Informationen liegen i. d. R. nicht vor;

 + / -: Informationsstand i. d. R. nicht ausreichend;

 OB: Aktualisierung des Kenntnisstandes im Rahmen der Ortsbesichtigung (vgl. Kap. 6.2.2)

6.2.2 Ortsbesichtigung

Da zwischen der Detailuntersuchung und der Sanierungsuntersuchung oft ein größerer zeitlicher Abstand liegt, ist eine Ortsbesichtigung im zukünftigen Sanierungsgebiet im Vorfeld der Sanierungsplanungen in der Regel unverzichtbar [UBA 1997].

Ziel der Ortsbesichtigung ist die Aktualisierung der Kenntnisse über den Zustand, die Nutzung und Zugänglichkeit von Flächen, Gebäuden und Anlagen sowie die Erhebung von Informationen über vorhandene und nutzbare Infrastruktur, Freiflächen und sonstige Einrichtungen, die zur Auswahl und Beurteilung potentieller Sanierungsverfahren erforderlich sind.

6.2.3 Durchführung ergänzender Standortuntersuchungen in begründeten Fällen

Sofern im Rahmen der Grundlagenermittlung inhaltliche Lücken festgestellt werden ist mit dem Auftraggeber abzustimmen, auf welchem Weg die fehlenden Informationen ermittelt werden sollen. Ggf. sind ergänzende Untersuchungen zur

- Konkretisierung von Standorteigenschaften (z. B. Bodengefügedaten wie Korngrößenverteilung, hydraulische Eigenschaften des Grundwasserleiters, hydrologische Untersuchungen)
- Konkretisierung der Schadstoffeigenschaften (z. B. Mobilität und Mobilisierbarkeit, Abbauverhalten, Toxizität)
- Konkretisierung der Randbedingungen für die Sanierungstechnik (z. B. Wachstumsbedingungen für Mikroorganismen)

durchzuführen [nach UBA 1997].

Zusätzliche technische Untersuchungen wie Probennahmen und chemische Analysen sind in der Regel nicht Bestandteil der Sanierungsuntersuchung. In begründeten Einzelfällen ist zunächst zu prüfen, ob fehlende Angaben durch die Untersuchung von Rückstellproben aus den vorangegangenen Untersuchungen, die unter Berücksichtigung der in den Kapiteln 7.1 und 7.2 aufgeführten Bedingungen behandelt wurden, ermittelt werden können.

6.2.4 Darstellung der Standort- und Nutzungsverhältnisse

Die Erkenntnisse über die Standortverhältnisse sind auf der Grundlage der Gefährdungsabschätzung sowie den Informationen aus Grundlagenermittlung, Ortsbegehung und ggf. durchgeführten ergänzenden Untersuchungen zusammenfassend zu beschreiben.

Die Darstellung der Standortverhältnisse muß alle relevanten Daten zur Festlegung vorläufiger Sanierungsziele und zur Auswahl und Beurteilung potentieller Sanierungsverfahren enthalten (vgl. Tabelle 2 in Kapitel 6.2.1).

Insbesondere können durch eine präzise Standortbeschreibung spezifische Sanierungsvarianten bereits ausgeschlossen werden (z. B. hydraulische Maßnahmen) bzw. hinsichtlich ihrer Eignung beurteilt werden (z. B. Flächenbedarf) [UBA 1997].

6.2.5 Festlegung der vorläufigen Sanierungsziele

Auf der Grundlage der Beschreibung der Standortverhältnisse legt die zuständige Behörde die vorläufigen Sanierungsziele und -zielwerte für die betroffenen Schutzgüter fest. Ggf. ist hierzu ein Vorschlag durch den Gutachter zu entwickeln. Die Festlegung von Sanierungszielwerten ist die Voraussetzung für die Durchführung der weiteren Schritte der Sanierungsuntersuchung.

6.2.6 Festlegung von Sanierungszonen

Die Festlegung von Sanierungszonen, d. h. die Abgrenzung von ggf. unterschiedlich zu sanierenden Teilbereichen basiert insbesondere auf [UBA 1997]:

- schadstoffspezifischen Faktoren, wie z. B. Schadstoffart, -konzentration, Lage der Verunreinigungen
- bodenspezifischen Faktoren, wie z. B. Bodenart oder Wasserleitfähigkeit und Luftdurchlässigkeit

- Sanierungszielwerten für aktuell bzw. zukünftig unterschiedlich genutzte Teilflächen.

Bei großen Standorten ist auch die Abgrenzung von Sanierungszonen im Grundwasser möglich. Sie erfordert hinreichende Kenntnisse der Schadstoffausbreitungsfront und der hydraulischen Parameter des jeweiligen Grundwasserleiters. Die abgegrenzten Grundwasserkörper sind zu beschreiben durch

- ihre Lage in bezug auf geologische Einheiten
- ihre Mächtigkeit, Flurabstand, Abstandsgeschwindigkeit, Abstromrichtung anhand entsprechender Karten
- mittlere Transmissivität oder Durchlässigkeit des durchströmten Gesteins
- ggf. Entnahmeraten zur Wasserversorgung oder zur hydraulischen Sicherung
- Grundwasserneubildungsrate, leakage-Rate zum nächsten Grundwasserleiter und oberflächlicher Abfluß durch Quellen.

Die abgegrenzten Sanierungszonen sind in Lageplänen und Profilschnitten mit Angabe der jeweils relevanten Flächen und Massen darzustellen.

Die nachfolgenden Schritte der Sanierungsuntersuchung sind für die ausgewiesenen Sanierungszonen jeweils getrennt durchzuführen und zu dokumentieren.

6.2.7 Vorauswahl grundsätzlich geeigneter Sanierungsvarianten

Auf der Grundlage der Standortbedingungen, der behördlich vorgegebenen vorläufigen Sanierungsziele und der generell verfügbaren erprobten Techniken ist für die ausgewiesenen Sanierungszonen eine Vorauswahl grundsätzlich geeigneter Sanierungsvarianten zu treffen. Kriterien für die Vorauswahl sind [LUA NRW 1995, ITVA 1997]:

- die schadstoff- und bodenspezifische Eignung der Verfahren, insbesondere bei Dekontaminationsverfahren
- die wirkungspfadspezifische Eignung der Verfahren, insbesondere bei Sicherungsverfahren
- Gewährleistung einer langfristigen Wirksamkeit
- die Eignung von Verfahrenstechnik /-kombinationen
- Kostenwirksamkeitsbetrachtungen
- offensichtliche Ausschlußkriterien aufgrund der Standortfaktoren und den Erkenntnissen aus der Ortsbegehung, z. B. technische Verfügbarkeit, bautechnische Umsetzbarkeit, Genehmigungsfähigkeit, Zeitvorgaben
- die Auswirkungen auf die Betroffenen im Sinne von § 12 BBodSchG.

Die Einsatzmöglichkeiten, der Reinigungserfolg und die Kosten vieler Behandlungsverfahren hängen stark von Standortfaktoren wie schadstoffbelastete Bereiche (gesättigte/ungesättigte Zone), Matrixzusammensetzung, Begleitsubstanzen, Gehalt an Humusstoffen, Feuchtigkeit oder Eindringtiefe der Schadstoffe in den Grobkornanteil ab.

Bei komplexen Sanierungsfällen kann es erforderlich sein, eine Machbarkeitsstudie durchzuführen, um unter Feldbedingungen die zur Auswahl stehenden Sanierungsverfahren hinsichtlich ihrer Wirksamkeit im konkreten Einzelfall zu testen [FRANZIUS U. FREIER 1997]. Die Auswertung der Reinigungsversuche soll folgende Fragestellungen beantworten:

- Wird das Sanierungsziel erreicht?
- Welcher Zeit- und Kostenaufwand ist mit dem Einsatz der getesteten Verfahrens verbunden?

- Welche Spezifikationen muß das zu reinigende Kompartiment (Boden, Wasser, Bodenluft) erfüllen, damit keine Prozeßstörungen auftreten?
- Mit welchen Emissionen der Anlage ist zu rechnen?
- Bei In-situ-Versuchen: Inwieweit behindert das Verfahren die laufende Nutzung des zu sanierenden Geländes?
- Bei In-situ- und On-site-Tests: Welche Infrastruktur ist zum Betrieb notwendig? Welche Kosten entstehen für ggf. erforderliche Installationen?

Einen Überblick über den Stand der Altlastensanierungstechnik mit einer Zuordnung der wichtigsten Sanierungsverfahren zu den Maßnahmetypen sowie eine Darstellung der Dekontaminationsverfahren für Rüstungsaltlasten enthält [SRU 1995, Anhang 1 bzw. Anhang 3].

Als Ergebnis dieses Arbeitsschrittes sind die in Frage kommenden Sanierungsverfahren zusammenfassend darzustellen. Die Begründung für den Ausschluß prinzipiell geeigneter Verfahren ist nachvollziehbar zu dokumentieren.

6.2.8 Erarbeitung standortbezogener Sanierungsszenarien / -pläne

Für die grundsätzlich geeigneten Sanierungsverfahren sind realisierbare, auf die Standort- und Schadstoffverhältnisse angepaßte Sanierungsszenarien unter Berücksichtigung der Sanierungszonen und unter Einbeziehung aller verfahrensbegleitenden Maßnahmen zu entwickeln.

Relevante Aspekte bei der Entwicklung von Sanierungsszenarien sind u. a. [ITVA 1997]:

- Kampfmittelräumung
- Durchführbarkeit (bautechnische Umsetzung, Platzbedarf, Zugänglichkeit)
- Abbruch (Dekontamination, Brechen, Separation, Arbeitsschutz, Entsorgung, etc.)
- Einhaltung des Grundsatzes: Verwerten vor Dekontaminieren vor Sichern
- erforderliche Genehmigungen, Genehmigungsaufgaben
- Arbeitsschutz- und Emissionsschutz, Sicherheitskonzept (Schwarz-Weiß-Anlage, Reifenwaschanlage, Teil- und/oder Vollschutz, arbeitsmedizinische Untersuchungen und Begleitung, etc.) und Notfallplan
- Baustelleneinrichtung (Platzbedarf, etc.)
- Entfernen von Bewuchs
- Akzeptanz bei Betroffenen sowie späteren Nutzern
- Öffentlichkeitsarbeit (Publikationen, Broschüren, Bürgerversammlungen, etc.)
- Überprüfung von Entschädigung, Evakuierung, Umsiedlung
- Bodenaushub (Mengen, Baugrubensicherung, Arbeitsschutz, Fundamente, Kabel, Ver- und Entsorgungsleitungen, etc.)
- Bodenzwischenlagerung (auf dem Gelände oder außerhalb, Mengen, Anforderungen, etc.)
- Bodentransport (auf dem Standort oder außerhalb, Mengen, Entfernungen, Straße/Schiene/Wasser, Containerbedarf, etc.)
- Umbauarbeiten während der Sanierung
- Entsorgungsmöglichkeiten und -wege (Art und Mengen, Wiederaufbereitung, Deponierung, etc.)

- Wiedereinbau des gereinigten Materials (Mengen, Verdichtbarkeit, etc.)
- Qualitätssicherung (Eigen- und Fremdüberwachung, behördliche Überwachung, etc.)
- Nachsorgemaßnahmen (Langzeitüberwachung und -betrieb, z. B. Monitoring-Programme für Sickerwasser, Grundwasser, Gas, Bodenluft und Oberflächenwasser, Reparaturen, Wartung)
- Wiederherstellung der Nutzbarkeit (Aufbringen von Oberboden, Landschaftsgestaltung, Elektro-, Gas-, Wasseranschluß, Kanalisation, etc.)
- Folgemaßnahmen (Neuinvestitionen).

6.2.9 Prüfung und Bewertung der Szenarien inkl. Kosten-/Wirksamkeitsbetrachtungen

Die für den Standort entwickelten alternativen Sanierungsszenarien sind einer differenzierten Bewertung nach folgenden Kriterien zu unterziehen [LUA NRW1995]:

- Erreichbarkeit des Sanierungszieles (=Wirksamkeit)
- Verfügbarkeit und Realisierbarkeit
- Auswirkungen auf die Umwelt
- Sicherheit der Beschäftigten und Anwohner/Nutzer
- Akzeptanz bei Betroffenen.

Für die in der Detailbewertung als geeignet ermittelten Sanierungsszenarien sind Kostenermittlungen unter Berücksichtigung folgender Leistungen durchzuführen [LUA NRW 1995]:

- **Kernleistungen der Sanierungsmaßnahmen** wie Dekontamination, Bodenaustausch
- **Sonstige Leistungen** wie Abbrucharbeiten, Arbeits- und Immissionsschutzmaßnahmen, Bodenbewegung/Separierung, Transportleistungen, Entsorgung von Reststoffen und Abfällen
- **Zusatzleistungen** wie Sanierungsplanung, Projektleitung und -steuerung, örtliche Bauüberwachung und sonstige Ingenieur- und Gutachterleistungen, Fremdüberwachung, behördliche Überwachung (Kontrollanalytik), Vorbereiten der Folgenutzung, Öffentlichkeitsarbeit, Nachsorgemaßnahmen, Langzeitüberwachung/Monitoring.

Kosten der Langzeitüberwachung sind ebenso wie Kosten für erforderliche Investitionen, Betriebs- und Instandhaltung mittels finanzmathematischer Berechnungsmethoden in die Kostenvergleichsrechnung einzubeziehen. Das zu favorisierende Sanierungsszenario wird mittels einer Kostenwirksamkeitsbetrachtung durch Gegenüberstellung der Eignung und der Gesamtkosten der Szenarien ermittelt.

Die Ergebnisse dieses Arbeitsschrittes sind mit sämtlichen Eingangsgrößen, Mengen, Annahmen und Unsicherheiten übersichtlich darzulegen.

6.2.10 Vorschläge für die Konkretisierung des Sanierungsziels

Ergeben sich aufgrund der vorangegangenen Verfahrensauswahl Hinweise, daß die vorläufig festgelegten Sanierungsziele konkretisiert werden müssen, so ist dies im Einzelfall nachvollziehbar zu begründen und ggf. eine Differenzierung der Sanierungszielwerte vorzunehmen [FRANZIUS U. FREIER 1997].

Eine Konkretisierung der Sanierungsziele kann z. B. dann erforderlich sein, wenn mit den zur Verfügung stehenden Verfahren die Einhaltung der Sanierungszielwerte nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand realisiert werden kann.

Auch bei Vorliegen einer geänderten Planung zur Nachnutzung des Standortes ist eine Überprüfung und ggf. Anpassung der Sanierungszielwerte erforderlich.

6.2.11 Erarbeitung des Sanierungskonzeptes

Das Ergebnis der Variantenvergleiche ist der Vorschlag einer optimalen Sanierungsvariante, die als Grundlage der Sanierungsplanung dient. Ggf. sind für verschiedene Sanierungszonen unterschiedliche Sanierungsszenarien zu favorisieren.

Die ausgewählte Sanierungsvariante ist unter Berücksichtigung der zeitlichen, inhaltlichen und organisatorischen Belange zu konkretisieren und zu einem Sanierungskonzept auszuarbeiten. Das Sanierungskonzept beinhaltet [FRANZIUS U. FREIER 1997]:

- eine zusammenfassende Darstellung der Standortverhältnisse
- Angaben zur gegenwärtigen und zukünftigen Nutzung
- Angaben über Sanierungszonen
- Darstellung und Begründung der Sanierungsziele
- Erläuterung der vorgeschlagenen Sanierungsmaßnahmen mit Nachweis der Eignung und Bauablaufplänen
- Darstellung der verfahrensbegleitenden Maßnahmen
- Kostenschätzungen für die Sanierungsmaßnahmen und alle begleitenden Maßnahmen
- Qualitätssicherung, Arbeits- und Emissionsschutz.

Im Sanierungskonzept ist auf ggf. verbleibende Schadstoffbelastungen und dafür erforderliche Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen hinzuweisen.

6.2.12 Dokumentation der Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung

Die Vorgehensweise und die Ergebnisse der Sanierungsuntersuchung sind detailliert und nachvollziehbar in einem Gutachten zu dokumentieren. Eine Beispielgliederung für Gutachten zur Sanierungsuntersuchung aus [LUA NRW 1995] findet sich in Anlage 9.

Dem Gutachten sind sämtliche verwendeten Pläne, Auswertungsrechnungen und relevanten Unterlagen als Anlagen beizufügen.

Zur Erläuterung sind folgende Karten in einem der Fragestellung angepaßtem Maßstab zu erstellen:

- Übersichtsplan mit Standortgrenzen, Topographie, Gewässern und Verkehrswegen
- Weitere Pläne auf der Basis einer Flurkarte mit ehemaligen und existenten Bauwerken und Anlagen, Kanalisation, Gewässern, Verkehrswegen, Flurstücksbezeichnungen und Standortgrenzen (vgl. Kapitel 3.3, Überlagerungsplan)
- Pläne der Kontaminationsverteilung: Zur Übersichtlichkeit wird empfohlen, für jede relevante Schadstoffgruppe einen gesonderten Plan anzufertigen
- Pläne der aktuellen und geplanten Nutzung auf der Basis von Nutzungskartierungen, Flächennutzungsplan und Bebauungsplänen
- Pläne der abgegrenzten Sanierungszonen, evtl. mit Tiefenlinien; zu sanierende Bauwerke sind darin ebenfalls einzutragen
- Flurabstands-, Gleichen- und Mächtigkeitskarten der kontaminierten Grundwasserleiter

- Plan zur Umsetzung des Sanierungskonzeptes mit Standorten für Zwischenlager und (mobilen) Reinigungsanlagen, zeitlicher Bearbeitungsreihenfolge der Flächen etc..

Mit der Vorlage des Gutachtens über die durchgeführten Untersuchungsschritte und deren Ergebnisse sowie dem ausgearbeiteten Sanierungskonzept schließt die Sanierungsuntersuchung ab. Auf dieser Grundlage werden durch die zuständige Behörde Anordnungen über Sanierungsmaßnahmen getroffen.

6.3 Literatur

Quellennachweis

[FRANZIUS U. FREIER 1997]

Anforderungen an die Sanierungsuntersuchung und den Sanierungsplan für Altlasten im untergesetzlichen Regelwerk zum BBodSchG.- Vortrag Forum Umweltschutz '97, 4.2.1997, Köln 1997

[ITVA 1997]

Ingenieurtechnischer Verband Altlasten: Arbeitshilfe - H1-5. Sanierungsuntersuchung. Berlin 1997

[LUA NRW 1995]

Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Band 11. Anforderungen an Gutachter, Untersuchungsstellen und Gutachten bei der Altlastenbearbeitung, Essen 1995

[SRU 1995]

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Sondergutachten Altlasten II, Metzler-Poeschel Verlag, Stuttgart 1995

[UBA 1997]

Hempfling, R.; et al.; „Untersuchungsstrategie für die orientierende- und Detailuntersuchung von altlastverdächtigen Flächen“ F+E-Vorhaben ; UBA FB-97-087; 1997

Weiterführende Literatur

- [1] BUNDESTAGSDRUCKSACHE 13/6701 VOM 14.01.1997: Gesetzentwurf der Bundesregierung zum Schutz des Bodens.
- [2] DIETER, H.H.: Kriterien und Konzentrationsvorschläge zur gesundheitlichen Bewertung von 35 sprengstofftypischen Verbindungen und Abbauprodukten in Böden und Trinkwasser. WaBoLu-Hefte 7/94, Berlin 1994
- [3] HELMS, F.; WOLF, M. : Modellhafte Sanierung eines mit Nitroaromaten verunreinigten Areals auf dem Rüstungsaltsstandort Hirschhagen.- Tagungsvortrag in: Sächs. Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (1996): Materialien zur Altlastenbehandlung 5/96. Behandlung von Rüstungsaltslasten im Raum Torgau-Elsnig, Torgau 1996
- [4] HÖRING, H.; DIETER, H.H. et al: Gesundheitliche Bewertung von 35 sprengstofftypischen Verbindungen und Abbauprodukten. WaBoLu-Hefte 6/94 , Berlin 1994
- [5] LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG: Eingehende Erkundung für Sanierungsmaßnahmen / Sanierungsvorplanung. Texte und Berichte zur Altlastenbearbeitung 10/94. Karlsruhe 1994

- [6] SCHNEIDER, U.; WEINGRAN, C; WOLF, M. : Einstieg in die Bodensanierung an den hessischen Rüstungsaltsstandorten. - TerraTech, Nr. 2/96, S.40-43, Mainz 1996

7 Besonderheiten bei der technischen Erkundung von Rüstungsaltsstandorten

7.1 Probennahme, Probenvorbehandlung und -aufbereitung sowie Transport

Vorbemerkung: Im Kapitel 7.1 erfolgt ausschließlich die Behandlung allgemeiner, übergreifender Probleme zu den Beprobungen im Rahmen der technischen Untersuchung. Einzelne, die orientierende bzw. die Detailuntersuchung betreffende Fragen, z. B. zur Probennahmestrategie, werden in den Kapiteln 4 und 5 behandelt.

7.1.1 Aufschlußarbeiten und Probennahme

7.1.1.1 Allgemeines

Grundsätzlich unterscheiden sich die Maßnahmen zur Probennahme, Probenvorbehandlung und Probenaufbereitung nicht wesentlich von denen, die auch bei der Erkundung von zivilen Altstandorten zum Einsatz kommen. Es kann deshalb grundsätzlich auf die vorhandene umfangreiche Literatur und die durch die LAGA-Arbeitsgruppe "Qualitätssicherung bei der Altlastenbehandlung" erarbeiteten Unterlagen zurückgegriffen werden.

Wegen der oft hohen Toxizität der auf Rüstungsaltsstandorten anzutreffenden Schadstoffe (z. T. chemische Kampfstoffe) und dem Umgang mit explosivstoffhaltigem Material muß insbesondere bei Arbeiten auf Rüstungsaltsstandorten eine erhöhte Aufmerksamkeit der Durchsetzung des Arbeitsschutzes und der Verhinderung von Kontaminationsverschleppungen gewidmet werden. In der Regel sollten deshalb während des Aufschlusses und der Probennahmen spezielle Messungen, z. B. zur Erfassung gasförmiger Schadstoffe durch Gasprüfrohre oder mobile Meßgeräte, durchgeführt werden.

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.

7.1.1.2 Boden

7.1.1.2.1 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 HE
- die erforderliche Probenmenge und Güteklasse der Probe nach DIN 4021 [DIN 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. Bei Anlegung von Schürfen besteht wegen der Umlagerung umfangreicher Erdmassen das größte Gefährdungspotential.).

In der 1995 durch den Ingenieurtechnischen Verband Altlasten (ITVA) herausgegebenen Arbeitshilfe [ITVA-F2 1995] und in „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ [QS 2.2], werden die wesentlichen Aufschlußverfahren zur Gewinnung von Feststoffproben ausführlich beschrieben. Tabelle 3 enthält Angaben zu einigen Verfahren, die auch auf Rüstungsalstandorten zur Anwendung kommen.

Tabelle 3: 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 ca. 2 m Tiefe
Kleinrammbohrung (Rammkernsondierung)	ca. 35 - 80	für OU, (DU), schnelles und kostengünstiges Verfahren, auch im schwierigen Gelände einsetzbar, erreichbare Tiefe 5 - 10 m, begrenzt bei Vorhandensein alter Bausubstanz und bei kiesig-steinigen Bodenbestandteilen, Anfall von wenig Material zur Entsorgung
Rammkernbohrung	ca. 80 - 300	für (OU), DU, bis ca. 50 m Tiefe
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

7.1.1.2.2 Probennahme

Probenpunkteverteilung

Die Festlegung der Verteilung wird in Kapitel 4 (OU) bzw. Kapitel 5 (DU) beschrieben. Eine Zusammenstellung verschiedener Methoden zur Meßpunktfestlegung befindet sich im „Methodenhandbuch Bodenschutz I“ [UBA 1995].

Zu berücksichtigen ist, daß, soweit nicht bereits einschlägige Werte vorliegen, mindestens eine Referenzprobe aus unbeeinflussten Flächen zur Ermittlung der geogenen Hintergrundbelastung entnommen werden muß.

Vor der detaillierten Festlegung der Probennahmepunkte muß ein Abgleich mit den Plänen der in Nutzung befindlichen Ver- und Entsorgungsleitungen (Wasser-, Gas-, Fernmeldenetz usw.) erfolgen.

Teufenorientierung

Die Teufe der Bodenbeprobung beträgt wegen der langen Wirkungsdauer der potentiellen Kontaminanten i. d. R. 1 bis 3 m. Eine exakte Festlegung der Endteufe richtet sich vorrangig nach dem zu betrachtenden Wirkungspfad, den örtlichen Gegebenheiten und der Mobilität der potentiellen Kontaminanten.

Bei einer potentiellen Grundwassergefährdung orientiert sie sich i. a. an gering durchlässigen Schichten bzw. am Grundwasserspiegel.

Bei einigen Rüstungsaltsstandorttypen (z. B. Explosivstofffabriken, Munitionsanstalten usw.) muß folgendes beachtet werden: Durch das Einebnen ehemaliger Wälle ist mit erheblichen Geländeänderungen zu rechnen. In diesen Fällen ist das Vorliegen bedeutender Kontaminationen auch in größeren Tiefen möglich. Auffüllungen sind deshalb in jedem Fall zu durchhörern und die Sondierungen bis in den gewachsenen Boden fortzusetzen.

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 zu entnehmen ist.

Für praktische Belange hat sich folgende Vorgehensweise bewährt: Es wird maximal ein Meter Bodenhorizont zu einer Probe vereinigt. Bei Änderung von organoleptischen Auffälligkeiten und Folge verschiedener Bodenhorizonte innerhalb eines Bohrmeters wird jede Schicht getrennt beprobt.

Anmerkungen zur Durchsetzung der Arbeitssicherheit: Spezielle, sich aus den Festlegungen des Sprengstoffgesetzes [SPRENGG 1990] ergebende Randbedingungen werden im Kapitel 7.3 genannt.

7.1.1.2.3 Probenmenge

Zur Gewährleistung einer repräsentativen und für die chemischen Laboruntersuchungen ausreichenden Menge sind in der Regel 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.

7.1.1.3 Wasser

7.1.1.3.1 Errichtung von Grundwassermessstellen

Für die Gewinnung von Grundwasserproben werden i. d. R. permanente Grundwassermessstellen genutzt. Erforderlich sind bei bekannter Grundwasserfließrichtung mindestens drei Messstellen, von denen eine im Anstrombereich und zwei im Abstrom der Verdachtsfläche im Bereich der höchsten Belastung liegt. Bei der DU sind in Abhängigkeit von der zu erfassenden Fläche mindestens zwei Messstellen im Abstrom erforderlich. Die Ausbauperforierung sollte einen Innendurchmesser von mindestens 4 Zoll (100 mm), i. d. R. jedoch 5 Zoll (125 mm), aufweisen.

Für die Errichtung der Grundwassermessstellen (Bohrverfahren, Bohrdurchmesser, Ausbau der Filter- und der Vollrohrstrecken, Verfüllung des Ringraumes, Messstellenabschluß) und das abschließende Klarpumpen gelten die herkömmlichen Regeln. Eine übersichtliche Zusammenstellung ist in „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ [QS 2.2], enthalten.

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

Soll das Grundwasser in mehreren Teufenlagen beprobt werden, sind getrennten Messstellen zu errichten. Von Mehrfachmessstellen wird wegen der auf Rüstungsaltsstandorten anzutreffenden potentiellen Schadstoffe und der Schwierigkeiten beim ordnungsgemäßen Abdichten der Messstellen gegeneinander abgeraten.

Zur Vermeidung extremer Filterlängen können bei mächtigen Grundwasserleitern Mehrfachmessstellen erforderlich sein. In Grundwasserleitern mit ungespanntem Grundwasser sollte die Filterstrecke 1 bis

2 m in die ungesättigte Bodenzone eingebunden werden. Im Grundwasserleiter mit gespanntem Grundwasser sollten ausschließlich die wasserführenden Bereiche verfiltert werden.

Zu beachten ist, daß die Errichtung von Grundwassermeßstellen anzeigepflichtig ist.

Anmerkung: Die Meßstelle ist nach Abschluß der Untersuchungen zu übergeben oder abzubauen.

Einbeziehung vorhandener Grundwasseraufschlüsse und Quellen

Liegen im Einzugsbereich des Altlastverdachtsstandortes vorhandene Grundwasseraufschlüsse (Grundwassermeßstellen, Trink- oder Brauchwasserbrunnen) oder Quellen, sind diese auf ihre Eignung zur Probennahme zu prüfen. Zwecks Erzielung zuverlässiger Aussagen ist eine Beschreibung, insbesondere der Tiefe sowie der Lage und der Länge der Filterstrecke, erforderlich.

7.1.1.3.2 Entnahme von Grundwasserproben

Eine ausführliche Beschreibung der Probennahmegeräte (Schöpfgeräte, Saugpumpen, Tauchpumpen usw.) befindet sich in den DVWK-Schriften Band 84 [DVWK 1989]. Weitergehende Hinweise einschl. Empfehlungen zur Auswahl von Pumpen werden in der Schriftenreihe "Grundwasserüberwachungsprogramm" der LfU Baden-Württemberg [LfU BAWÜ 1994] gegeben.

Vor der Entnahme einer Wasserprobe sollte mindestens das zweifache Volumen des Meßstelleninhaltes abgepumpt werden. Als ergänzendes Kriterium gilt: Eine Probennahme erfolgt erst dann, wenn die Parameter Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoffgehalt während einer Meßzeit von 10 Minuten annähernd gleiche Werte ergeben.

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

Probennahme aus definierten Wassertiefen

Mit Schöpfapparaten werden Proben aus vorher festgelegten Wassertiefen entnommen bzw. aufschwimmende oder abgesunkene Phasen festgestellt.

Bestimmung der Feldparameter

Wesentlicher Bestandteil der Wasserprobennahme ist die Vor-Ort-Bestimmung folgender Feldparameter:

- Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, ggf. Redox-Potential und Sauerstoffgehalt durch instrumentelle Bestimmung
- Färbung, Trübung und Bodensatz durch organoleptische Prüfung (Geschmacks- und Geruchsprüfungen sollen aus Arbeitsschutzgründen unterbleiben).

Grundsätzlich erfolgt die Dokumentation der Probennahme in einem "Probennahmeprotokoll". Im wesentlichen ist dabei auf die o. g. DIN-Vorschriften zurückzugreifen, wobei zusätzliche Informationen ergänzt werden können (vgl. Anlage 7).

7.1.1.3.3 Beprobung von Oberflächengewässern

Eine Untersuchung von Oberflächenwasser wird durchgeführt, wenn sich innerhalb oder in unmittelbarer Umgebung des potentiell kontaminierten Bereiches ein stehendes oder fließendes Gewässer befindet. Die Probennahme aus Oberflächengewässern ist in DIN 38402, Teil 12 (Stehende Gewässer) und DIN 38402, Teil 15 (Fließgewässer) geregelt.

Oberflächenwasserproben können als Schöpfproben entnommen werden. Bei Fließgewässern sollten mindestens oberhalb und unterhalb der Verdachtsfläche bzw. der vermuteten Schadstoffeintragsstelle

Proben entnommen werden. Bei stehenden Gewässern werden analog Proben an der vermuteten Eintragsstelle und an einer entfernten, unbeeinträchtigten Stelle genommen.

Bezüglich der Feldparameter gelten die gleichen Festlegungen wie bei den Grundwasserproben.

Die Notwendigkeit der zusätzlichen Entnahme einer Gewässersedimentprobe muß im Einzelfall geprüft werden. Bei Erfordernis können die Empfehlungen zur Erkundungstiefe, zum Aufschlußverfahren (z. B. Stechrohr-Bohrgeräte), zur Entnahmetechnik und zur Probenmenge aus der zivilen Altlastenbearbeitung übernommen werden.

7.1.1.3.4 Beprobung von sonstigen Gewässern

Im Einzelfall sind sonstige Wässer, wie Sicker- oder Bodenwasser, zu beproben. Details (z. B. Probenahmeorte, Entnahmetechnik) sind von der Aufgabenstellung abhängig und müssen im Erprobungs- und Untersuchungsprogramm festgelegt werden [QS 2.1]/[UBA 1997].

7.1.1.4 Bodenluft

Bodenluftproben werden aus dem Porenvolumen des Untergrundes in einer Teufe von mindestens 1 m unter Geländeoberkante entnommen (bei Altablagerungen mindestens 1 m unter der Abdeckung). Bei begründetem Verdacht auf Geländeauffüllungen sind auch größere Teufen (maximal bis kurz oberhalb des Grundwasseranschnittes) zu beproben. Ziel der Probennahme ist die Bestimmung von leichtflüchtigen Stoffen (z. B. Mononitrotoluole, Nitrobenzole, Lösungsmittel, Einsatz u. a. bei der Hülsenreinigung in Munitionsanstalten) im Porenraum der ungesättigten Zone.

Für die Entnahme werden im Rahmen der OU in der Regel temporäre Entnahmestellen errichtet. Die Probennahme erfolgt über eine in das vorher errichtete Bohrloch gleichen Durchmessers eingebrachte Bodenluftsonde. Bekannt ist auch das Einschlagen der Sonde. Für spätere Erkundungsphasen können auch stationäre Bodenluftmeßstellen eingesetzt werden.

Für detaillierte Aussagen, insbesondere

- zur Errichtung der temporären und stationären Bodenluftmeßstellen und
- zur Entnahme der Bodenluftprobe im Direkt- oder Anreicherungsverfahren

wird auf die „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ [QS 2.2] und die VDI-Richtlinie 3865 [VDI 1992, VDI 1996] verwiesen [UBA 1997].

7.1.1.5 Substanzproben

Auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten sind oft spezielle Probennahmen zur Identifizierung von Substanzen erforderlich, die beispielsweise in

- Schächten und Kanälen in Form von Ablagerungen
- geschlossenen oder defekten Behältnissen unterschiedlichster Art
- Bereichen hoher Schadstoffkonzentrationen, z. B. im Bereich von Produktionsgebäuden oder Vernichtungsplätzen

aufgefunden werden können.

Die technische Seite der Probennahme erweist sich für ein erfahrenes Ingenieurbüro in der Regel als problemlos. Wegen des Verdachtes auf Vorhandensein von Explosiv- oder Kampfstoffen besitzt die Durchsetzung des Arbeits- und des Explosionsschutzes sowie der Unfallverhütung (siehe Kapitel 7.3) besondere Bedeutung. Bei der Prüfung von geschlossenen Behältnissen auf ihren Inhalt ist zu beachten, daß im Innern durch chemische Umwandlungsprozesse ein Überdruck herrschen kann.

In Einzelfällen kann eine Untersuchung der Bausubstanz ehemaliger Produktions- oder Untersuchungsgebäude (z. B. Betonfußboden, Wände mit Mörtel- oder Fliesenmaterial) erforderlich werden. Unter

Berücksichtigung der vermutlichen Eindringtiefe (meist 1 bis mehrere cm) wird eine Schlitzprobe mittels Meißel entnommen. Empfohlen wird die Ausführung mehrerer Schlitzte und die Herstellung einer Mischprobe.

7.1.1.6 Kennzeichnung der Probennahmestellen

Alle Probennahmestellen (Sondierbohrungen, Grundwassermeßstellen, Bodenluft-, Substanzprobennahmestellen) sind zuverlässig und dauerhaft zu kennzeichnen. Zwecks Nachweisführung werden sie i. d. R. nach ihrer geographischen Lage (Rechts- und Hochwert) und Höhe (über NN) eingemessen.

7.1.2 Geländeaufnahme und Dokumentation

Bodenansprache und Schichtenverzeichnisse

Die Bodenansprache erfolgt entsprechend den in den DIN geregelten Vorgehensweisen. Grundlagen für das anzufertigende "Schichtenverzeichnis" stellen dar:

- DIN 4022 [DIN 1987, DIN 1981, DIN 1982] für die Bodenansprache
- DIN 4023 [DIN 1984] für die Darstellung von Bohrprofilen
- DIN 18196 [DIN 1988] für die bautechnische Beschreibung und Einstufung der Böden.

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

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

Probennahmeprotokoll

Die Dokumentation jeder Probennahme erfolgt in einem "Probennahmeprotokoll". Hinweise zur Gliederung und zu den aufzunehmenden Daten sind in der Anlage 7 enthalten. Ergänzend befinden sich Muster für Probennahmeprotokolle (Boden, Bodenluft, Grundwasser) in den Anlagen zur „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ [QS 2.2].

Die im Rahmen des Arbeits- und Sicherheitsplanes durchgeführten Messungen einschl. Meßwerte sind zu dokumentieren und dem Probennahmeprotokoll als Anlage beizufügen.

7.1.3 Probenauswahl- und -konfektionierung

Bodenproben

Aus der Gesamtheit der entnommenen Proben werden zu analysierende Proben ausgewählt. Grundlage können spezielle Forderungen im Untersuchungsprogramm und/oder Vor-Ort-Abstimmungen zwischen dem Beprobenden und dem Projektleiter sein. Im allgemeinen erfolgt die Auswahl der zu analysierenden Proben vorrangig nach folgenden Kriterien:

- Ergebnisse der Vor-Ort-Analytik
- Organoleptische Auffälligkeiten
- Festgestellte Besonderheiten am Probennahmepunkt (z. B. Vegetationsstörungen)

- Erforderliche Betrachtungen spezieller Wirkungspfade (z. B. oberflächennahe Bodenproben bei Pfad Boden-Mensch)
- Erkenntnisse der HE (insbesondere bei nicht auffälligen Proben).

In der Regel sind Einzelproben zu untersuchen. Die Herstellung und Analyse von Mischproben soll nur in begründeten Einzelfällen erfolgen. Eine Anwendung kann z. B. zum Auffinden von punktförmigen Belastungen in einem Screening-Verfahren erfolgen (Teilmengen jeder Einzelprobe sollten vorsorglich aufbewahrt werden.).

Die nicht untersuchten Bodenproben sind zunächst als Rückstellproben aufzubewahren. Die in Kapitel 7.2.3 aufgeführten Lagerungsbedingungen sind zu beachten.

Wasser- und Bodenluftproben

Bei den Medien Wasser und Bodenluft sind alle gewonnenen Proben zu untersuchen.

Probengefäße

Die Bodenproben werden in Weithals-Braunglasgefäße mit Schraubdeckel (Volumen 500 ml bis 1.000 ml) abgefüllt. Für Wasserproben empfehlen sich Enghals-Braunglasflaschen mit Schliffstopfen (Volumen 250 ml bis 1.000 ml). Bei geplanter Untersuchung auf anorganische Parameter (Schwermetalle) können PE-Behälter eingesetzt werden.

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

Umfangreiche, ergänzende Ausführungen zu den Arten der Probengefäße sowie ihre Zuordnung für die Untersuchung von Boden, Bodenluft, Grund- und Oberflächenwasser sind in der „Probenbehandlung“ [QS 2.3], enthalten. Ausdrücklich wird auf die detaillierten Darlegungen zur Reinigung der Probengefäße hingewiesen.

7.1.4 Vor-Ort-Analytik

Der Lagerung und dem Transport jeglicher Proben von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten sollte bei ungenügender Kenntnis der Sachlage eine orientierende Vor-Ort-Analyse vorausgehen. Danach sind die erforderlichen Sicherungsmaßnahmen festzulegen. Bei mit hochtoxischen Schadstoffen kontaminierten Proben empfiehlt es sich, die Extrakte für weitere analytische Untersuchungen im mobilen Labor vor Ort herzustellen bzw. verschleißbare Metallbehälter für den Transport zu benutzen.

Auf einzelne Verfahren der Vor-Ort-Analytik wird im Kapitel 7.2 eingegangen.

7.1.5 Probenkonservierung

Instabile Schadstoffe der entnommenen Proben unterliegen chemischen Veränderungen und biologischen Umsetzungen. Beispielsweise erfolgt bei Nitroaromaten, insbesondere TNT, in Wasserproben eine mikrobiologische Umwandlung zu Aminodinitrotoluolen und weiteren Reduktionsprodukten. Grundsätzlich ist deshalb anzustreben, daß das Probenmaterial umgehend in das Labor transportiert und einer zügigen Probenaufbereitung unterzogen wird.

Sollte die chemisch-analytische Untersuchung im Labor nicht unmittelbar möglich sein, ist eine Probenkonservierung durchzuführen. Dabei kommen physikalische und/oder chemische Verfahren zum Einsatz:

Physikalische Verfahren

Die Boden-, Grund- und Oberflächenwasserproben sind sofort nach der Entnahme und auf dem Transportweg kühl (ca. 4 °C bis 6 °C) und dunkel zu lagern. Da weiterhin gewisse mikrobiologische Reaktionen in der Bodenmatrix ablaufen, sollte die Lagerzeit 2 Tage nicht überschreiten.

Zur vollständigen Unterbindung von Abbauvorgängen werden bei Bodenproben das Tiefgefrieren und Aufbewahren bei Temperaturen von ca. -18 °C bis -25 °C angewandt. Es werden Lagerzeiten bis zu 1 Monat angegeben [LfU BAWÜ 1994].

Für Nitroaromaten und Sprengstoffe sowie deren Abbauprodukte, polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Biphenyle und polychlorierte Naphthaline wird im Papier „Probenbehandlung“ [QS 2.3], als Konservierungsverfahren ausschließlich die Kühlung bei ca. 4 °C empfohlen.

Chemische Verfahren (für Wasserproben)

Soweit die Probenkühlung nicht ausreichend ist, kommt für Grund- und Oberflächenwasserproben eine chemische Konservierung durch Zugabe von Chemikalien in fester Form oder in Lösung zum Einsatz (saure Konservierung, alkalische K., K. mit bestimmten Reagenzien). Veränderungen in der Probematrix können dabei jedoch im Einzelfall nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenstellungen der bei der Bestimmung von anorganischen, organischen und Summenparametern empfohlenen Konservierungsmethoden (einschl. Hinweise auf einzusetzende Gefäße) befinden sich im Papier „Probenbehandlung“ [QS 2.3], und in der Schriftenreihe „Grundwasserüberwachungsprogramm“ der LfU Baden-Württemberg [LfU BAWÜ 1994]. Grundlage ist die Methodensammlung [DEV 1995] unter Bezugnahme auf einschlägige DIN-Normen, insbesondere DIN 38405 und DIN 38406.

Falls eine kurzfristige analytische Untersuchung der Proben nicht möglich ist, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das Extraktionsmittel vor der Entnahme der Wasserproben im Probengefäß vorzulegen. Der Vorteil liegt darin, daß die Adsorption der Analyten an den Gefäßwänden weitgehend vermieden wird und das während des Transportes schon ein großer Teil der zu analysierenden Spezies extrahiert wird. Außerdem wirken die organischen Extraktionsmittel in der Regel konservierend.

7.1.6 Probentransport

Die Wasser- und Bodenproben sind, wie bereits erwähnt, kühl, dunkel und erschütterungsfrei zu transportieren. Als Hilfsmittel sind geeignete Kühlbehälter oder der Einsatz von Kühlaggregaten vorzusehen.

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

Aus der Gefahrgutverordnung Straße [GGVS 1983] ergeben sich 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] (siehe Kapitel 7.3) ergänzende Forderungen ergeben.

Der Transport ist durch ein Probentransportprotokoll zu dokumentieren. Wesentliche Angaben sind dabei die Angabe des Transportfahrzeuges und des Transporteurs, des zeitlichen Ablaufs sowie der Transportbedingungen.

7.1.7 Entsorgung von nicht benötigtem Probenmaterial

Für nicht benötigtes Material aus der Boden- und Grundwasserbeprobung wird eine getrennte Zwischenlagerung entsprechend ihrer Herkunft nach folgenden Kriterien empfohlen:

- aus potentiell kontaminierten Bereichen
- aus Bereichen mit bereits bekannten Belastungsschwerpunkten und
- aus vermutlich unbelasteten Bereichen.

Die Lagerung ist durch technische Maßnahmen so zu gestalten, daß sich keine Gefährdung für die menschliche Gesundheit oder das Schutzgut Grundwasser ergibt. Insbesondere sind 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 zu vermeiden. Vorzugsweise wird das Material in geeigneten Behältnissen (z. B. Spannringdeckelfässer, Deckelcontainer) bzw. größere Mengen in einem Zwischenlager gesammelt.

Der Entscheid über die Verwertung oder Entsorgung des gelagerten Materials ist nach einer Analyse zu treffen. Alle Maßnahmen sind grundsätzlich mit dem Auftraggeber und den zuständigen Fachbehörden abzustimmen und festzulegen.

Verbleib von kontaminiertem Material

Grundsätzlich sind die einschlägigen gesetzlichen Regelungen für die Lagerung bzw. den Transport von Abfällen zu berücksichtigen. Nach Klärung der Entsorgungswege erfolgt der Abtransport in geeigneten Behältern (Flüssigkeiten auch in Tankwagen) und die ordnungsgemäße Entsorgung. Ein Entsorgungsnachweis ist zu erbringen.

Im Einzelfall kann unter Berücksichtigung der speziellen Standortgegebenheiten und nach Abstimmung mit der zuständigen Fachbehörde eine Wiedereinbringung des Materials erfolgen. Zu berücksichtigen sind dabei ergänzende technische Maßnahmen zur Vermeidung eines zusätzlichen Gefährdungspotentials.

Verbleib von unbelastetem bzw. niedrig kontaminiertem Material

Im Rahmen der Vor-Ort-Arbeiten angefallener unbelasteter 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.

Das bei der Grundwasserentnahme überschüssig geförderte Wasser kann (bei Nachweis der Unterschreitung von festgelegten Grenzwerten zur Einleitung) in ein oberirdisches Gewässer oder in eine nahegelegene Kanalisation eingeleitet werden.

7.1.8 Qualitätssicherung

Die Qualität der Probennahme stellt eine entscheidende Grundlage für qualitätsgerechte Ergebnisse der anschließenden Analytik dar. Deshalb ist der Einsatz von qualifiziertem Fachpersonal unabdingbar. Die Probennahme und der Probentransport sollten deshalb bevorzugt durch das Probennahmepersonal der Untersuchungsstelle erfolgen.

Die Planung und Ausführung der Arbeiten hat so zu erfolgen, daß folgende Fehlerquellen ausgeschlossen bzw. auf ein Minimum reduziert werden:

- Verfahrensfehler
(u. a. Störung der Probe durch ungeeignetes Aufschlußverfahren, unzureichende Probenmenge, feh-

lerhafte Bodenansprache, ungeeignete Zusammenstellung der Mischproben, ungenügende Probenahmedokumentation und Probenkennzeichnung)

- Fremdkontaminationen der Proben
(u. a. unzureichend gereinigte Arbeitsgeräte und Materialien, Kontamination durch eingesetzte technische Geräte oder durch Löse- bzw. Reinigungsmittel)
- Verluste von Stoffen
(u. a. Ausgasung von Inhaltsstoffen durch undichte bzw. nicht vollständig gefüllte Behälter, Diffusion von Stoffen in die Gefäßwandung bei Verwendung ungeeigneter Behälter)
- Veränderungen der Proben
(u. a. fehlende bzw. ungeeignete Stabilisierung, chemische Reaktionen von Inhaltsstoffen, z. B. durch Luftzutritt, mikrobiellen Abbau).

7.1.9 Literatur

Quellennachweis

[DEV 1995]

Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, 33. Lieferung, Weinheim, 1995

[DIN 1981]

DIN 4022: Baugrund und Grundwasser - Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, Teil 2: Schichtenverzeichnis für Bohrungen im Fels, März 1981

[DIN 1982]

DIN 4022: Baugrund und Grundwasser - Benennen und Beschreiben von Boden und Fels, Teil 3: Schichtenverzeichnis für Bohrungen mit durchgehender Gewinnung von gekernten Proben im Boden (Lockergestein), Mai 1982

[DIN 1984]

DIN 4023: Baugrund- und Wasserbohrungen - Zeichnerische Darstellung der Ergebnisse, März 1984

[DIN 1987]

DIN 4022: 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, September 1987

[DIN 1988]

DIN 18196: Erd- und Grundbau - Bodenklassifikation für bautechnische Zwecke, Oktober 1988

[DIN 1990]

DIN 4021: Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben, Oktober 1990

[DVWK 1989]

DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau): Grundwasser - Redoxpotentialmessung und Probennahmegeräte, DVWK-Schriften Nr. 84, Hamburg, 1989

[GGVS 1983]

Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße vom 29.06.1983

[ITVA-F2 1995]

Fachausschuß F2 des Ingenieurtechnischen Verbandes Altlasten e.V. (ITVA): Arbeitshilfe
„Aufschlußverfahren zur Feststoffprobengewinnung für die Untersuchung von Verdachtsflächen
und Altlasten“, ITVA, Berlin, 1995

[QS 2.2]

Teilthema 2.2 - „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ wurde im Auftrag
der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz erstellt,
1998

[QS 2.3]

Teilthema 2.3 - „Probenbehandlung“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch
das Rheinland-Pfälzische Landesamt für Umweltschutz und Gewerbeaufsicht erstellt, 1998

[QS 2.1]

Teilthema 2.1 - „Probennahmestrategie“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“
durch das Umweltbundesamt erstellt, 1999

[LfU BAWÜ 1994]

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hsgb.): Grundwasserüberwachungspro-
gramm: Beprobung von Grundwasser - Literaturstudie, 2., unveränderte Auflage, Karlsruhe,
1994

[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

[UBA 1995]

Dominik, P.; Paetz, A.: Methodenhandbuch Bodenschutz I, UBA-Texte 10/95, Berlin, 1995

[UBA 1997]

Hempfling, R.; et al.; „Untersuchungsstrategie für die orientierende- und Detailuntersuchung von
altlastverdächtigen Flächen“ F+E-Vorhaben ; UBA FB-97-087; 1997

[VDI 1992]

Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN:
VDI-Richtlinie 3865, Blatt 1: Messen organischer Bodenverunreinigungen; Messen leichtflüchti-
ger halogenierter Kohlenwasserstoffe; Meßplanung für Boden-Untersuchungsverfahren, Oktober
1992

[VDI 1996]

Verein Deutscher Ingenieure, Kommission Reinhaltung der Luft im VDI und DIN:
VDI-Richtlinie 3865, Blatt 2: Messen organischer Bodenverunreinigungen: Techniken für die ak-
tive Entnahme von Bodenluftproben (Entwurf), Juni 1996

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] DIN 4021: Aufschluß durch Schürfe und Bohrungen sowie Entnahme von Proben, DIN Deutsches Institut für Normung, Oktober 1990
- [2] DIN 38402, Teile 12, 15: Probennahme aus stehenden und Fließgewässern
- [3] DIN 38404, Teile 1, 2, 5, 6 und 8: Bestimmung der Färbung, Trübung, pH-Wert, Redox-Potential, elektrische Leitfähigkeit
- [4] DVGW (Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches) - Regelwerk Wasser, Merkblatt W 121: Bau und Betrieb von Grundwasserbeschaffenheitsmeßstellen, Oktober 1988
- [5] DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) - Mitteilungen MI 20: Einflüsse von Meßstellenausbau und Pumpenmaterialien auf die Beschaffenheit einer Wasserprobe, 1990
- [6] LAGA (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall)-Richtlinie PN 1/75: Entnahme von Wasserproben
- [7] LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser)-Merkblatt 8/2: Probennahme von Grundwasser, 1996
- [8] 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
- [9] 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
- [10] Zentraler Fachdienst Wasser-Boden-Abfall bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg (Hrsgb.): Handbuch Altlasten und Grundwasserschadensfälle - Leitfaden Erkundungsstrategie Grundwasser, Karlsruhe, 1996
- [11] Voigt, H.-J.; Wippermann, Th., Handbuch zur Erkundung des Untergrundes von Deponien und Altlasten; Band 6 - Geochemie; Springer Verlag 1998

7.2 Analytische Untersuchungen

7.2.1 Allgemeine Anforderungen an Laboratorien

Für die im Bereich der Rüstungsaltsstandortuntersuchung Tätigen gelten folgende Mindestforderungen:

- Nachweis einer externen Qualitätssicherung durch regelmäßige Teilnahme an geeigneten Ringversuchen (insbesondere zur Bestimmung rüstungsaltslastspezifischer Parameter)
- Nachweis eines internen Qualitätssicherungssystems mit einem Probenmanagement von der Probenahme bis zur Entsorgung des Probenmaterials

- Einschlägige Befähigungsnachweise der Mitarbeiter
- Nachweis der Teilnahme des Laborpersonals an thematischen Weiterbildungsmaßnahmen
- Nachweisliche Durchführung regelmäßiger Arbeitsschutzbelehrungen (siehe Kapitel 7.3)
- Nachweisliche regelmäßige arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Basisuntersuchungen und aufgabenabhängige Erweiterungen)
- Nachweis der Akkreditierung nach der EN DIN 45001 „Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“ [DIN 1990].

Für Untersuchungen auf Bundesliegenschaften gilt zusätzlich:

- Nachweis der Akkreditierung gemäß Verwaltungsvereinbarung der OFD Hannover und der BAM vom 15.09.95 „Anforderungen an Untersuchungsmethoden zur Erkundung und Bewertung kontaminationsverdächtiger/ kontaminierter Flächen und Standorte auf Bundesliegenschaften“.

7.2.2 Vor-Ort-Analytik

Durch die beträchtlichen Fortschritte der mobilen Analysentechnik besteht die Möglichkeit, alle möglichen Methoden, vom einfachen Teststreifen bis hin zur modernen Massenspektrometrie, gemäß den Erfordernissen und der Zweckmäßigkeit direkt vor Ort einzusetzen. Der Einsatz der Vor-Ort-Analytik auf Rüstungsaltslastverdachtsstandorten ist aus folgenden Gründen besonders wichtig:

- Orientierende Untersuchungen von Boden- und Wasserproben hinsichtlich der Art und Größe der Schadstoffbelastungen (z. B. zur Präzisierung der Probennahmestrategie)
- Analytische Untersuchungen von Extrembelastungen
- Gewährleistung der Arbeitssicherheit am Beprobungsort
- Gewährleistung der Sicherheit des Probentransportes
- Gewährleistung der laufenden Sanierungsbegleitung.

Mittel und Methoden der Vor-Ort-Analytik

Folgende wesentliche Methoden der Vor-Ort-Analytik kommen zum Einsatz, die Auswahl richtet sich nach den Erfordernissen und der ökonomischen Effizienz:

Schnelltestmethoden

- Biotestsysteme
 - auf enzymatischer Basis
 - z. B. zum Nachweis phosphororganischer Kampfstoffe (Tabun, Sarin, Soman) durch Hemmung des Enzyms Cholinesterase in Form von Enzymdetektoren oder Testflüssigkeitskits
 - auf Immunoassay-Basis
 - z. B. Nachweis von TNT und Hexogen (RDX)
 - Tests dieser Art gibt es in verschiedenen Ausführungen. Sie nutzen eine hochspezifische Antigen-Antikörperreaktion eines auf den Analyten ausgerichteten Antikörpers aus. Für einen Schnelltest werden z. B. Meßbereiche für Wasserproben im Bereich von 5 bis 45 µg/l und für Bodenproben im Bereich von 0,5 bis 5,0 mg/kg TNT-Äquivalente angegeben.
- chemische Testsysteme
 - Für TNT, Dinitrobenzol und Hexanitrodiphenylamin erfolgt die Verwendung von Aceton in alkalischer Lösung. Es wird ein roter Farbkomplex (chinoide Verbindungen) gebildet.

Die Nachweisgrenze liegt nach [HAAS 1992] je nach Bodenmatrix bei 2-50 mg TNT pro Kilogramm Boden.

- Elektrochemische Detektion von Nitro- und Aminoaromaten mittels elektrochemischen Sensorsystems (potentiodynamisches Meßverfahren) [KRAUSA, DOLL et. al. 1996]
- Gasprüfröhrchen
- Gasprüfgeräte (z. B. Ionenmobilitätsspektrometer)
Geräte dieser Art können für verschiedene Kampfstofftypen wie arsenorganische, schwefelorganische und phosphorganische Kampfstoffe vor Ort eingesetzt werden. Sie zeichnen sich durch sehr kurze Ansprechzeiten und hohe Sensitivität aus.

Spektrometrische Methoden

- Röntgenfluoreszenzspektroskopie (RFA)
vor Ort-Methode zur Erstellung von detaillierten Konzentrationsprofilen für Schwermetalle
- Ionenbeweglichkeitschromatographie (IMS)
analytische Methode zum schnellen, sicheren und identifizierenden Nachweis ausgewählter Substanzen (insbesondere für vor-Ort-Messungen und arbeitsschutztechnische Überwachung)

Dünnschichtchromatographische Methoden

- klassische Dünnschichtchromatographie mit halbquantitativer Farbfleckauswertung
- Dünnschichtchromatographie mit automatischer Auftragung und densitometrischer Auswertung auf der Basis einer dafür geeigneten Software.

Die Dünnschichtchromatographie in ihrer klassischen Form zeichnet sich vor allem durch ihre geringen apparativen und damit finanziellen Aufwand aus. Sie ist universell für flüssiges und festes Probenmaterial einsetzbar. So sind in den meisten Fällen die vor Ort erzielten Informationen ausreichend für wesentliche Aspekte der Risikobewertung. In den meisten Fällen ist der Einsatz dieser klassischen Methode ausreichend, wobei sowohl Wasser- als auch Bodenproben direkt analysiert werden können, ohne daß eine Reinigung des Probenmaterials erforderlich ist. Bei anspruchsvolleren Aufgaben ist auch die moderne Dünnschichtchromatographie vor Ort einsetzbar, die u. a. eine quantitative Analyse von sprengstoff- und kampfstofftypischen Verbindungen ermöglicht.

Schnelltests lassen keine belastbare Aussage im Hinblick auf eine Quantifizierung zu. Sie sind keine vollwertige Alternative zum quantitativen Referenzverfahren, d.h., es ist immer eine Verifizierung nach klassischen Untersuchungsverfahren durchzuführen.

7.2.3 Probenlagerung im Labor

Die Lagerungsbedingungen sind so zu gestalten, daß das Probenmaterial möglichst keinen Veränderungen bis zur analytischen Untersuchung unterliegt. Grundsätzlich gilt, wie bereits im Kapitel 7.1.3 erwähnt, daß Proben mit flüchtigen Kontaminanten und nicht näher definierten Schadstoffgehalten unter Lichtausschluß in geschlossenen dunklen Glasgefäßen und bei Temperaturen von ca. 4° C zu lagern sind. Die in den Kapiteln 7.1.3 aufgeführten Lagerungsbedingungen sind zu beachten.

Die Proben sind möglichst schnell zu analysieren. Maximale Lagerzeiten nach E DIN/ISO 14507 [DIN 1966] sind unter Berücksichtigung der vorgegebenen Lagerbedingungen nicht zu überschreiten. Bei flüchtigen Verbindungen ist entsprechend der Anmerkung 18, d. h. Analyse innerhalb von 1 bis 2 Tagen, zu verfahren.

Für die Lagerung von Bodenluftproben gilt, daß die Proben spätestens an dem dem Eingangstag folgenden Tag analysiert werden.

7.2.4 Probenaufbereitung

7.2.4.1 Aufbereitung von Bodenproben

Die Aufarbeitung von Bodenproben ist in Abb. 2 schematisch dargestellt. Sie beginnt mit der visuellen Prüfung auf Extrembelastungen. Besonders aus Gründen der Arbeitssicherheit ist es erforderlich, Funde dieser Art zu identifizieren. Hierzu dienen u. a. die IR- sowie die NMR-Spektrometrie. Wenn es sich um Sprengstoffe oder kampfstofftypische Verbindungen handelt, sollte eine mechanische Probenaufbereitung im Sinne des Schemas unterbleiben. Wenn möglich, sollte diese Belastung gravimetrisch erfaßt werden.

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

Ebenso zu beachten ist die Trocknung der Bodenproben. Sie muß so durchgeführt werden, daß die Arbeitssicherheit gewährleistet ist. So müssen z. B. Bodenproben, die mit kampfstofftypischen Verbindungen kontaminiert sind, im Exsikkator luftgetrocknet werden.

Für die Einschätzung der Gefährdung des Grundwassers ist die Herstellung von Eluaten und die Analyse der im Wasser gelösten Schadstoffe erforderlich, jedoch gibt es derzeit keine Extraktionsverfahren für organische Schadstoffe, die eine reproduzierbare quantitative Bestimmung ermöglichen.

Im Schema ist die Untersuchung von Substanz-(Feststoff-)proben, die z. B. aus Gebäuden von ehemaligen Rüstungsstandorten stammen, nicht berücksichtigt. Hierbei muß der Homogenisierung eine Zerkleinerung der Feststoffe in geeigneten Mörsern oder durch Mahlung vorausgehen. Danach erfolgt die Extraktion analog der Bodenproben.

Je nach Matrix des Bodens und Art der Schadstoffe eignen sich dafür verschiedene Extraktionsmittel. Z. B. haben sich für die Extraktion von sprengstofftypischen Verbindungen Acetonitril, Methanol und Diethylether bewährt, während für die Extraktion von kampfstofftypischen Verbindungen meistens tert-Buthylmethylether, Dichlormethan oder Methylisobutylketon verwendet werden.

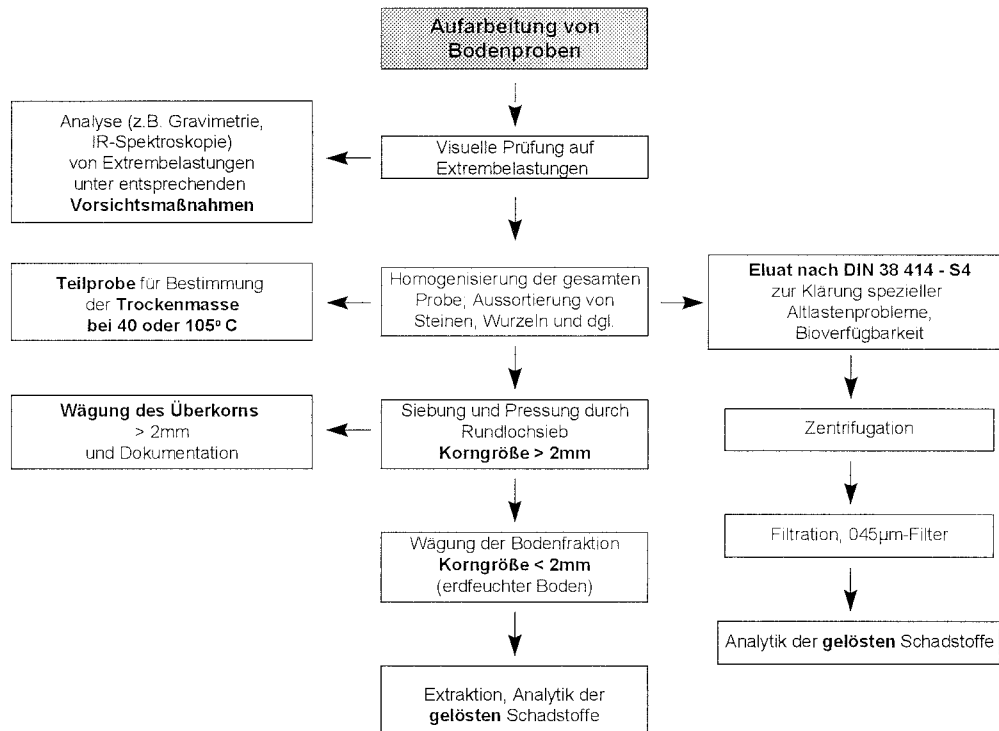
Wenn es sich um hydrolyseempfindliche Substanzen handelt, muß der Bodenprobe vor der Extraktion wasserfreies Natriumsulfat zugesetzt werden.

Als Extraktionsmethoden können folgende genannt werden:

- Schütteln
- Soxhlet
- Ultraschall
- überkritische Fluidextraktion (SFE).

Schwermetallhaltige Bodenproben werden meistens durch Königswasseraufschluß nach DIN 38414-S7 [DIN 1983] aufgeschlossen. Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe sowie einkernige Aromaten können mittels Headspace-Technik gaschromatographisch analysiert werden.

Abbildung 2: Aufarbeitung von Bodenproben



7.2.4.2 Aufbereitung von Wasserproben

Für die Extraktion von Wasserproben wird hauptsächlich die Extraktion mit Dichlormethan bevorzugt, obgleich es intensive Bemühungen gibt, dieses aus umweltrelevanten Gründen durch andere Extraktionsmittel zu ersetzen. Für die Extraktion von Nitroaromaten wird aus diesen Gründen im DIN-Entwurf 38407-17 [DIN 1996] als Extraktionsmittel Toluol vorgeschlagen. Allerdings besitzt das Toluol den Nachteil, daß es nicht für alle Spezies dieser Schadstoffgruppe ausreichende Extraktionseigenschaften besitzt (zu hoher Siedepunkt, schlechte Extraktionsausbeuten bei stark polaren Analyten und bei matrixbelasteten Wasserproben).

Die Festphasenextraktion bietet eine Alternative zur gebräuchlichen Flüssig-Flüssig-Extraktion. Wegen ihres geringeren Lösungsmittelbedarfs wird sie auch in zunehmenden Maße genutzt. Hierzu werden im bereits o. g. DIN-Entwurf 38407-17 (Bestimmung ausgewählter nitroaromatischer Verbindungen mittels Gaschromatographie), sowie in dem in Bearbeitung befindlichen DIN-Entwurf 38407-21 [DIN 1997] entsprechende Festlegungen getroffen bzw. erwartet.

Allerdings ist zu beachten, daß die Wiederfindungsraten für den speziellen Analysenauftrag auch den Anforderungen entsprechen. 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 eingeeengt. Die Einengung erfolgt meist im Vakuum oder im Stickstoffstrom. Bei der Einengung ist besonders auf niedrigsiedende Analyten zu achten, da die Gefahr der Verflüchtigung gegeben ist.

Bezüglich der Probenaufbereitung auf nichttrüstungsaltlastspezifische, umweltrelevante Schadstoffe bzw. Parameter, wie PAK, CKW, Kohlenwasserstoffe, Phenolindex, Kationen usw., wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

7.2.5 Analytische Untersuchungen im stationären Labor

Für die Analytik organischer Schadstoffe im Bereich von Rüstungsaltslasten sind die chromatographischen Trenn- und Detektionsmethoden nahezu uneingeschränkt prioritär. Im Routinebetrieb wird je nach Schadstoffspektrum entweder die Gaschromatographie (GC) mit EC (Elektroneneinfang)- und NP (stickstoff-/phosphorspezifischem)- Detektor oder die Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (HPLC) mit DA (Diodenarray)-Detektor eingesetzt. Moderne Geräte sind meist mit automatischer Auftrags- und leistungstarker Auswertesoftware ausgerüstet.

Für die Untersuchung von Kampfstoffen und sprengstofftypischen Verbindungen im Bodn existieren zur Zeit noch keine validierten und normierten Verfahren.

Tendenziell ist festzustellen, daß der HPLC-Anteil vor allem bei sprengstofftypischen Verbindungen ständig gestiegen ist. Die zwar bessere Trennleistung der GC-Kapillaren wird durch die schonendere Trennung auf der HPLC kompensiert, was vor allem für die Trennung thermisch labiler Analyten wichtig ist.

Dadurch bedingt ist es empfehlenswert, Schadstoffgemischen, die thermolabile Substanzen enthalten, mit der HPLC zu analysieren. Der Grund dafür besteht einerseits darin, daß thermolabile Substanzen, wie Hexyl, die Nitramine sowie die Nitratester, bei Einsatz der GC thermisch geschädigt werden und außerdem Kapillarschäden möglich sind. Die Nitratester unterliegen meistens über die Zeit der Hydrolyse, so daß sie in den meisten Fällen nicht mehr nachweisbar sind.

Bei der modernsten Form der Dünnschichtchromatographie handelt es sich um die sogenannte AMD (Automated Multiple Development) -Dünnschichtchromatographie. Bei dieser Methode erfolgt die Entwicklung der Dünnschichtplatte in bis zu 30 Stufen, wobei bei jeder Stufe die Zusammensetzung der mobilen Phase verändert wird. Durch die Art der Gradientenelution ist eine Auftrennung auch von Verbindungen möglich, die sich in ihren Eigenschaften nur wenig voneinander unterscheiden. Die Trennleistungen können durch diese moderne Methode so gesteigert werden daß z. B. bei den sprengstofftypischen Verbindungen Ergebnisse erzielt werden, die mit denen der HPLC vergleichbar sind. Auch für die Kampfstoffanalytik besitzen die verschiedenen Methoden der Dünnschichtchromatographie große Bedeutung

Im Rahmen der technischen Untersuchung ist es in vielen Fällen unerlässlich, Schadstoffe zu identifizieren. Aufgabenstellungen dieser Art erfordern meistens einen erheblich höheren Aufwand als die Routineanalytik, vor allem wenn es sich um Schadstoffe im Spurenbereich handelt. Hierfür werden hauptsächlich gekoppelte Geräte eingesetzt. Zu nennen sind die GC-MS, die GC-AED, die GC-FTIR die HPLC-MS sowie die HPLC-NMR. Durch die beträchtlichen Empfindlichkeitssteigerungen hat die NMR als Kopplungsbestandteil erheblich an Bedeutung gewonnen. Ungeachtet dessen ist die GC-MS-Kopplung nach wie vor die wichtigste, da sich deren Preis-Leistungs-Verhältnis in den letzten Jahren immer günstiger entwickelt hat. Dies hat u. a. dazu geführt, daß die GC-MS auch für die Routineanalytik genutzt wird.

In der Anlage 8 sind die wesentlichen sprengstofftypischen Verbindungen und Kampfstoffe, ihre Analysemethoden und die Bestimmungsgrenzen enthalten. Die angegebenen Bestimmungsgrenzen beziehen sich auf die reinen Einzelsubstanzen. Bei realen Probenextrakten können aufgrund von Matrixeffekten die Bestimmungsgrenzen wesentlich höher sein.

Bezüglich der Analytik auch im zivilen Bereich altlastrelevanter Parameter (z. B. Metalle, Kationen, Anionen, organische Summenparameter, organische Einzelsubstanzen) wird auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen. Eine Zusammenstellung und Bewertung der Analyseverfahren von altlastrelevanten Parametern ist in [HLFU 1996] enthalten.

7.2.6 Probenentsorgung im Labor

Für die Entsorgung von Probenmaterial gelten die Aussagen im Kapitel 7.1.7 analog. Allgemein gilt die Regelung, daß die Entsorgung durch eine Entsorgungsfirma durchgeführt werden muß. Als Entsorgungsnachweis dient die Abholbescheinigung der betreffenden Firma.

7.2.7 Dokumentation

Die Dokumentation muß folgende Einzelheiten enthalten:

- Ausschreibungen, Angebote, Beauftragung, evtl. Unteraufträge, Rechnungen
- besondere, zu dokumentierende Absprachen
- Schriftwechsel, Protokolle
- Analysenpläne, Sondierprotokolle
- Probenbegleitscheine, Nachweis der Lagerbedingungen nach E DIN/ISO 14507 [DIN 1966]
- Prüfberichte
- Datenspeicher.

Diese Unterlagen werden archiviert und i. d. R. 3 Jahre aufbewahrt. Mit den dazugehörigen Rohdaten wird gleichermaßen verfahren.

7.2.8 Literatur

Quellennachweis

[DIN 1966]

Europäische Norm DIN/ISO 14507 1966 - 02 „Bodenbeschaffenheit; Probenvorbehandlung für die Bestimmung von organischen Verunreinigungen in Böden“

[DIN 1983]

DIN 38414-S7, 1983 - 01 „Aufschluß mit Königswasser zur nachfolgenden Bestimmung des säurelöslichen Anteils von Metallen“

[DIN 1990]

Europäische Norm DIN 45001 1990 - 05 „Allgemeine Kriterien zum Betreiben von Prüflaboratorien“

[DIN 1996]

Entwurf DIN 38407, Teil 17, 1996 - 02 „Nitroaromaten“

[DIN 1997]

Entwurf DIN 38407, Teil 21 „Rüstungsaltslasten“, in Bearbeitung

[HAAS 1992]

Haas, R.: Konzepte zur Untersuchung von Rüstungsaltslasten, Dissertation 1992, in: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 55, Erich Schmidt Verlag, Berlin, 1992

[HLFU 1996]

Hessische Landesanstalt für Umwelt (Hsgb.): Laboranalytik bei Altlasten - Stoffsammlung, Schriftenreihe Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft 217, Wiesbaden, 1996

[KRAUSA, DOLL et. al. 1996]

Krausa, M., Doll, J., Schorb, K., Hambitzer, G.: Elektrochemischer Detektor zur schnellen Bestimmung von Nitro- und Aminoaromaten in Böden und Wässern, in: Terra Tech 5 (1996), S. 36-38

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Appler, B.: Vorschriftensammlung zur Analyse von chemischen Kampfstoffen „Gelbe Reihe“, Nr. 76, Wehrwissenschaftliche Dienststelle der Bundeswehr für ABC-Schutz
- [2] Bongartz, A.; Gail-Eller, R.; UTA, 364-373; 1995
- [3] D'Agostino, P. A., Provest, L. R.: Determination of chemical warfare agents, their hydrolysis products and related compounds in soil, in: J. Chromatogr. 589 (1992), S. 287 - 292
- [4] Dornberger, U.; Welsch, Th.: Explosivstoffe in Altlasten der Rüstungsproduktion - Stand der Analytik, in: Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie 7 (5) 1995, S. 302-316
- [5] Goldbach, E.; Neumann, V.: Vergleichende Untersuchungen von Verfahren zum Nachweis von Nitroaromaten und Nitraminen im Boden aus rüstungsaltlasten unter Labor- und Feldbedingungen; F+E - Vorhaben im Auftrage des Sächsischen Landesamts für Umwelt und Geologie; 1997
- [6] Haas, R., Stork, G.: Konzept zur Untersuchung von Rüstungsaltlasten, in: Fresenius z. Anal. Chem., 335 (1989), S. 839 - 846
- [7] Holland, H., Hollighaus, U.: Analyseverfahren zur Bestimmung von Nitro-, Aminonitro- und Aminoaromaten in kontaminierten Böden ehemaliger Trinitrotoluol-Fabrikationsstätten, 5. Auflage, Marburg, 1994 (unveröffentlicht)
- [8] Krippendorf, A.; Adler, J.: Analytik rüstungsaltlastspezifischer Sprengstoff-Verbindungen mittels Ionenbeweglichkeitschromatographie; in Tagungsband „Sanierung kontaminierter Böden“; Munster 1998
- [9] Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen: Leitfaden zur Grundwasseruntersuchung bei Altablagerungen und Altstandorten, LWA-Materialien 7/89, Düsseldorf, 1989
- [10] Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen: Probennahme bei Altlasten, LWA-Materialien 1/91, Düsseldorf, 1991
- [11] Levsen, K., Berger-Preiß, E.; Godejohann, M., Kruppa, J., Preiß, A.: Analytik sprengstofftypischer Verbindungen im Grundwasser, in: Behandlung von Rüstungsaltlasten im Raum Torgau-Elsnig, Vorträge zur Fachtagung Modellstandort und Statusseminar, 11. - 13. Sept. 1996 in Torgau
- [12] Matz, G., Schröder, W., Kessners, P.: Vor-Ort-Analytik zur Erkundung von Rüstungsaltlasten mit mobilem Gaschromatograph-Massenspektrometer-System, in „Altlasten 3“ (Hsgb. K. J. Thomé-Kosmiensky), EF Verlag für Energie und Umwelttechnik, Berlin, 1989, S.331 - 340

- [13] Rupp, H.-J.: Entwicklung von HPLC-Verfahren zur Bestimmung von Nitroverbindungen in Boden und Wasser aus Bereichen ehemaliger TNT-Produktions- und Verarbeitungsstätten (Dissertation Philipps-Universität Marburg), Marburg, 1993
- [14] Schoene, K., Bruckert, H.-J., Steinhanses, J.: Analytik Kampfstoff-kontaminierter Rüstungsaltslasten, in: Abfallwirtschaft in Forschung und Praxis, Band 74, Erich Schmidt Verlag, 1995
- [15] Schoene, K., Wasmus, G.: Analytik chemischer Kampfstoffe, in: Rüstungsaltslasten, Landesamt für Wasser und Abfall Nordrhein-Westfalen, März 1994
- [16] Steinbach, K.: Erfahrungen aus der Boden- und Wasseranalytik von TNT-Stoffen, in: Tagungsband "Rüstungsaltslasten aus der Produktion und Verarbeitung von Sprengstoff", St. Augustin, 1992
- [17] Wollin, K.-M.; GIT Fachz. Lab., 1194-1149; 1996
- [18] Yinon, J., Zitrin, S.: Modern methods and applications in analysis of explosives, Chichester, 1994

7.3 Arbeitsschutz / Arbeitssicherheit

7.3.1 Allgemeine Aspekte

7.3.1.1 Besonderheiten von Rüstungsstandorten

Rüstungsaltslasten stellen, wie bereits in Kapitel 1.1 begründet, einen Sonderfall der Altlastenproblematik dar. Aufgrund des speziellen Gefährdungspotentials ergeben sich ergänzende Anforderungen für die Arbeitssicherheit, die über den für zivile Altlasten üblichen Umfang hinausgehen. Als Ursachen für ein erhöhtes Risiko sind zu nennen:

- Standortbezogene Ursachen:
 - * Fehlen von zuverlässigen Lageplänen, Bauunterlagen und Gebäudelisten
 - * Unübersichtliche Geländeverhältnisse mit oft üppiger Vegetation
 - * Gebäude, Gebäudereste und Anlagen mit unzureichender Standsicherheit infolge Bombardierung/ Explosion/ Sprengung und durch Verfall
 - * Nicht oder unzureichend abgedeckte bauliche Anlagen unter Geländeoberkante (z. B. Brunnen, Kanäle)
 - * Fehlen eines Straßen- und Wegenetzes.
- Schadstoffbezogene Ursachen:
 - * Verdacht auf Anwesenheit von Munition, Munitionsteilen sowie detonationsfähigen Explosivstoffen und unabgefüllten chemischen Kampfstoffen, insbesondere durch unsachgemäße Demontage, Entsorgung oder Unbrauchbarmachung (u. a. Vergrabungen) oder umfangreiche Bombardierungen
 - * Korrosion von Behältnissen (z. B. Munitionshüllen, Packgefäße) oder anderen metallischen Bauteilen (z. B. Rohrleitungen), Auftreten von Leckagen

- * toxische, z. T. auch kanzerogene und mutagene Eigenschaften der potentiellen Schadstoffe
- * Änderung der Stoffeigenschaften durch biologische und chemische Abbau- und Umwandlungsprozesse, dabei u. a. Erhöhung der Toxizität
- * Schadstofftransport im Boden und im Wasser.

Grundsätze

Aufgabe einer zuverlässigen Arbeitssicherheitsplanung muß es sein, diesem Risikopotential unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen in angemessener Weise Rechnung zu tragen.

Wie auch bei der Bearbeitung von zivilen Altlasten ist zunächst der Sicherheit und dem Schutz der mit den Arbeiten betrauten Personen besondere Beachtung beizumessen. Weiterhin ist in Anbetracht des hohen Gefahrenpotentials (z. B. Entstehung von Druckwellen bei Explosionen, von Vergiftungen oder Verätzungen nach Freisetzen von Kampf- oder Reizstoffen) der Schutz unbeteiligter Dritter wie Anwohner, auf dem Standort arbeitende Personen anderer Firmen oder Spaziergänger zu beachten. Eine durch die Untersuchungsmaßnahmen mögliche zusätzliche Belastung der Schutzgüter Boden, Wasser und Luft ist unbedingt zu vermeiden.

7.3.1.2 Gesetzliche Grundlagen

Für die Durchsetzung des Arbeitsschutzes und der Arbeitssicherheit relevante Festlegungen sind in einer Vielzahl von Regelwerken enthalten: Gesetze/ Verordnungen, Unfallverhütungsvorschriften (VBG), Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Technische Regeln für gefährliche Arbeitsstoffe (TRgA), Berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Sicherheitsregeln, Merkblätter und Sonderdrucke, DIN-Normen, VDE-Bestimmungen.

Wesentliche Teile dieser Regelwerke sind sowohl bei der Arbeit auf zivilen als auch auf Rüstungsaltslasten gültig und dementsprechend umzusetzen. Auf eine vollständige Nennung soll an dieser Stelle verzichtet werden, da diese in anderen Quellen detailliert angegeben werden. Insbesondere wird auf die Regeln ZH 1/183 [ZH 1/183], Anlage 7, und auf [RAPSCH, TIEDEMANN 1994] verwiesen.

Im folgenden wird eine Übersicht ausgewählter Rechtsvorschriften und Regeln, die besonders bei Arbeiten auf Rüstungsaltslastverdachtsstandorten zu beachten sind, gegeben:

Gesetze/Verordnungen

- Sprengstoffgesetz (SprengG) [SPRENGG 1990] einschl. Verordnungen [SPRENGV 1993]
- Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz - ChemG)
- Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (KrW-/AbfG) einschl. Folgeverordnungen, wie z. B. Nachweisverordnung - NachwV
- Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf Straßen (Gefahrgutverordnung Straße - GGVS) einschl. Durchführungsbestimmungen
- Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) (ZH 1/220) mit zugehörigen Technischen Regeln, wie z. B. TRgA 415 „Tragezeitbegrenzungen von Atemschutzgeräten ...“.

Unfallverhütungsvorschriften

- VBG 37: Bauarbeiten (auch für Begehungen!)
- VBG 55a: Explosivstoffe -Allgemeine Vorschrift
- VBG 55m: Munition.

Berufsgenossenschaftliche Richtlinien, Sicherheitsregeln und Merkblätter

- ZH 1/183: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen,
- ZH 1/47: Explosivstoff-Zerlege- und -Vernichteregeln, insbes. Anlage 5: Sicherheitsbestimmungen für den Umgang mit Fundmunition
- ZH 1/700 ff.: Persönliche Schutzausrüstungen.

7.3.1.3 Randbedingungen für Arbeiten im Rahmen der HE, OU und DU

Die Arbeiten im Rahmen aller Erkundungs- und Untersuchungsphasen dienen dazu, kontaminierte Bereiche festzustellen und einzugrenzen. Die auf dem Verdachtsstandort erforderlichen Aktivitäten erfolgen auf Flächen, deren Kontaminationsgrad von nicht kontaminiert bis stark kontaminiert reichen kann. Über die vorhandenen Schadstoffe und ihre Konzentrationen liegen in Abhängigkeit vom Bearbeitungsstand nur begrenzte Erkenntnisse vor.

Wegen der insbesondere bei den Arbeiten im Rahmen der HE fehlenden bzw. unvollständigen Angaben zur Gefährdungslage sollten bei der Arbeitssicherheitsplanung folgende Randbedingungen Berücksichtigung finden:

- Es sind i. d. R. die im ungünstigsten Fall zu erwartenden (bekannten bzw. zu vermutenden) maximalen Kontaminationen zu berücksichtigen (worst case)
- Der gesamte Verdachtsstandort ist als kontaminierter Bereich anzusehen.

Die Arbeiten (Begehungen) sind unter Einhaltung der ZH 1/183, Punkt 10.1, durchzuführen.

Im Zuge der weiteren Bearbeitungsschritte (OU, DU) können aufgrund des Erkenntniszuwachses oft einzelne Flächen aus dem Verdacht entlassen werden und für die ermittelten Verdachtsflächen das Kontaminationspotential abgeschätzt werden. Verbunden damit kann eine Rücknahme von Schutzmaßnahmen sein, im Einzelfall aber auch eine Erweiterung.

Im Rahmen von Sanierungsarbeiten sind die Festlegungen der ZH 1/183 vollständig und strikt durchzusetzen!

7.3.2 Planung und Durchsetzung der Arbeitssicherheit

7.3.2.1 Erarbeitung des Arbeits- und Sicherheitsplanes

Organisatorische Forderungen

Vor Beginn von Arbeiten in Bereichen, in denen eine Kontamination durch Gefahrstoffe nicht ausgeschlossen werden kann, hat der Bauherr (Auftraggeber/ AG) nach ZH 1/183, Pkt. 8.1, eine Erkundung der vermuteten Gefahrstoffe und eine Abschätzung der von diesen möglicherweise ausgehenden Gefährdung vorzunehmen oder durchführen zu lassen.

Erfahrungsgemäß kann der AG dieser Pflicht nicht selbst nachkommen und beauftragt ein Ingenieurbüro (AN) o. ä. Hierbei gilt, daß diese Arbeit nur durch Einrichtungen durchgeführt werden sollten, die eine ausreichende Qualifikation und Erfahrung besitzen (sowohl in rüstungsaltlastspezifischer Sicht durch Untersuchung von vergleichbaren Standorten als auch hinsichtlich der Arbeitsschutzfachkunde). Ein entsprechender Nachweis, z. B. durch Vorlage von Belegen zur Teilnahme an anerkannten Lehrgängen, muß erbracht werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeiten einschl. der empfohlenen bzw. festgelegten personellen, organisatorischen und technischen Schutzmaßnahmen sind in einem „Arbeits- und Sicherheitsplan“ niederzulegen.

Im Zuge seiner Erarbeitung ist zu überprüfen, ob eine Abstimmung bzw. Beratung des Konzeptes mit Fachbehörden und Dienststellen erforderlich bzw. sinnvoll ist. Im einzelnen gilt das für

- Gewerbeaufsichtsamt
- Tiefbau-Berufsgenossenschaft bzw. zuständige Berufsgenossenschaft (insbesondere hinsichtlich der Durchsetzung der Anzeigepflicht gemäß ZH 1/183, Pkt. 11.2, bei „Bauarbeiten in kontaminierten Bereichen“)
- Kampfmittelräum- bzw. Kampfmittelbeseitigungsdienst (bei Munitionsverdacht)
- Sicherheitskoordinator (bei Arbeiten von mehreren Unternehmen auf dem Standort)
- Sachverständige bei diffizilen Problemen (z. B. bei Verdacht auf Vorhandensein von chemischen Kampfstoffen).

Anmerkung: Auf einzelnen Standorten können sich zusätzlich spezielle Maßnahmen des Schutzes der Bewohner der Umgebung (z. B. Übergabe von Schutzmasken, Vereinbarung von Warnsignalen) erforderlich machen. Für die Erarbeitung und Durchsetzung ist eine Zusammenarbeit mit kommunalen Behörden erforderlich.

Inhaltliche Forderungen

Grundlage einer zuverlässigen Festlegung von Arbeitsschutz- und Arbeitssicherheitsmaßnahmen ist eine standortbezogene Bewertung des Gefährdungspotentials. Erforderlich ist dabei eine umfassende Berücksichtigung aller Gefährdungen (für Rüstungsalblastverdachtsstandorte typische Gefährdungen sind im Kapitel 7.3.1.1 genannt).

Für die Arbeitssicherheitsplanung müssen zunächst alle vermuteten bzw. bekannten Gefahrstoffe einschl. wichtiger Eigenschaften (z. B. Art, Prüf-/Grenzwerte, Brennbarkeit, Toxizität, Mobilität) zusammengestellt werden. Anschließend erfolgt eine komplexe Bewertung unter Berücksichtigung der aktuellen Standortsituation sowie möglicher Abbau- und Transportvorgänge (z. T. 50 bis 80 Jahre seit Stoffeintrag!). Zweckmäßigerweise sind bei der Planung von Arbeiten der technischen Erkundung die Ergebnisse der HE zu nutzen.

Aus verständlichen Gründen ist bei der Planung der Schutzmaßnahmen der Vermeidung einer Schadstoffaufnahme durch Inhalation, Ingestion oder Hautkontakt besondere Bedeutung beizumessen. Zu berücksichtigen ist, daß der Aufenthalt des Ingenieur- und Beprobungspersonals auf der Verdachtsfläche im Rahmen der Arbeitsstufen HE, OU und auch DU im Vergleich zu Sanierungsmaßnahmen von wesentlich kürzerer Dauer ist.

Wegen der auf Rüstungsalblastverdachtsflächen vorhandenen Möglichkeit von umfangreichen Explosivstoffkontaminationen ist der Durchsetzung des Sprengstoffgesetzes [SPRENGG 1990] in Verbindung mit der Ersten Verordnung zum Sprengstoffgesetz [SPRENGV 1993] Beachtung zu schenken. Insbesondere ergibt sich das aus der Tatsache, daß Bodenproben mit einem Sprengstoffanteil von 5 % und mehr explosionsgefährlich sein können. Für weitergehende, sowohl die Probennahme als auch den Transport und die Analytik betreffende Details wird auf [RAPSCH, TIEDEMANN 1994] verwiesen.

Ein Muster für die Gliederung und die Inhalte des Arbeits- und Sicherheitsplanes ist in ZH 1/183, Anlage 3, enthalten.

Anmerkung: Dieser Vorschlag bezieht sich insbesondere auf Arbeiten im Rahmen der DU und SU. Die Pläne für die HE und die OU können unter Berücksichtigung der konkreten Standortbedingungen gekürzt werden.

7.3.2.2 Erarbeitung der Betriebsanweisung

Mit der Durchführung der Standortarbeiten ist ein Unternehmen zu beauftragen, das die

- fachlichen (ausreichende Erfahrungen bei vergleichbaren Arbeiten)

- personellen (regelmäßige Überwachung des Gesundheitszustandes im Rahmen von Vorsorgeuntersuchungen, Vorhandensein von Ersthelfern) und
- technischen (Vorhandensein technischer und persönlicher Schutzeinrichtungen sowie von geforderten Meßgeräten).

Voraussetzungen hat, den Arbeits- und Sicherheitsplan umzusetzen.

Der Auftragnehmer (AN) hat eine für den Verdachtsstandort bzw. -fläche verbindliche Betriebsanweisung zu erstellen. Grundlage ist der vorher genannte Plan, dessen Festlegungen in verständlicher und übersichtlicher Form umzusetzen sind. Hinweise auf wesentliche Aussagen der Betriebsanweisung und zur Gliederung sind in ZH 1/183, Pkt. 18, sowie ihren Anhängen 4 und 5, enthalten.

7.3.2.3 Umsetzung der Arbeitssicherheitsplanung

Der AN hat die Betriebsanweisung vor Beginn der Arbeiten allen Beschäftigten umfassend zu erläutern. Einzu beziehen sind auch praktische Übungen, soweit technische Schutzmaßnahmen zur Anwendung kommen oder spezielle Schutzausrüstung zu tragen ist. Die Teilnahme an der Unterweisung ist durch Unterschrift zu bestätigen.

Die Einhaltung der Betriebsanweisung ist während der Durchführung der Arbeiten regelmäßig zu kontrollieren. Bei Nichteinhaltung der Vorschriften ist eine Mängelbeseitigung zu fordern.

Grundsätzlich kann es bei den Standortarbeiten im Rahmen der technischen Untersuchung trotz sorgfältigster Vorbereitung zu unerwarteten Gefährdungssituationen kommen. Dieser Umstand sollte auch bei der Unterweisung Anlaß sein, alle Beschäftigten auf ein besonders vorsichtiges und verantwortungsbewußtes Handeln hinzuweisen. Beim Auftreten besonderer Ereignisse ist eine sofortige Meldung an den Verantwortlichen auszulösen. Soweit erforderlich, ist eine Anpassung des Arbeits- und Sicherheitsplanes bzw. der Betriebsanweisung zu veranlassen.

7.3.3 Literatur

Quellennachweis

[RAPSCH, TIEDEMANN 1994]

RAPSCH, H.-J., TIEDEMANN, M.: Schutzmaßnahmen bei der Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltslasten, Erich Schmidt-Verlag, Berlin, 1994

[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

[ZH 1/183]

Fachausschuß „Tiefbau“ der BGZ: Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit in kontaminierten Bereichen, ZH 1/183 (Stand April 1997)

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Hessische Landesanstalt für Umwelt (Hsgb.): Handbuch Altlasten, Band 3: Erkundung von Altflächen, Teil 2: Untersuchung altlastverdächtiger Flächen, Kapitel 1.3 Arbeitsschutz bei Erkundungsarbeiten, Wiesbaden, 1996
- [2] Krämer, R.: Arbeitshilfen für den Arbeits- und Gesundheitsschutz: Arbeiten in kontaminierten Bereichen - Altlastensanierung (Hsgb. Tiefbau-Berufsgenossenschaft), 1994
- [3] Lüth, H., Marose, U. et al: ITVA-Arbeitshilfe „Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit bei Arbeiten auf Rüstungsaltlastverdachtsflächen“, in: altlasten spektrum, 5(1996), S. 199-201
- [4] Rippen, G., Martinetz, D.: Handbuch Umweltchemikalien, Band 3, Teil II-2.6 Rüstungsaltlasten, Kapitel 12 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 33. Ergänzt.Lfg., 1996
- [5] Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Fachgebiet „Arbeiten in kontaminierten Bereichen - Altlastensanierung“ (Hsgb.): Musterausschreibungstexte, Januar 1993
- [6] Wöstmann, U.: Arbeitssicherheit bei der Erkundung von Altlasten, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 1994

Anlage 1: Wichtige Informationsquellen

Bundesarchive

Bundesarchiv Koblenz
Potsdamer Str. 1
56075 Koblenz
Tel: 02 61/50 50
Fax: 02 61/50 52 26

Geheimes Staatsarchiv
Preußischer Kulturbesitz
Archivstr. 12-14
14195 Berlin (Dahlem)
Tel: 0 30/8 39 01 00
Fax: 0 30/83 90 11 80

Bundesarchiv Berlin
Finckensteinallee 63
12205 Berlin - Lichterfelde
Tel: 0 30/84 35 00

Bundesarchiv, Abt. VI Militärarchiv
Wiesenthalstr. 10
79115 Freiburg i. Br.
Tel: 07 61/ 4 78 17-0
Fax: 07 61/4 78 17-81

Bundesarchiv Berlin
Außenstelle Dahlwitz-Hoppegarten
Lindenallee 55-57
15366 Dahlwitz-Hoppegarten
Tel: 0 33 42/2 36 80
Fax: 0 33 42/6 96

Landesarchive

Baden-Württemberg

Generallandesarchiv Karlsruhe
Nördliche Hildapromenade 2
76133 Karlsruhe
Tel: 0721/926-2206
Fax: 0721/926-2231

Hauptstaatsarchiv Stuttgart
Konrad-Adenauer-Str. 4
70173 Stuttgart
Tel: 07 11/2 12 43 35
Fax: 07 11/2 12 43 60

Staatsarchiv Freiburg
Colombistr. 4
79098 Freiburg i. Br.
Tel: 07 61/3 80-6 00
Fax: 07 61/3 80-60 13

Staatsarchiv Ludwigsburg
Schloßstr. 30
Schloß Ludwigsburg
71634 Ludwigsburg
Tel: 0 71 41/18-63 10
Fax: 0 71 41/18-63 11

Staatsarchiv Wertheim
Bronnbach 19
97877 Wertheim
Tel: 0 93 42/10 37
Fax: 0 93 42/ 2 23 38

Staatsarchiv Sigmaringen
Karlstr. 1+3
72488 Sigmaringen
Tel: 0 75 71/ 1 01-5 51

Baden-Württemberg

Wirtschaftsarchiv Baden-Württemberg
 Stiftung Wirtschaftsarchiv
 Baden-Württemberg
 Schloß Hohenheim
 70593 Stuttgart
 Tel: 07 11/4 59 31 42

Bayern

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
 Postfach 22 11 52
 Schönfeldstr. 5
 80501 München
 Tel: 0 89/2 86 38-5 96

Staatsarchiv München
 Schönfeldstr. 3
 80501 München
 Tel: 0 89/2 86 38- 5 25

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
 Abt. II: Neuere Bestände (19./20. Jh.)
 Postfach 22 11 52
 80501 München
 Tel: 0 89/2 86 38-5 96

Staatsarchiv Nürnberg
 Archivstr. 17
 90408 Nürnberg
 Tel: 09 11/93 51 90

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
 Abt. IV: Kriegsarchiv
 Leonrodstr. 57
 80636 München
 Tel: 0 89/18 36 12

Staatsarchiv Würzburg
 Residenz-Nordflügel
 97070 Würzburg
 Tel: 09 31/3 55 29-0

Bayerisches Hauptstaatsarchiv
 Abt. V: Nachlässe und Sammlungen
 Ludwigstr. 14
 80539 München
 Tel: 0 89/2 86 38-5 11

Bayerisches Wirtschaftsarchiv
 Orléanstr. 10-12
 81669 München
 Tel: 0 89/5 11 62 85
 Fax: 0 89/5 11 65 64

Staatsarchiv Amberg
 Archivstr. 3f
 92224 Amberg
 Tel: 0 96 21/30 72 70

Staatsarchiv Bamberg
 Hainstr. 39
 96047 Bamberg
 Tel: 09 51/2 68 61

Staatsarchiv Augsburg
 Salomon-Idler-Str. 2
 86159 Augsburg
 Tel: 08 21/57 50 25

Staatsarchiv Coburg
 Herrngasse 11
 96450 Coburg
 Tel: 0 95 61/9 28 33

Staatsarchiv Landshut
 Burg Trausnitz
 84036 Landshut
 Tel: 08 71/2 25 15

Berlin

Landesarchiv Berlin
Kalckreuthstr. 1-2
10777 Berlin (Schöneberg)
Tel: 0 30/21 23-31 63 /21 23-31 86
Fax: 0 30/21 23-31 77

Landesarchiv Berlin
Außenstelle Breite Straße
Breite Straße 30-31
10178 Berlin
Tel: 0 30/21 74-22 50
Fax: 0 30/21 74-26 22

Brandenburg

Brandenburgisches Landeshauptarchiv
An der Orangerie 3
14469 Potsdam
Tel: 03 31/ 29 29 71
Fax: 03 31/61 90 12

Bremen

Staatsarchiv Bremen
Am Staatsarchiv 1
28203 Bremen
Tel: 04 21/3 61 62 21
Fax: 04 21/1 02 47

Hamburg

Staatsarchiv der Freien und Hansestadt Hamburg
ABC-Straße 19a
20354 Hamburg
Tel: 0 40/36 81 18 62
Fax: 0 40/36 81 25 14

Hessen

Hessisches Hauptstaatsarchiv
Mosbacher Str. 55
65187 Wiesbaden
Tel: 06 11/88 10
Fax: 06 11/88 11 45

Hessisches Staatsarchiv Darmstadt
Karolinenplatz 3
64289 Darmstadt
Tel: 0 61 51/16 59 00
Fax: 0 61 51/16 59 01

Hessisches Staatsarchiv Marburg
Friedrichsplatz 15
Postfach 5 40
35037 Marburg
Tel: 0 64 21/2 50 78
Fax: 0 64 21/16 11 25

Hessisches Wirtschaftsarchiv e. V.
Karolinenplatz 3
64289 Darmstadt
Tel: 0 61 51/16 50-01, 02
Fax: 06 11/ 16 50 03

Mecklenburg-Vorpommern

Mecklenburgisches Landeshauptarchiv Schwerin
 Graf-Schack-Allee 2
 19053 Schwerin
 Tel: 03 85/55 54 11

Vorpommersches Landesarchiv
 Martin-Andersen-Nexö-Platz 1
 17489 Greifswald
 Tel. 0 38 34/7 72 86

Niedersachsen

Niedersächsisches Hauptstaatsarchiv Hannover
 Archivstr. 1
 30169 Hannover
 Tel: 05 11/1 06 28 40
 Fax: 05 11/1 06 29 10

Niedersächsisches Staatsarchiv Aurich
 Oldersumer Str. 50
 26603 Aurich
 Tel: 0 49 41/ 17 62 60
 Fax: 0 49 41/17 62 73

Niedersächsisches Staatsarchiv Bückeburg
 Schloß
 31675 Bückeburg
 Tel: 0 57 22/2 10 14
 Fax: 0 57 22/12 89

Niedersächsisches Staatsarchiv Oldenburg
 Damm 43
 26135 Oldenburg
 Tel: 04 41/ 2 54 64
 Fax: 04 41/2 65 04

Niedersächsisches Staatsarchiv Osnabrück
 Schloßstr. 29
 49074 Osnabrück
 Tel: 05 41/ 2 85 77
 Fax: 05 41/ 2 19 29

Niedersächsisches Staatsarchiv Stade
 Am Sande 4c
 21682 Stade
 Tel: 0 41 41/4 06 03
 Fax: 0 41 41/40 61 90

Niedersächsisches Staatsarchiv Wolfenbüttel
 Forstweg 2
 38302 Wolfenbüttel
 Tel: 0 53 31/7 20 61
 Fax: 0 53 31/79 16

Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfälisches Hauptstaatsarchiv
 Mauerstr. 55
 40476 Düsseldorf
 Tel: 02 11/94 49-02
 Fax: 02 11/94 49-70 02

Nordrhein-Westfälisches Staatsarchiv
 Detmold und Nordrhein-Westfälisches
 Personenstandsarchiv Westfalen-Lippe
 Willi-Hofmann-Str. 2
 32756 Detmold
 Tel: 0 52 31/76 60
 Fax: 0 52 31/76 61 14

Nordrhein-Westfälisches Staatsarchiv Münster
 Bohlweg 2
 48147 Münster
 Tel: 02 51/48 85-0
 Fax: 02 51/48 85-1 00

Rheinisch-Westfälisches Wirtschaftsarchiv
 zu Köln e. V.
 Unter Sachsenhausen 10-26
 50667 Köln
 Tel: 02 21/16 40-1 06
 Fax: 02 21/16 40-3 12

Nordrhein-Westfalen (Fortsetzung)

Westfälisches Wirtschaftsarchiv
Stiftung Westfälisches Wirtschaftsarchiv
Märkische Str. 120
44141 Dortmund
Tel: 02 31/5 41 72 96, 97
Fax: 02 31/5 41 71 17

Rheinland-Pfalz

Landeshauptarchiv Koblenz
Karmeliterstr. 1/3
56068 Koblenz
Tel: 02 61/3 30 67, 3 30 69
Fax: 02 61/3 30 86

Landesarchiv Speyer
Otto-Mayer-Str. 9
67346 Speyer
Tel: 0 62 32/9 19 20

Saarland

Landesarchiv Saarbrücken
Scheidter Str. 114
66123 Saarbrücken
Tel: 06 81/39 99 53, 3 90 52 04
Fax: 06 81/ 3 90 52 04

Sachsen

Sächsisches Hauptstaatsarchiv
Archivstr. 14
01097 Dresden
Tel: 03 51/8006-0
Fax: 03 51/5 67 12 74

Sächsisches Staatsarchiv Leipzig
Reichsgerichtsgebäude
Beethovenstr. 4
04107 Leipzig
Tel: 03 41/2 13 26 71/2 13 26 74
Fax: 03 41/2 13 24 01

Sächsisches Wirtschaftsarchiv e. V.
Archiv, Theresienstr. 10
04129 Leipzig
Tel: 03 41/5 85 27 19
Fax: 03 41/5 85 27 19

Sachsen-Anhalt

Landesarchiv Magdeburg - Landeshauptarchiv
Hegelstr. 25
39104 Magdeburg
Tel: 03 91/5 66 44 50
Fax: 03 91/5 66 44 40

Landesarchiv Merseburg
König-Heinrich-Str. 83
06217 Merseburg
Tel: 0 34 61/4 73 80
Fax: 0 34 61/47 38 15

Sachsen-Anhalt (Fortsetzung)

Landesarchiv Oranienbaum
Schloß
06782 Oranienbaum
Tel: 03 49 04/2 03 75

Schleswig-Holstein

Landesarchiv Schleswig-Holstein
Prinzenpalais
24837 Schleswig
Tel: 0 46 21/86 18 00
Fax: 0 46 21/ 86 18 01

Thüringen

Thüringisches Hauptstaatsarchiv Weimar
Marstallstr. 2
99423 Weimar
Tel: 0 36 43/39 33
Fax: 0 36 43/39 36

Thüringisches Staatsarchiv Gotha
Schloß Friedenstein
99867 Gotha
Tel: 0 36 21/5 23 96, 5 28 25
Fax: 0 36 21/5 23 96

Thüringisches Staatsarchiv Meiningen
Schloß Bibrabau
98617 Meiningen
Tel: 0 36 93/29 10
Fax: 0 36 93/22 18

Thüringisches Staatsarchiv Altenburg
Schloß 7
04600 Altenburg
Tel: 0 34 47/31 54 88, 50 49 29
Fax: 0 34 47/50 49 29

Thüringisches Staatsarchiv Greiz
Oberes Schloß 7
07973 Greiz
Tel: 0 36 61/25 37

Thüringisches Staatsarchiv Rudolstadt
Schloß Heidecksburg
07407 Rudolstadt
Tel: 0 36 72/2 26 86
Fax: 0 36 72/2 25 66

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: 0033/3 89 41 43 69
Fax: 0033/3 89 23 98 72

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 81/8 76 34 44
Fax: 00 44 81/8 78 72 31 ext 22 16
Ruskin Avenue
Kew, Richmond, TW9 4 Detailuntersuchung
Tel: 00 44 81/8 76 34 44
Fax: 00 44 81/8 78 89 05 ext 24 97

USA

National Archives and Records Administration
National Archives Bldg.
8th and Pennsylvania Ave.
NW, Washington DC 20408
Tel: 0 01-2 02/5 01 54 00
Fax: 0 01-2 02/5 01 57 59

Luftbildbeschaffung

Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und
Raumordnung
Am Michaelshof 8
53177 Bonn
Tel: 02 28/82 60
Fax: 02 28/82 62 66

Kampfmittelbeseitigungs- und -räum-dienste; Munitionsräumkommandos

Baden-Württemberg

Regierungspräsidium Stuttgart
Referat II.1 - Öffentliche Sicherheit, KMBD
Pfaffenwaldring 1
70569 Stuttgart
Tel: 0 70 31/22 00 31
Fax: 0 70 31/22 12 62

Bayern

Bayerisches Staatsministerium des Innern
Sachgebiet I D2
Odeonsplatz 3
80539 München
Tel: 0 89/21 92 01-0
Fax: 0 89/28 20 90

Berlin

LKA Institut PTU 23
 (Polizeitechnische Untersuchungsanstalt)
 Sprengplatz Grunewald
 Im Jage 65
 14193 Berlin / Zehlendorf
 Tel: 0 30/ 8 01 10 08
 Fax: 0 30/ 8 01 10 08

Polizeipräsident in Berlin
 Direktion Polizeitechnische Untersuchungen (PTU)
 Gothaer Straße 19
 10823 Berlin
 Tel.: 030-8024044

Brandenburg

Staatlicher Munitionsbergungsdienst
 des Landes Brandenburg
 Hauptallee 116/8
 15838 Waldstadt b. Wünsdorf
 Tel: 03 37 7/37 28 00

Bremen

Polizeipräsidium Bremen
 Polizeiführungsstab 23
 Kampfmittelräumdienst
 Bei den drei Pfählen 39 a
 28205 Bremen
 Tel: 04 21/36 21 22 32
 Fax: 04 21/36 21 22 39

Hamburg

Behörde für Inneres
 Feuerwehr / F6
 Kampfmittelräumdienst
 Billbrookdeich 27
 22113 Hamburg
 Tel: 0 40/ 2 88 20
 Fax: 0 40/ 28 82 46 09

Hessen

Regierungspräsidium Darmstadt
 Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen
 Luisenplatz 2
 64283 Darmstadt
 Post: 64278 Darmstadt, PF 111253
 Tel: 0 61 51/1 21-0
 Fax: 0 61 51/12 60 53

Mecklenburg-Vorpommern

Landesamt für Katastrophenschutz M-V
 Munitionsbergungsdienst
 Gallenthiner Chaussee 1
 23996 Bad Kleinen
 Tel: 038423 / 50 255, 50 256
 Fax: 038423 / 50 257

Niedersachsen

Bezirksregierung Hannover
 Kampfmittelbeseitigungsdienst
 Meelbaumstr. 8
 30 165 Hannover
 Tel: 05 11/ 106 29 99
 Fax: 05 11/ 106 26 05

Nordrhein-Westfalen

Regierungspräsidium Düsseldorf
 Dezernat 22 - Staatlicher Kampfmittelräumdienst
 PF 300865
 40408 Düsseldorf
 (weitere Räumdienste bei den übrigen Regierungspräsidien)

Rheinland-Pfalz

Bezirksregierung Trier
 Referat 13
 Willy-Brand-Platz 3
 54290 Trier
 Tel: 06 51/ 94 94 0
 Fax: 06 51/ 94 94 170

Saarland

Ministerium des Innern
Kampfmittelräumdienst
Mainzer Str. 109 - 111
66121 Saarbrücken
Tel: 06 81/3 00 01 87/1 88
Fax: 06 81/3 00 01 93

Sachsen

Landespolizeidirektion Zentrale Dienste
Kampfmittelräumdienst
Neuländer Str. 60
01112 Dresden
Tel: 03 51/8 50 10
Fax: 03 51/8 50 11 28

Sachsen-Anhalt

Technisches Polizeiamt des Landes Sachsen-Anhalt
Kampfmittelbeseitigungsdienst
August-bebel-Damm 19
39126 Magdeburg
Tel: 03 91/5075-538
03 91/5075-192
Fax: 03 91/5075-210

Schleswig-Holstein

Munitions- und Sprengstoffbetrieb Groß-Nordsee
Lärchenweg 17
24242 Felde/Holst.
Tel: 0 43 40/55 8
Fax: 0 43 40/91 14

Thüringen

Thüringer Innenministerium Referat 52
Kampfmittelräumdienst
Schillerstr. 27
99096 Erfurt;
Post: 99008 Erfurt, PF 261
Tel: 03 61/3 98 31 19
Fax: 03 61/3 98 31 19

Anlage 2: Rahmengliederung "Bericht zur Historischen Erkundung"

Verzeichnisse

- Inhaltsverzeichnis
- Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen
- Verzeichnis der Anlagen
- Erläuterungen der Abkürzungen, Maßeinheiten und Symbole

0 Zusammenfassung

1 Einleitung

- Veranlassung
- Zielsetzung
- Methodisches Vorgehen
 - Aufführung der durchgeführten Recherchen
 - Auflistung der verwendeten Unterlagen ggf. inkl. der Materialien aus bereits durchgeführten Untersuchungen

2 Allgemeine Standortangaben

- Lage, Größe (Übersichtslageplan)
- aktuelle/geplante Nutzung des Standortes und der unmittelbaren Umgebung
- geologische und hydrogeologische Standort- und Umgebungsdaten

3 Standorthistorie

- Historischer Abriß
- Rechtsverhältnisse
- Rekonstruktion der Arbeitsabläufe und besonderer Ereignisse
- Abfall- und Abwasserbehandlung
- Mengenbilanzen
- Nachkriegsnutzung

4 Beurteilung/Risikoabschätzung

- Eingrenzung potentiell kontaminierter Bereiche
- Zusammenstellung relevanter Schadstoffe und Metabolite
- Darstellung möglicher Wirkungspfade

5 Empfehlungen des Gutachters

- ggf. Vorschläge für Sofortmaßnahmen
- Vorschläge für weitere Untersuchungsmaßnahmen

6 Verwendete Quellen/Literatur

Anhang

- Fotodokumentation
- Gebädefunktionsliste
- Gesprächsprotokolle der Zeitzeugenbefragung

Anlagen

- Übersichtsplan mit Verdachtsflächenabgrenzung
- Historische Lage- und Detailpläne
- "Eingrenzung potentiell kontaminierter Bereiche" (Lageplan)

Materialband

- Kopien sämtlicher recherchierten Schriftstücke
- Luftbilder
- Unterlagen des Auftraggebers

Anlage 3: Checkliste für die Zeitzeugenbefragung

Die Checkliste ist i. w. für die Befragung primärer Zeitzeugen gedacht. Für die Befragung sekundärer Zeitzeugen sind entsprechende Adaptierungen erforderlich.

- Zeitraum der Zugehörigkeit
- Betriebsrichtung
- Betreiber
- Grundstückseigentümer
- Name, Adresse weiterer Zeitzeugen
- Arbeitsbereich
- Lokalisierung des Arbeitsplatzes
- Funktionen umliegender Gebäude/Anlagen
- Produktpalette
- Ausgangsstoff/ Bezugsquellen der Ausgangsstoffe
- Üblicher Tagesablauf
- Umgang mit Chemikalien, Werkstoffen o.ä.
- Aggregatzustand der Substanzen, Farbe, Geruch
- Produktionsmengen
- Arbeitsschutzmaßnahmen
- Explosionen, Störfälle oder Unfälle
- Brunnen zur Wasserversorgung
- Umgang mit Abwässern und Abfällen
- Demontage
- aktuelle Nutzung
- Bestand an alten Werksanlagen
- Besitz alter Fotos, Karten oder Pläne
- Gesundheitsschäden aus Arbeiten in der Rüstungsproduktion

Anlage 4: Rahmengliederung eines Abschlußberichtes „Orientierende Untersuchung“

Im folgenden wird eine in dem Abschlußbericht umzusetzende Gliederung vorgeschlagen. Ergänzend erfolgen Hinweise auf wesentliche inhaltliche Aspekte.

Verzeichnisse

- Inhaltsverzeichnis
- Verzeichnis der Tabellen und Abbildungen
- Verzeichnis der Anlagen
- Erläuterungen der Abkürzungen, Maßeinheiten und Symbole

0 Zusammenfassung

In zusammengefaßter Form sollten auf ca. 2 – 3 Seiten dargestellt werden:

- Anlaß, allgemeine Standortangaben
- Ausgangssituation und bisheriger Erkenntnisstand
- Untersuchungsziele
- Wesentliche Arbeiten und ihre Ergebnisse
- Erkenntnisse und Schlußfolgerungen
- Vorgeschlagene Maßnahmen

1 Veranlassung/Aufgabenstellung

- Ausgangssituation, Veranlassung
- Aufgaben- bzw. Zielstellung
- Abgrenzungen (soweit erforderlich)

2 Basis der Untersuchungen

- Zusammenfassung der vorangegangenen Aktivitäten und Ergebnisse
- Benennung der vorhandenen/verwendeten Unterlagen aus Bestandsaufnahme und HE
(z. B. Gutachten, Akten, Pläne, Karten, Zeitzeugenbefragungen, Luftbildaufnahmen, multitemporale Luftbildauswertungen)

3 Allgemeine Standortbeschreibung

3.1 Allgemeine Angaben

- Bezeichnung, Lage, Ausdehnung usw., Lageplan möglichst 1 : 10.000 bzw. 1 : 5.000

3.2 Geologische und hydrogeologische Angaben

- Regionale Situation (Klima, Geologie, Hydrologie, Hydrogeologie)
- Lokale Situation (geologische Beschreibung des Untergrundes, hydrogeologische bzw. hydrologische Angaben, wie z. B. Flurabstand, Fließrichtung und -geschwindigkeit, Kartierung von Wasserfassungen)

3.3 Gegenwärtige und geplante Nutzungen

4 Altlastbezogene Standortbeschreibung

- Darstellung wesentlicher Ergebnisse der HE und anderer vorangegangener Arbeiten

4.1 Historie des Standortes

4.2 Gefahrenpotential

5 Beprobungs- und Untersuchungsprogramm

- Darlegung und Begründung der Lage von Bohrungen bzw. Sondierungen und Meßstellen
- Darlegung des Analytikprogramms

6 Feldarbeiten

- Beschreibung der durchgeführten Arbeiten (Begehungen, Bohrungen, Ausbau von Wassermessstellen usw.), Vorkommnisse, evtl. Begründung der Abweichungen vom Programm

7 Probennahme und Untersuchungen

7.1 Probennahme

- einschl. Beschreibung der Methoden der Entnahme und Aufbereitung

7.2 Vor-Ort-Messungen und -Analytik

7.3 Laboruntersuchungen

- Beschreibung der Verfahren, Angabe von Bestimmungsgrenzen für Wasser und Boden

8 Darstellung der Untersuchungsergebnisse

8.1 Grundwasser

- Übersichtliche Darstellung (Tabellen, Pläne) wesentlicher Ergebnisse nach Plausibilitätsprüfung, insbes. festgestellte Schadstoffe und ihre Konzentrationen im An- und Abstrom

8.2 Boden

- Übersichtliche Darstellung (Tabellen, Pläne) wesentlicher Ergebnisse nach Plausibilitätsprüfung, insbes. festgestellte Schadstoffe und ihre Konzentrationen in lateraler und vertikaler Richtung

8.3 Bodenluft

- Übersichtliche Darstellung (Tabellen, Pläne) wesentlicher Ergebnisse nach Plausibilitätsprüfung, insbes. festgestellte Schadstoffe und ihre Konzentrationen

8.4 Weitere Untersuchungsergebnisse

- Sonstige Messungen, Untersuchung von Pflanzen, Gegenständen usw.
[ansonsten analog Pkt. 10.3]

9 Beurteilung der Untersuchungsergebnisse

In der Beurteilung soll eine Einschätzung der Einwirkungen auf Schutzgüter und der bestehenden bzw. zu erwartenden Risiken erfolgen. Bestandteile sind folgende Schritte:

- Beurteilung der Eigenschaften aufgefundener relevanter Schadstoffe einschl. Abbau- und Umwandlungsprodukte
- Bewertung der Schadstoffgehalte (mit Angabe von Hintergrund- und Orientierungswerten)
- Bewertung der standortspezifischen Bedingungen, die die Ausbreitung der Schadstoffe beeinflussen
- Darstellung der Wirkungspfade Schadstoff - Schutzgut
- Beurteilung der Möglichkeiten der räumlichen und zeitlichen Ausbreitung der Schadstoffe
- Art und Umfang der Aufnahme von Schadstoffen durch Menschen, Tiere und Pflanzen unter Berücksichtigung der gegenwärtigen und der zukünftigen Nutzung

10 Empfehlungen zum weiteren Vorgehen

- Vorschläge für Überwachungs- und Kontrollmaßnahmen (Verfahren, Meßstellen)

- Vorschlag für Detailuntersuchungen
- Vorschläge für Sofortmaßnahmen (z. B. Nutzungsbeschränkungen, Sicherungsmaßnahmen)

11 Literaturverzeichnis

- Zusammenstellung der verwendeten Quellen

12 Anlagen

- Kartenmaterial (Übersichts- und Lagepläne)
- Untergrundsituation (u. a. Pegelausbauzeichnungen, Schichtenverzeichnisse)
- Protokolle und Datenübersichten (u. a. Probennahme und -transport, Vor-Ort-Meßprotokolle, Analyseprotokolle)
- Fotodokumentation

Anlage 5: Rüstungsalblastrelevante Standorttypen und ihre Kontaminationsschwerpunkte

1 Vorbemerkungen

Ursachen von Kontaminationen können grundsätzlich folgende sein:

- **Rüstungsbedingte Nutzung**
Wesentliche Hinweise zu Art und Umfang der Bodenkontaminationen aus der rüstungsbedingten Nutzung sind in den folgenden Ausführungen enthalten. Ergänzend ist auf den Leitfaden "Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblaststandorten" [UBA 1994] hinzuweisen. In diesem Leitfaden wurden die wesentlichen Betriebsabläufe rekonstruiert und schematisch in Flußdiagrammen dargestellt, kontaminationsrelevante Vorgänge analysiert und in einem Stoffinventar die bei der Produktion angefallenen Ausgangs-, End- und Nebenprodukte erfaßt.
- **Singuläre Ereignisse**
Soweit auf dem zu untersuchenden Standort singuläre Ereignisse erfolgten, muß mit weiteren Schadstoffen gerechnet werden (z. B. thermische Umwandlungsprodukte).
- **Dazugehörige Infrastruktur.**

Bei Standorten mit ziviler Vor- oder Folgenutzung oder sonstiger militärischer Nutzung (z. B. Schießplätze, Standortübungsplätze, Kasernen) wird zur Ermittlung des Kontaminationspotentials zusätzlich auf die unter Punkt 7 genannten Dokumente verwiesen.

Anmerkung: Zur Ermittlung des Schadstoffspektrums der kontaminationsrelevanten Zusatzfunktionen wird auf die angegebene analoge Hauptnutzung verwiesen.

2 Explosivstofffabriken und Füllstellen

Sprengstofffabrik

Hauptaufgabe

Herstellung von Brisanzsprengstoffen (z. B. TNT, Pikrinsäure, Nitropenta, Hexogen, Dinitrobenzol) und von Sprengstoffmischungen

Kontaminationsschwerpunkte

- Produktionsanlagen (Nitrierhäuser zur Mono-, Di- und Trinitrierung, Waschküchen zur Reinigung des rohen Sprengstoffes, Trocknungsgebäude, Umkristallisationsanlagen)
- Abwasserbehandlungsanlagen und -kanalsystem, Absetzbecken, Deponie der Neutralisationsschlämme
- Leitungssysteme der Produktion
- Abfallsäureaufbereitungsanlagen (Denitrierung, Hochkonzentration)
- Brandplätze für Fehlchargen und Produktionsabfälle

Schadstoffspektrum

- Nitroaromaten, Nitramine und Salpetersäureester sowie deren Umwandlungs- und Abbauprodukte (z. B. Nitrotoluole, Nitrobenzole, Nitronaphthaline, Nitrokresole, Nitrophenole, Hexogen, Tetryl, aromatische Amine, Hydrazine)
- BTEX
- Nitrate, Nitrite, Sulfite, Sulfate, Chlorate, Chromate
- Blei und Bleiverbindungen
- PAK (Brandplätze)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- Herstellung von Initialsprengstoffen und Treibmitteln
- Herstellung von Zündmitteln (z. B. Zündhütchen, Zündladungen, Sprengkapseln)
- Pressen von Sprengstoffen
- Delaborierung von Munition, Aufarbeitung von rückgeführter und Beutemunition sowie von Fehlchargen, Vernichtung von unbrauchbaren Bestandteilen
- Füllung von Munition mit Sprengstoffen
- Erprobungseinrichtungen (z. B. Laboratorien, Schieß- und Sprengplätze)

Fabriken zur Herstellung von Treibmitteln (Pulverfabrik)

Hauptaufgabe

Herstellung von Treibladungspulver (NC, vorrangig rauchschwaches Pulver, z. T. Schwarzpulver)

Kontaminationsschwerpunkte

- Produktionsanlagen (Nitrierhäuser, Waschhäuser, Knethäuser, Trocknungsgebäude)
- Abwasserbehandlungsanlagen und -kanalsystem, Absetzbecken, Deponie der Schlämme
- Leitungssysteme der Produktion
- Abfallsäureaufbereitungsanlagen (Denitrierung, Hochkonzentration)
- Brandplätze für Fehlchargen und Produktionsabfälle

Schadstoffspektrum

- Nitroglycerin, Diethylenglycoldinitrat, Nitroguanidin, NC
- Weichmacher: Phthalate, Nitrotoluole und deren Abbau- und Umwandlungsprodukte
- Stabilisatoren: Centralite, Akardite (substituierte Diphenylharnstoffe), Urethane, Diphenylamin und deren Abbau- und Umwandlungsprodukte
- Nitrate, Nitrite, Chromate, Bariumsalze
- Blei und Bleiverbindungen
- PAK (Brandplätze)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- Herstellung von Kartusch- und Patronenhülsen (betr. Metallbearbeitung, Oberflächenbehandlung)
- Füllung von Patronen und Kartuschen

- Erprobungseinrichtungen (z. B. Laboratorium, Schieß- und Sprengplätze)
- Delaborierung von Munition, Aufarbeitung von rückgeführter und Beutemunition sowie von Fehlchargen, Vernichtung von unbrauchbaren Bestandteilen

Fabriken zur Herstellung von Initialsprengstoffen und Zündmitteln

Hauptaufgabe

Herstellung von Initialsprengstoffen (vorr. Knallquecksilber, Bleiazid, Bleitrinitroresorcinat und Tetrazen) und von Zündmitteln (Anzündhütchen, Sprengkapseln, Zündschnüren und Zündern durch Verfüllung der Initialsprengstoffe)

Kontaminationsschwerpunkte

- Reaktorgebäude zur Herstellung der rohen Initialsprengstoffe, Filtrations- und Waschlhäuser
- Misch-, Trocken- und Siebhäuser, Ladestuben, Pressegebäude
- Abwasserbehandlungsanlagen und -kanalsystem
- Abwasserversickerung (Schluckbrunnen), Abfallablagerung/ Deponie der Schlämme
- Brand- und Sprengplätze für Fehlchargen und Produktionsabfälle

Schadstoffspektrum

- Blei, Quecksilber und deren Verbindungen
- Tetrazen und dessen Abbau- und Umwandlungsprodukte
- Nitrate, Nitrite, Chlorate
- Antimon-, Barium- und Chromverbindungen
- PAK (Brandplätze)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- Herstellung von Behältnissen für Zündmittel (betr. Metallbearbeitung, Oberflächenbehandlung)
- Erprobungseinrichtungen (z. B. Laboratorium, Schieß- und Sprengplätze)
- Delaborierung von Zündern

Füllstelle und Presserei

Hauptaufgabe

Füllung von Munitionshohlkörpern (insbesondere Granaten und Bomben) mit geschmolzenem Sprengstoff bzw. Pressen von Sprengstoffen in kaltem Zustand zur Verwendung als Spreng- bzw. Zündladung

Kontaminationsschwerpunkte

- Schmelz- und Gießhäuser, Reinigungsraum für Füllschrauben
- Pressenhäuser
- Abwasserkanalsystem, Absetzbecken
- Sicker- und Schluckbrunnen
- Spreng- und Brandplätze für Fehlchargen und Produktionsabfälle

Schadstoffspektrum

- Nitroaromaten (vorr. TNT, Pikrinsäure, Dinitrobenzol, Hexogen und Nitropenta) sowie ihre Umwandlungs- und Abbauprodukte
- PAK (Brandplatz)
- Polychlorierte Naphthaline (Verwendung als Flammschutzmittel)
- Chemische Kampfstoffe und ihre Umwandlungsprodukte (bei Füllstellen für chemische Munition)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- Delaborierung von Munition, Aufarbeitung von rückgeführter und Beutemunition sowie von Fehlchargen, Vernichtung von unbrauchbaren Bestandteilen

3 Herstellung von Munition und pyrotechnischen Produkten

Infanteriemunitionsfabrik

Hauptaufgabe

Herstellung von patronierter Munition für Infanteriewaffen

Kontaminationsschwerpunkte

- Hülsenherstellung und -bearbeitung
- Abwasserkanalsystem, Abwasserversickerung, Abfallablagerung
- Brandplatz zur Vernichtung von Fehlchargen
- Abfallablagerung
- Erprobungs- und Prüfgelände
- Lagerbereich

Schadstoffspektrum

- Schwermetalle und deren Verbindungen (u. a. Blei, Chrom, Kupfer, Nickel, Zink)
Ergänzend ist der Mindestparameterkatalog für die Branchengruppe „Metalloberflächen-veredelung“ zu berücksichtigen.
- Nitroglycerin, Diethylenglycoldinitrat, Nitroguanidin
- Weichmacher: Phthalate, Nitrotoluole und deren Abbau- und Umwandlungsprodukte
- Stabilisatoren: Centralite, Akardite (substituierte Diphenylharnstoffe), Urethane, Diphenylamin und deren Abbau- und Umwandlungsprodukte
- aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Cyanide (Hülsenbearbeitung)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

-

Pyrotechnische Fabrik

Hauptaufgabe

Herstellung von pyrotechnischen Erzeugnissen, wie Leucht-, Knall- und Pfeif- und Farbrauchmitteln, z. T. auch Leuchtpur- und Brandmunition

Kontaminationsschwerpunkte

- Sieb- und Mischräume für verschiedenste Komponenten
- Trockenräume für im Feuchtmischverfahren hergestellte Sätze
- Räume zur Füllung und Verfestigung der Sätze
- Abwasserkanalsystem, Abwasserversickerung (Schluckbrunnen), Abfallablagerung
- Brandplatz zur Vernichtung von Gebäudekehricht, Satzresten und Fehlchargen (evtl. auch Vergrabung)
- Erprobungs- und Prüfgelände

Schadstoffspektrum

- Sulfate, Sulfide, Chlorate, Chloride, Chromate
- Blei-, Kupfer-, Antimon-, Magnesium-, Strontium- und Arsenverbindungen
- PAK (Brandplatz)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

-

4 Munitionsanstalt (Muna) und Munitionsanfertigungsstelle

Hauptaufgabe

Lagerung, Untersuchung, Fertigmachung und Versand von Munition verschiedenster Arten, Füllen von Kartuschen, Rücknahme und Aufarbeitung von Hülsen

Kontaminationsschwerpunkte

- Lagerhäuser für unverfüllte Explosivstoffe
- Laboriergebäude für Kartuschen
- Anlagen der Hülsenreinigung und -lackierung
- Spreng- und Brandplatz
- Abwasserkanalisation im Arbeitsbereich, Absetzbecken, Abwasserleitung
- Abfallablagerung

Schadstoffspektrum

- Nitroaromaten, Nitramine und Salpetersäureester sowie deren Umwandlungs- und Abbauprodukte
- Schwermetalle
- aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe, Cyanide (Hülsenreinigung)
- PAK (Brandplatz)
- Chemische Kampfstoffe und ihre Umwandlungsprodukte (bei Munitionsanstalten für chemische Munition)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- Delaborierung von Munition, Aufarbeitung von rückgeführter und Beutemunition sowie von Fehlchargen, Vernichtung von unbrauchbaren Bestandteilen

5 Delaborierwerk / Zerlegestelle

Hauptaufgabe

Entschärfung und Zerlegung von nicht benötigter bzw. unbrauchbarer Munition (vorr. bei Bomben und Granaten) und Entfernung der Explosivstoffe durch Ausschütten, Ausdüsen bzw. Ausschmelzen aus den Metallhülsen (bei speziellen Zerlegestellen auch von Kampfstoffmunition bzw. chemischen Kampfstoffen)

Kontaminationsschwerpunkte

- Ausschmelz- bzw. Ausdüsestellen für Sprengstoffe
- Zerlegepunkt für Kartuschen
- Anlagen zur Auftrennung von Sprengstoffmischungen
- Abwasserkanalsystem, Absetzbecken
- Abwasserversickerung (Schluckbrunnen), Abfallablagerung
- Spreng- und Brandplatz

Schadstoffspektrum

- Nitroaromaten, Nitramine und Salpetersäureester sowie deren Umwandlungs- und Abbauprodukte
- Blei, Quecksilber und deren Verbindungen
- Antimon-, Arsen- und Zinkverbindungen
- Nitrate, Nitrite
- Chemische Kampfstoffe und ihre Umwandlungsprodukte (bei chemischen Zerlegestellen)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- (Vergrabungen)

6 Brandplatz / Munitionsvernichtung
--

Hauptaufgabe

Vernichtung unbrauchbarer, handhabungsunsicherer bzw. nicht benötigter herkömmlicher und chemischer Munition sowie von Sprengstoffen und Treibmitteln

Kontaminationsschwerpunkte

- Brandplatz, Sprenggrube, Verbrennungsofen

Schadstoffspektrum

- Nitroaromaten, Nitramine und Salpetersäureester sowie deren Umwandlungs- und Abbauprodukte
- Blei, Quecksilber und deren Verbindungen
- Antimon-, Arsen- und Zinkverbindungen
- Nitrate, Nitrite
- PAK
- Chemische Kampfstoffe und ihre Umwandlungsprodukte (bei chemischen Zerlegestellen)

- ggf. PCDD/ PCDF (z. B. aus Kampfstoffvernichtung)

Kontaminationsrelevante Zusatzfunktionen des Nutzungstyps

- (Vergrabungen)

7 Literatur

Quellennachweis

[UBA 1994]

Thieme, J., Bassek, H., Appler, B., Haas, R., Kopecz, P., Niclaß, M.: Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalblaststandorten
Im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 43/94, Berlin, 1994

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Forsthofer, K.; Hingst, G.; Späthe, A.: Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Liegenschaften der Westgruppe der ehemals sowjetischen Truppen, im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 36/95, Berlin, 1995
- [2] Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung / Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit (Hsgb.): Wegweiser für den Umgang mit Altlasten auf ehemals militärisch genutzten Flächen in Hessen, Wiesbaden, 1995
- [3] Kinner, H.; Kötter, L.; Niclaß, M.: Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen - Ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände, im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 31/86, Berlin, 1986
- [4] Niclaß, M.; Winkelsträter, J.; Huntig, K.-E.; Hardes A.: Inventarisierung von Bodenkontaminationen mit ehemaliger Nutzung aus dem Dienstleistungsbereich, im Auftrag des Umweltbundesamtes, UBA-Texte 16/89, Berlin, 1989
- [5] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen; Niedersächsisches Umweltministerium (Hrsg.): Wegweiser für den Umgang mit Altlast-Verdachtsflächen auf freiwerdenden militärisch genutzten Liegenschaften, Düsseldorf-Hannover 1992

Alle genannten Dokumente können auch zur Abschätzung der Kontaminationen im Infrastrukturbereich der Rüstungsalblastverdachtsstandorte herangezogen werden.

Anlage 6: Schwellenwerte für rüstungsspezifische Stoffe im Boden und Grundwasser

Für die Verdachtsflächenbewertung und eine Entscheidung über weitere Maßnahmen dienen folgende stoff- bzw. stoffgruppentypische Werte:

- Orientierungswerte (unverbindliche Werte): z. B. Prüfwert
- Verbindliche Werte: z. B. Grenzwert

In den nachfolgenden Tabellen sind nur Werte für rüstungsrelevante Stoffe angegeben. Eine ausführliche Zusammenstellung von Grenz- und Richtwerten für Böden und Grundwasser im „zivilen“ Bereich (u. a. allgemeine Richtwerte, Werte aus Richtlinien der Länder) befindet sich z. B. im „Praxisratgeber Altlastensanierung“ [WEKA 1997]. Zu grundsätzlichen Fragen der toxikologischen Stoffbewertung von rüstungsaltspezifischen Stoffen wird auf das Sondergutachten [SGU 1995] und das „Handbuch Umweltchemikalien“ [RIPPEN 1996] verwiesen.

Die Tabelle 4 enthält die CAS-Nr., die Karzinogenitätsklasse sowie verschiedene Richt- und Grenzwertvorschläge von rüstungsrelevanten Stoffen für Böden und Luft. In Tabelle 5 sind für die gleichen Stoffe die Werte für Trinkwasser enthalten.

In Tabelle 6 sind tolerable Körperdosen für verschiedenen Expositionszeiträume angegeben. Grundlage der Ermittlung dieser Werte waren für nicht-kanzerogene Effekte abgeleitete Schwellendosen und für kanzerogene Wirkungen ein gesellschaftlich akzeptables Risiko [8].

In Tabelle 7 sind nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte, die für den Rüstungsstandort Stadtallendorf ermittelt wurden, angegeben. Diese Daten wurden durch die Betrachtung realitätsnaher Expositionsszenarien und einer Wichtung der Aufnahmepfade errechnet. Wichtig ist, darauf hinzuweisen, daß die Aufnahme der standortspezifischen Substanzen über den Verzehr angebauter Nutzpflanzen eine entscheidende Bedeutung hat [8]. Tabelle 8 beinhaltet Bodenwerte, die unter anderen spezifischen Standortbedingungen abgeleitet wurden [9].

Im folgenden werden die in den Tabellen 4 bis 8 verwendeten Abkürzungen erläutert:

B-Wert [2]	Besorgniswert; Höchstkonzentration eines Stoffes im Boden, unterhalb derer in bestimmten Expositionssituationen unter Berücksichtigung von Nutzungsart und Risikogruppen für die Schädigung der menschlichen Gesundheit (noch) keine hinreichende Wahrscheinlichkeit gegeben ist
B-Wert, 100% TDI	Besorgniswert, ermittelt bei nur oraler Bodeningestion als Expositionspfad
B-Wert, 40% TDI	Besorgniswert, nur 40%-ige Ausschöpfung des TDI-Wertes durch orale Aufnahme, indirekt Berücksichtigung von 60% über dermalen Pfad
EF	Äquivalenzfaktor für langfristige Exposition (TNT: EF=1)
H-B-Wert [3]	natürlicher oder anthropogener Hintergrundwert Boden (Da rüstungsspezifische Schadstoffe in der Umwelt nicht allgemein verbreitet sind, dienen als H-Werte die analytische Nachweis- bzw. mindestens die Bestimmungsgrenze.)
H-W-Wert [3]	natürlicher oder anthropogener Hintergrundwert Grundwasser (Da rüstungsspezifische Schadstoffe in der Umwelt nicht allgemein verbreitet sind, dienen als H-Werte die analytische Nachweis- bzw. mindestens die Bestimmungsgrenze.)
KG	Körpergewicht

KGL	Karzinogenitätsklasse B1- eindeutig karzinogen im Tierversuch als Initiator oder Anfangsverdacht aus Humandaten bei wahrscheinlicher Initiatorwirkung B2 - Initiatorwirkung im Tierversuch zweifelhaft, aber begründeter Anfangsverdacht aus Tier- und Strukturdaten C - nicht karzinogen (x) -Karzinogenität kann grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden
MAK	maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration (höchstzulässige Konzentration eines Stoffes, der die Gesundheit eines Beschäftigten bei einer durchschnittlichen Arbeitszeit von 8 Stunden pro Tag und 40 Stunden pro Woche im allgemeinen nicht beeinträchtigt)
P-Wert [2]	Prüfwert; Stoffkonzentration in Böden, die in bestimmten Expositionssituationen unter Berücksichtigung von Nutzungsart und Risikogruppen bereits zu einer hinreichend gefahrenverknüpften Exposition führen kann
P-M2 [3]	Prüfwert zum Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen, für Siedlungsflächen
P-M3 [3]	Prüfwert zum Schutz der Gesundheit von Menschen auf kontaminierten Flächen, für Gewerbeflächen
P-W [3]	Prüfwert zum Schutz von Grundwasser und Grundwassernutzungen
TDI	höchste tolerierbare tägliche Zufuhr von Stoffen (tolerable daily intake)
TLV	Durchschnittskonzentration, der ein Arbeiter bei einem 8-Stunden-Tag und einer 45-Stunden-Woche jeden Tag ohne nachteilige Wirkung ausgesetzt werden kann (threshold limit value)
V-Wert [2]	Vorsorgewert Die Einhaltung schützt trotz mangelhafter Datenlage auch die empfindlichsten Nutzergruppen vor unwägbaren Risiken (Ermittlung des Wertes unter Annahme eines Expositionsszenarios, kein Bezug zum TDI)

Tabelle 4: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)

Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)													
Stoff	CAS-Nr.	KGL	TDI	V-Wert	B-Wert	B-Wert	P-Wert	EF	H-B	P-M2	P-M3	TLV	MAK
			µg/kg KG *Tag (oral)	mg/kg	mg/kg 100% TDI	mg/kg 40% TDI	mg/kg 400% TDI		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/m³	mg/m³ b. 20°C
Quelle		[4]	[2] [8]	[2]	[2]	[2]	[2]		[7]	[7]	[7]	[4]	[4]
Nitrotoluole u. Abbauprodukte													
Nitrotoluol													
2-Nitrotoluol	88-72-2	(B ₁)		1,0				150				11	30
3-Nitrotoluol	99-08-1	(B ₂)		1,0				1				11	30
4-Nitrotoluol	99-99-0	(B ₂)		1,0				1	0,08	50	200	11	30
Σ Nitrotoluol			3						0,08	500	2.000		
Dinitrotoluole													
2,4-Dinitrotoluol	121-14-2	B ₂	0,2	1,0	20	8	80	5					1 ¹⁾
2,3-Dinitrotoluol	602-01-7	(B ₂)		1,0				5					1 ¹⁾
2,6-Dinitrotoluol	606-20-2	B ₁	0,0002	1,0				150					1 ¹⁾
3,4-Dinitrotoluol	610-39-9	(B ₂)		1,0				5					1 ¹⁾
3,5-Dinitrotoluol	618-85-9	(B ₂)		1,0									1 ¹⁾
Σ Dinitrotoluol			0,0015						0,02	0,25	1		1 ¹⁾
Dinitrotoluol, techn.	25321-14-6	B ₁											1 ¹⁾
Trinitrotoluole													
2,4,6-Trinitrotoluol	118-96-7	(B ₂)	0,05	1,0	5	2	20	1	0,04	5	20		0,1

Fortsetzung Tabelle 4: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)

Stoff	CAS-Nr.	KGL	TDI µg/kg KG *Tag (oral)	V-Wert mg/kg	B-Wert mg/kg 100% TDI	B-Wert mg/kg 40% TDI	P-Wert mg/kg	EF	H-B mg/kg	P-M2 mg/kg	P-M3 mg/kg	TLV mg/m ³	MAK mg/m ³ b. 20°C
<i>Amino-Dinitrotoluole</i>													
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	35572-78-2	(B ₂)		1,0				0,5					
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	19406-51-0	(B ₂)		1,0				0,1					
<i>Diamino-Toluole</i>													
2,4-Diamino-Toluol	95-80-7	B ₁		1,0				100					
2,6-Diamino-Toluol	823-40-5	(B ₂)		1,0				1					
Nitrobenzole													
Nitrobenzol	98-95-3	B ₂	0,5	1,0	50	20	200		0,5			1	5
1,3-Dinitrobenzol	99-65-0	(B ₂)	0,014	1,0	1,5	0,6	6	1		15	60		
Σ DNB			0,1					5	0,05	30	120		
1,3,5-Trinitrobenzol	99-35-4	(B ₂)	0,2 (0,5)	1,0	0,6				0,05				
Nitroanilin													
2-Nitroanilin	88-74-4	(B ₂)		1,0									
4-Nitroanilin	100-01-6	B ₂	0,3	1,0	30	12	120		0,5	50	200	3	6

Fortsetzung Tabelle 4: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)

[illegible]

Fortsetzung Tabelle 4: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Boden und Luft)

Stoff	CAS-Nr.	KGL	TDI	V-Wert	B-Wert	B-Wert	P-Wert	EF	H-B	P-M2	P-M3	TLV	MAK
			$\mu\text{g/kg KG}$ *Tag (oral)	mg/kg	mg/kg 100% TDI	mg/kg 40% TDI	mg/kg		mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/m^3	mg/m^3 b. 20°C
Salpetersäureester													
Nitropenta	78-11-5		1.650		165.000	66.000	660.000			3.000	12.000		
Weitere Explosivstoffe und Zusatzprodukte													
Pikrinsäure	88-89-1		0,06						0,5	10	35		
p-Nitrophenol, 4-Nph.	100-02-7		8 (10%)						0,5	120	480		
Nitroglycerin			0,03							5	20		
Nitronaphthaline													
Ethylenglycoldinitrat			0,01							1,5	6		
Diethylenglycoldinitrat			0,043							6	25		
Nitroguanidin			10							1.500	6.000		
Quecksilberfulminat													
Tetrazen													
Bleiazid													
Bleitrinitroresorcinat													
Diphenylamin			2 (10%)						2	30	120		

Abkürzungen:

- () vorläufige Zuordnung für praktische Zwecke
- (x) Karzinogenität kann nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden
- ¹⁾ MAK-Wert DDR für alle DNT-Isomere
- ²⁾ Werte von FoBiG, nach [7]

Tabelle 5: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Wasser)

Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Wasser)						
Stoff	CAS-Nr.	TW-Richtwert		H-W	P-W	Eingreifwert
		Vorsorge	toxikol.			
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Quelle		[2] [5]	[2]	[7]	[7]	[10]
Nitritoluole und Abbauprodukte						
<i>Nitrotoluol</i>						
2-Nitrotoluol	88-72-2	0,10				
3-Nitrotoluol	99-08-1	0,10	1,0			
4-Nitrotoluol	99-99-0	0,10	1,0	0,03	0,1	
Σ Nitrotoluol				0,03	0,5	
<i>Dinitrotoluole</i>						
2,4-Dinitrotoluol	121-14-2	0,10	3,0			2
2,3-Dinitrotoluol	602-01-7	0,10				
2,6-Dinitrotoluol	606-20-2	0,10		0,005	0,01	
3,4-Dinitrotoluol	610-39-9	0,10				
3,5-Dinitrotoluol	618-85-9	0,10				
Σ Dinitrotoluol				0,03	0,1	
Dinitrotoluol, techn.	25321-14-6	0,10				
<i>Trinitrotoluole</i>						
2,4,6-Trinitrotoluol	118-96-7	0,10	1,0			10
Σ Trinitrotoluol				0,03	1	
<i>Amino-Nitrotoluole</i>						
2-Amino-4-Nitrotoluol	99-55-8	0,10				
2-Amino-6-Nitrotoluol	603-83-8	0,10				
<i>Amino-Dinitrotoluole</i>						
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	35572-78-2	0,10				
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	19406-51-0	0,10				
<i>Diamino-Nitrotoluole</i>						
2,6-Diamino-4-	59229-75-3	0,10				
<i>Diamino-Toluole</i>						
2,4-Diamino-Toluol	95-80-7	0,10				
2,6-Diamino-Toluol	823-40-5	0,10	1,0			
Nitrobenzole						
Nitrobenzol	98-95-3	0,10	3,0	0,03	0,1	
1,3-Dinitrobenzol	99-65-0	0,10	0,1			
Σ DNB				0,03	0,1	
1,3,5-Trinitrobenzol	99-35-4	0,10	0,1	0,03	0,1	

Fortsetzung Tabelle 5: Schwellenwerte für rüstungsrelevante Stoffe (Wasser)

Stoff	CAS-Nr.	TW-Richtwert		H-W	P-W	Eingreifwert
		Vorsorge	toxikol.			
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Nitroanilin						
2-Nitroanilin	88-74-4	0,10	3,0	0,03	1	
4-Nitroanilin	100-01-6	0,10	3,0	0,03	3	
Nitroamine						
Hexogen	121-82-4	0,10	3,0	0,03	3	
Oktogen	2691-41-0	0,10	3,0	0,03		
Tetryl	479-45-8	0,10		0,03	0,1	
Hexyl	131-73-7	0,10		0,04		
Nitroxylöle						
Nitroxylol	25168-04-1	0,10	1,0			
Dinitroxylol		0,10				
Salpetersäureester						
Nitropenta	78-11-5	0,10	1000,0	10	500	
Weitere Explosivstoffe und Zusatzprodukte						
Pikrinsäure	88-89-1			0,05	0,1	
p-Nitrophenol	100-02-7			0,05	0,1	
Nitroglycerin				0,2	1	
Nitronaphthaline						
Ethylenglycoldinitrat					0,3	
Diethylenglycoldinitrat					1	
Nitroguanidin					300	
Quecksilberfulminat						
Tetrazen						
Diphenylamin				0,1	6	

Tabelle 6: Tolerable Körperdosen [1]

Tolerable Körperdosen [1]	
Belastungszeitraum	tolerable Dosis [mg TNT-Äquivalente/ kg Körpergewicht und Tag]
kurzfristig (akut)	5
mittelfristig (subchronisch)	0,01
langfristig (chronisch)	0,001
langfristig (kanzerogen)	0,0003

Tabelle 7: Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [1]

Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [1]			
	kurzfristig (bis 1 Tag)	mittelfristig (bis 7 Jahre)	langfristig (bis lebenslang)
	[mg TNT-Äquivalent/ kg Boden]		
Wohngebiet (multifunktional)	1.500	0,2	0,02
Wohngebiet (ohne Nutzgarten)	1.500	50	15
Wald/ Brache	1.500	100	100
Gewerbegebiet		300	50

Tabelle 8: Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [11]

Nutzungsbezogene Boden-Handlungswerte [11]		
	kurzfristig	langfristig
	[mg TNT-Äquivalent/ kg Boden]	
orale u. dermale Aufnahme	40	20
via Nutzpflanzen	2	0,1
alle Pfade	2	0,1

Literatur

Quellennachweis

[RIPPEN 1996]

RIPPEN, G., MARTINETZ, D.: Handbuch Umweltchemikalien, Band 3, Teil II-2.6 Rüstungsaltslasten, Kapitel 8.1: Schneider, K.; Ottmanns, J. et al.: „Toxikologische Bewertung von Rüstungsaltslasten“, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 34. Erg.Lfg., 1996

[SGU 1995]

Sondergutachten „Altlasten II“ des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, Deutscher Bundestag, 13. Wahlperiode, Drucksache 13/380, 1995

[WEKA 1997]

Fischer, Köchling: Praxisratgeber Altlastensanierung, Band 2, Teil 6: „Richtlinien und Grenzwertbestimmungen“, WEKA-Fachverlag für technische Führungskräfte GmbH, Grundwerk einschl. Aktualisierungs- und Ergänzungslieferung, 1997

Weiterführende Literaturhinweise

- [1] Barkowski, D.; Günther, P.: Gefährdungsabschätzung und Entwicklung von Handlungsszenarien am Beispiel des Rüstungsaltsstandortes Stadtallendorf, in: Vortrag CPM-Tagung „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, 1994, Oranienburg
- [2] Dieter, H. H.: Kriterien und Konzentrationsvorschläge zur gesundheitlichen Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten in Böden und Trinkwasser, in: WaBoLu-Hefte 7/94
- [3] Dieter, H. H.: Humantoxikologische Bewertung von sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten (STV), in: Vortrag CPM-Tagung "Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten (II)", 1994, Oranienburg
- [4] Höring, H. et al.: Gesundheitliche Bewertung von 35 sprengstoff-typischen Verbindungen und Abbauprodukten, in: WaBoLu-Hefte 6/94
- [5] Höring, H.: Toxikologische Bewertung einzelner Explosivstoffe, Vorprodukte und Metaboliten im Grund- und Trinkwasser, in: Vortrag CPM-Tagung „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, 1994, Bad Godesberg
- [6] ITVA-Arbeitshilfe „Zusammenstellung und Vergleich ausgewählter Listen zur Gefährdungsabschätzung von Schadstoffkonzentrationen in Böden und Wasser anhand zweckbestimmter Kriterien, in: Altlasten Spektrum 6(1997), S.303-307 und 7(1998), Heft 1
- [7] Ministerium für Arbeit, Gesundheit und Sozialordnung Baden-Württemberg, Umweltministerium Baden-Württemberg (Hsgb.): Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Stuttgart, 1993

- [8] Rippen, G., Martinetz, D.: Handbuch Umweltchemikalien, Band 3, Teil II-2.6 Rüstungsaltslasten, Kapitel 8.2: von der Trenck, K. T.; Ruf, J.; Jaroni, H.: Orientierungswerte für umweltrelevante Schadstoffe in Rüstungsaltslasten, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 34. Erg.Lfg., 1996
- [9] Rippen, G., Martinetz, D.: Handbuch Umweltchemikalien, Band 3, Teil II-2.6 Rüstungsaltslasten, Kapitel 8.3: Wollin, K.-M., Höring, H., Dieter, H. H.: Kriterien zur toxikologischen (Summen-) Bewertung sprengstofftypischer Verbindungen (STV) aus Rüstungsaltslasten, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech, 34. Erg.Lfg., 1996
- [10] Schneider, K.: Toxikologische Bewertung von Grundwasserkontaminationen, in: Grundwassersanierung 1995, UTECH Berlin, IWS-Schriftenreihe 23
- [11] Schneider, K.: Methodischer Ansatz für eine Gefährdungsabschätzung am Beispiel der ehemaligen TNT-Fabrik „Carbonit“, in: Vortrag CPM-Tagung „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, 1994, Bad Godesberg

Anlage 7: Gliederung „Probennahmeprotokoll“

Bei der Probennahme ist grundsätzlich ein Probennahmeprotokoll zu erstellen. Als aufzunehmende Mindestangaben werden empfohlen:

1 Stammdaten

- Projekt bzw. Auftrag
- Angaben zur ehemaligen Nutzung und zum Stoffpotential der Verdachtsfläche (soweit dem Analytiklabor nicht bekannt)
- Bezeichnung des Probennahmepunktes
- Zeitpunkt der Probennahme
- Probennahmenummer
- Probennehmer, Firma

2 Kartografische Daten

- Lage und Beschreibung des Probennahmepunktes (Eintragung in Karten 1:2.000 oder 1:1.000)
- Hoch- und Rechtswert, Höhe (über NN) des Probennahmepunktes

3 Probenbeschreibung

- Probenart, Probenbezeichnung
- Entnahmetiefe bzw. -tiefenbereich
- organoleptische Befunde (z. B. Färbung, Trübung, Bodensatz)
- sonstige Auffälligkeiten

4 Entnahme und Verpackung

- Entnahmeart, -gerät
- Beschreibung des Probennahmepunktes (z. B. Charakterisierung der Oberfläche, Vegetation, Auffälligkeiten und Schäden)
- Probennahmegefäß
- Vorbehandlung vor Ort (z. B. Konservierungsmaßnahmen)

5 Lagerung, Transport und Übergabe

- Temperaturbedingungen bei Lagerung am Probennahmeort und beim Transport

- Datum und Nachweis der Übergabe ans Labor
Bei Wasserproben sollten zusätzlich erfaßt werden:
- Ruhewasserspiegel und abgesenkter Wasserspiegel (auf NN bezogen), Meßgerät
- Feldparameter

6 Anlagen

- Anmerkungen zur Festlegung des Probennahmepunktes bzw. zu Gründen für seine Verlegung
- Freigabenachweis des Munitionsbergungsdienstes (falls erforderlich)
- Ergebnisse von ergänzenden Untersuchungen vor Ort (z. B. Messungen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit)

Anlage 8: Analysemethoden und Bestimmungsgrenzen

Tabelle 9: Sprengstofftypische Verbindungen

Parameter	Methode	BG Boden [mg/kg]	BG Wasser [µg/l]
Nitroaromaten			
2-NT	GC/ HPLC	0,05	0,05
3-NT	GC/ HPLC	0,05	0,05
4-NT	GC/ HPLC	0,05	0,05
2,3-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2,4-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2,5-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
3,4-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2,6-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2-A-4NT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2-A-6-NT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2,4,6-TNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
2-A-4,6-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
4-A-2,6-DNT	GC/ HPLC	0,03	0,03
MNB	GC/ HPLC	0,1	0,05
1,2-DNB	GC/ HPLC	0,03	0,03
1,3-DNB	GC/ HPLC	0,03	0,03
1,4-DNB	GC/ HPLC	0,03	0,03
1,3,5-TNB	GC/ HPLC	0,02	0,03
1,5-DNN	GC/ HPLC	0,5	0,1
1,8-DNN	GC/ HPLC	0,5	0,1
Pikrinsäure	HPLC	0,05	0,1
Hexyl	HPLC	0,1	0,05
Nitramine			
Hexogen	HPLC	0,03	0,03
Octogen	HPLC	0,03	0,03
Tetryl	HPLC	0,08	0,05

Fortsetzung Tabelle 9: Sprengstofftypische Verbindungen

Parameter	Methode	BG Boden [mg/kg]	BG Wasser [µg/l]
Aliphatische Nitroverbindungen			
Nitroglycerin	HPLC	0,1	0,25
EGDN	HPLC	0,1	0,25
Nitropenta	HPLC	0,02	0,03
Summe aromatischer Amine	photometrisch	-	0,5

Anmerkung: Die Bestimmungsgrenzen für Böden gelten nur unter optimalen Bedingungen, d. h., daß keine chemischen Wechselwirkungen oder Einschlüsse der Schadstoffe in der Bodenmatrix vorhanden sind. In ungünstigen Fällen können die Bestimmungsgrenzen wesentlich höher sein.

Tabelle 10: Chemische Kampfstoffe

Parameter	Methode	BG Boden [mg/kg]	BG Wasser [µg/l]
Tabun	GC-MS	0,05	0,5
Sarin	GC-MS	0,05	0,5
S-Lost	GC-MS	0,03	0,3
Clark I und II	GC-MS	0,03	0,3
N-Loste	GC-MS	0,08	0,8
Adamsit	HPLC	0,08	1,5
Lewisite	GC-MS	0,03	0,3
Chlorpikrin	GC-ECD	0,02	0,01

Anmerkungen:

- Die halogen- und pseudohalogenhaltigen Reizstoffe können sämtlich gaschromatographisch analysiert werden, wobei verschiedene Detektoren eingesetzt werden.
- Während die Analytik der Kampfstoffe durchaus routinemäßig betrieben werden kann, ist die Analytik der Neben- und Hydrolyseprodukte bzw. der Metabolite mit hohen Anforderungen an den Analytiker und die Ausrüstung verbunden.
- Da die meisten Kampfstoffe hydrolyseempfindlich sind, ist die Erfassung dieser Hydrolyseprodukte unerlässlich.

Anlage 9: Rahmengliederung eines Gutachtens zur Sanierungsuntersuchung

1 Inhaltsverzeichnis

2 Zusammenfassung

3 Aufgabenstellung unter Benennung der Schutz- und Sanierungsziele

4 Unterlagen

5 Standortbeschreibung

6 Wesentliche Ergebnisse der Gefährdungsabschätzung

7 Untersuchungsprogramm

8 Tätigkeitsbericht

9 Untersuchungsmethoden

10 Untersuchungsergebnisse

- 10.1 Ergebnisse der zusätzlichen Standortuntersuchungen
- 10.2 Ergebnisse der Machbarkeitsuntersuchung
 - 10.2.1 Festlegung von Sanierungszonen
 - 10.2.2 Vorauswahl geeigneter Sanierungsverfahren
 - 10.2.3 Entwicklung von Sanierungszielen
 - 10.2.4 Detailbeurteilung der Sanierungsszenarien
 - 10.2.5 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen
- 10.3 Vorschläge zur Differenzierung oder Konkretisierung der Schutz- und Sanierungsziele

11 Vorschlag eines Sanierungskonzeptes

12 Weitere Empfehlungen des Gutachters

13 Literaturverzeichnis

14 Anlagenteil

Anlage 10: Glossar

Altlastverdächtige Flächen	im Sinne dieses Gesetzes sind Altablagerungen und Altstandorte, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen oder sonstiger Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit besteht.[4].
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 [4].
Altlasten	Altlasten im Sinne dieses Gesetzes sind Altablagerungen und Altstandorte durch die schädliche Bodenveränderungen oder sonstige Gefahren für den einzelnen oder die Allgemeinheit hervorgerufen werden. [4]
Altablagerungen	sind stillgelegte Abfallbeseitigungsanlagen sowie sonstige Grundstücke, auf denen Abfälle behandelt, gelagert oder abgelagert worden sind [4].
anthropogen	durch menschliche Einwirkungen verursachte Veränderungen
Ausbreitungspfad	Weg der Schadstoffe aus der Altlast in die Umweltmedien Wasser, Boden und Luft. Unterschieden wird zwischen der Ausbreitung über direkten Kontakt und der Ausbreitung, die an Transportmittel gebunden ist (Wasser, Luft).
Bestimmungsgrenze	eines Analyseverfahrens: kleinste Stoffmenge, die mit einer geforderten statistischen Sicherheit (meist 95 %) bei einmaliger Analyse quantitativ bestimmt werden kann
Beurteilung	Aufgabe der fachlichen Beurteilung ist - nach vorangegangener Plausibilitätsprüfung der Meßergebnisse - eine Einschätzung oder Abschätzung der im einzelnen Falle eingetretenen Einwirkungen auf Schutzgüter und der bestehenden bzw. zukünftig zu erwartenden Risiken sowie eine Aufklärung der Ursachen. Reichen die vorliegenden Daten, Tatsachen und Erkenntnisse für eine abschließende Risikoabschätzung nicht aus, sind Art und Umfang der dafür erforderlichen weiteren Ermittlungen anzugeben. Dabei ist für Aufgaben der Gefahrenabwehr die reale Nutzung, für Zwecke der Bauleitplanung bzw. Baugenehmigung die vorhandene und die rechtlich mögliche bzw. die geplante Nutzung zu berücksichtigen. Die Beurteilung dient als Grundlage für die Prüfung der Rechtsfragen, der Ermessensausübung und der Entscheidung durch die zuständige Behörde. Bestandteil der Beurteilung sind im einzelnen folgende Schritte: ♦ Darstellung aller im Einzelfall möglichen Wirkungspfade, auf denen die Schadstoffe zu Schutzgütern gelangen können. ♦ Beschreibung der Selektivität, Genauigkeit und Richtigkeit der Meßergebnisse. ♦ Ermittlung der Tatsache, ob die Schadstoffgehalte in den beurteilungsrelevanten Bereichen/Umweltmedien der Verdachtsfläche/ Altlast signifikant höher als in der unbeeinflussten Umgebung sind (ursachenbezogenen Betrachtung). Beschreibung der zurechenbaren Einwirkungen nach Art und Ausmaß. ♦ Beschreibung der Einwirkungen und Wirkungen, die nach sachkundiger Prognose in überschaubarer Zukunft nach Art und Ausmaß zu besorgen

	sind ♦ Aufzeigen noch offener Fragen ♦ Vorschläge für ggf. notwendige weitergehende Untersuchungen zur Sachverhaltsermittlung. [1]
Bewertung	Fachliche und rechtliche Beurteilung des ermittelten Sachverhaltes mit dem Ziel, inwieweit sich der Verdacht des Vorliegens einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast verdichtet oder bestätigt hat und welche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr erforderlich und geeignet sind. Bei der Bewertung im Rahmen der Gefährdungsabschätzung sind insbesondere die Prüf- und Maßnahmenwerte, Art und Konzentration der Schadstoffe, die sachverständig ermittelte und prognostizierte Möglichkeit ihrer Ausbreitung in die Umwelt und ihrer Aufnahme durch Menschen, Tiere und Pflanzen sowie die Nutzung des Grundstücks zu berücksichtigen [1].
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 (pflanzen-schädigende) Kampfstoffe
Detailuntersuchung	Gesamtheit der standort- und wirkungspfadbezogenen Untersuchungen, die aufbauend auf den Ergebnissen der orientierenden Untersuchung zur abschließenden Ermittlung des Sachverhaltes und für die Feststellung der zuständigen Behörde über Art und Umfang einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast erforderlich sind. Bei Detailuntersuchungen sind insbesondere festzustellen: die Menge, räumliche Verteilung, Mobilität und Mobilisierbarkeit der Schadstoffe im Bereich der altlastverdächtigen Fläche bzw. der Altlast, ihre Ausbreitung im Boden, in Gewässer oder in der Luft, die betroffenen Wirkungspfade und die Exposition der Schutzgüter.
Durchschnittsprobe,	die durch Zusammenmischung definierter Einzelproben vor Ort oder in der Untersuchungsstelle hergestellt wird (siehe Mischprobe) [9].
Einzelprobe	Probe von einer Probennahmestelle, die eine gesamte Schicht, einen gesamten Bodenhorizont oder einen Teil von ihnen repräsentiert
Erfassung	erste Stufe der Altlastenbearbeitung, bei der durch beprobungslose Datenerhebung altlastverdächtige Flächen erfaßt werden
Explosivstoffe	explosionsfähige Stoffe, die technisch als Sprengstoffe, Initialsprengstoffe, Treib- bzw. Schießmittel oder pyrotechnische Stoffe verwendet werden
Findmittel	In Buch- bzw. Karteiform angelegtes Bestandsverzeichnis von Archiven, in der Regel für jeden Bestand gesondert, für den Dienstgebrauch hergestellt, und zwar nur hand- oder maschinenschriftlich, weil auf Zuwachs berechnet, mit Wiedergabe des Aktentitels nebst Anfangs- und Schlußdaten,

	Registratur- und/oder Archivsignatur, häufig auch mit Hinweisen auf besonders wichtige bzw. unter dem Aktentitel nicht zu vermutende Schriftstücke oder Vorgänge ("Darin-" oder "Intus-" "Vermerke") und mit Angaben zur Behörden- und Bestandsgeschichte, über Registraturverhältnisse und Ordnungsmaßnahmen.
Gefährdung	Möglichkeit der Schädigung von Schutzgütern durch eine von einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast ausgehenden Einwirkung
Gefährdungsabschätzung	ist der zusammenfassende Begriff für die Gesamtheit der Untersuchungen und Beurteilungen, die notwendig sind, um die Gefahrenlage bei der einzelnen altlastverdächtigen Fläche abschließend zu klären. Die Gefährdungsabschätzung umfaßt alle im Einzelfall auf die Erfassung folgenden Maßnahmen bis zur abschließenden Gefahrenbeurteilung durch die zuständige Behörde. Sie ist der zweite Arbeitsabschnitt in der Altlastenbehandlung und gliedert sich im typischen Falle in ♦ die Erstbewertung, ♦ die orientierende Untersuchung, ♦ die Detailuntersuchung. Jeder dieser Teilschritte enthält eine fachliche und rechtliche Beurteilung; diesen gehen in der Erstbewertung eine Auswertung der Erfassungsunterlagen und ggf. Nacherhebungen, in der orientierenden und Detailuntersuchung konkrete Untersuchungen voraus. Die rechtliche Beurteilung ist nicht Sache des Gutachters, sondern bleibt der zuständigen Behörde vorbehalten. [1].
Gefährdungspotential	Umfang möglicher Gefährdungen oder Schädigungen von Schutzgütern, die unter bestimmten Bedingungen zu erwarten sind
Hintergrundgehalt	eines Bodens setzt sich zusammen aus dem geogenen Grundgehalt eines Bodens und der ubiquitären Stoffverteilung als Folge diffuser Einträge in den Boden [8]. Der geogene Grundgehalt umfaßt den Stoffbestand eines Bodens, der sich aus dem Ausgangsgestein (lithogener Anteil), ggf. Vererzungen (chalkogener Anteil) und der durch pedologische Prozesse beeinflussten Umverteilung (Anreicherung oder Verarmung) von Stoffen im Boden ergibt.
Hintergrundwerte	sind repräsentative Werte für allgemein verbreitete Hintergrundgehalte eines Stoffes oder einer Stoffgruppe in Böden [8].
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.
Kampfmittel	Im Rahmen der Kampfmittelräumung werden als Kampfmittel gewahrsamslos gewordene Gegenstände militärischer Herkunft und Teile solcher Gegenstände verstanden, die ♦ Explosivstoffe enthalten oder aus Explosivstoffen bestehen (z. B. Gewehrpatronen, Granaten, Bomben, Zünder, Minen, Spreng- und Zündmittel), ♦ Kampfstoffe, Nebelstoffe, Brandkampfstoffe, und Reizstoffe enthalten [6].
Kontamination	Verunreinigung mit schädlichen Stoffen

Kontaminationspotential	Art und Menge der Schadstoffe, mit deren Freisetzung und Eintrag in den Boden aus bestimmten technischen Anlagen und Nebeneinrichtungen ◆ bei üblichem Betrieb, ◆ bei gestörtem Betrieb sowie ◆ bei und nach der Stilllegung erfahrungsgemäß zu rechnen ist. Das auf den einzelnen Altstandort bezogene Kontaminationspotential ergibt sich aus dessen konkreter gewerblicher und industrieller Vornutzung unter Berücksichtigung des Betriebszeitraums der einzelnen Anlagen und der sonstigen Betriebseinrichtungen [6].
Mischprobe	Durchschnittsprobe, die durch Zusammenmischung definierter Einzelproben vor Ort oder in der Untersuchungsstelle hergestellt wird [9].
Mobilität	zusammenfassender Begriff für die Verlagerungsfähigkeit eines Stoffes
multitemporale Karten- und Luftbildauswertung	impliziert eine vergleichende Auswertung in zeitlicher Abfolge. Sie kann mit verschiedenen Methoden durchgeführt werden: ◆ retrogressiv-rückschreibend, d.h. von den gegenwärtigen Gegebenheiten des Verdachtsstandortes ausgehend und schrittweise die raumzeitlichen Veränderungen in die Vergangenheit zurückverfolgend ◆ progressiv-fortschreibend, d.h. in der Vergangenheit beginnend und die Entwicklung der relevanten Nutzungsstrukturen bis hin zur aktuellen Nutzung rekonstruierend
organoleptische Prüfung	sensorische Analyse von Geruch und Aussehen
Orientierungswert	Hilfsgröße (unverbindlicher Wert) zur Einschätzung des Ausmaßes der Belastung von Altlastverdachtsflächen/ Altlasten oder der von diesen Flächen ausgehenden Belastungen, die Regelwerken für andere Anwendungsbereiche entnommen sind (z. B. Trinkwasserverordnung, TA Luft) oder eigens für die Altlastenbearbeitung abgeleitet werden. Orientierungswerte können lediglich als Vergleichsgrößen eine Hilfe bei der Beurteilung des Verunreinigungsgrades bieten. Im Einzelfall bedarf es daher stets einer Prüfung des Aussagegehaltes der Orientierungswerte im Hinblick auf Schutzziel, Art der Gefährdung, Schutzwürdigkeit der Nutzung oder Funktion des Umweltmediums, bevor solche Werte zur Beurteilung herangezogen werden können (in Anlehnung an [3]).
Orientierende Untersuchung	Gesamtheit der standortbezogenen Untersuchungen, die bei einer Gefährdungsabschätzung erforderlich sind, um das Bestehen einer schädlichen Bodenveränderung oder Altlast dem Grunde nach zu bestätigen oder den entsprechenden Verdacht auszuräumen.
Provenienzprinzip (Herkunftsgrundsatz)	Ablageprinzip in Archiven mit dem Grundsatz der Herkunfts-gemeinschaft; unter Herkunftsgemeinschaft wird ausschließlich die Gemeinschaft der Akten einer registraturbildenden Stelle verstanden, die in einem Ordnungsschema vereint erscheinen.
Prüfwerte	Werte, bei deren Überschreiten unter Berücksichtigung der Bodennutzung eine einzelfallbezogene Prüfung durchzuführen und festzustellen ist, ob eine schädliche Bodenveränderung oder Altlast vorliegt [4].
Rüstungsalblast-verdachtsflächen	Steht der Nachweis des Gefährdungspotentials noch aus und ist mit hinreichender Wahrscheinlichkeit eine Kontamination oder eine entsprechende emissionsbedingte Gefährdung anzunehmen, werden die betreffenden Bereiche als Rüstungsalblastverdachtsflächen bezeichnet [7].

	Verdachtsflächen im Sinne des BBodSchG sind Grundstücke, bei denen der Verdacht schädlicher Bodenveränderungen besteht. Schädliche Bodenveränderungen sind Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen, die geeignet sind, Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit herbeizuführen.
Rüstungsalblastverdachtsstandort	Als Rüstungsalblastverdachtsstandort bezeichnet man die gesamten, in der Regel zusammenhängenden Flächen und Bereiche, die zur Sicherstellung des komplexen Handlungsablaufs einer Nutzung in Anspruch genommen wurden. Ein Verdachtsstandort kann eine oder mehrere Altlastverdachtsflächen, aber auch nicht kontaminierte Flächen einschließen. So können z. B. zu einem Standort mit Produktionsaufgaben Lagerflächen, Bereiche für Umschlag, Transport und Entsorgung, Anlagen zur Elektrizitäts- und Wasserversorgung sowie Scheineinrichtungen zur Tarnung gehören [7].
Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe)	Stoffe und Zubereitungen im Sinne des § 3 a des Chemikaliengesetzes, wassergefährdende Stoffe im Sinne des § 19 g Abs. 5 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie sonstige Stoffe, soweit sie die Funktion des Bodens schädigen können.
Schadstoffinventar	Gesamtheit der vorkommenden Schadstoffe bei Altstandorten und Altablagerungen; das Schadstoffinventar wird durch die Art, Menge, Beschaffenheit und Verteilung der Stoffe charakterisiert.
Screening	Übersichts-Analysenmethode (oft in vereinfachter oder verkürzter Form) einer Vielzahl von Proben zur Gewinnung von Hinweisen auf nicht gezielt untersuchte Substanzen
Sicherungsmaßnahme	sind Maßnahmen, die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern oder vermindern, ohne die Schadstoffe zu beseitigen [4].
Dekontaminationsmaßnahme	sind Maßnahmen zur Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe [4].
Sanierung	im Sinne dieses Gesetzes sind Maßnahmen 1. zur Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe (Dekontaminationsmaßnahmen), 2. die eine Ausbreitung der Schadstoffe langfristig verhindern oder vermindern, ohne die Schadstoffe zu beseitigen (Sicherungsmaßnahmen), 3. zur Beseitigung oder Verminderung schädlicher Veränderungen der physikalischen, chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens. Technische Untersuchung[4].
Sanierungsmaßnahmen	Maßnahme zur: • Beseitigung oder Verminderung der Schadstoffe einschließlich des Entfernens schadstoffhaltiger Bodenmaterialien vom Standort (Dekontaminationsmaßnahme), • Verhinderung oder Verminderung einer Ausbreitung der Schadstoffe, ohne die Schadstoffe zu beseitigen (Sicherungsmaßnahme), • Beseitigung oder Verminderung schädlicher Veränderungen der physikalischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens
Sanierungsplan	Planerisch durchgearbeitetes Sanierungskonzept für eine Altlast in textlicher und zeichnerischer Darstellung zur Vorlage bei der zuständigen Behörde und als Grundlage für ein erforderliches Genehmigungsverfahren.

Der Sanierungsplan enthält insbesondere:

- eine Zusammenfassung der Gefährdungsabschätzung
- Angaben über die bisherige und künftige Nutzung der zu sanierenden Grundstücke
- die Darstellung des Sanierungsziels und die hierzu erforderlichen Dekontaminations-, Sicherungs-, Beschränkungs- und Eigenkontrollmaßnahmen einschl. der Nachweis der Eignung, fachspezifischer Berechnungen zur Durchführung der Sanierung (anfallende Mengen, Zwischenlagerung, Entsorgung etc., Angaben zur Behandlung in Anlagen), Konzept für die Überwachung der Sanierung/Qualitätssicherung, zur Nachsorge und Langzeitüberwachung, Kostenberechnungen/Kostenplan sowie die zeitliche Durchführung dieser Maßnahme

Sanierungsuntersuchung	Einzelfallbezogene Ermittlung und Prüfung einer technisch geeigneten, rechtlich zulässigen und verhältnismäßigen Konzeption zur Beseitigung, Verhinderung oder Verminderung vorhandener Schadstoffe. Dabei sind insbesondere die technischen Sanierungsmöglichkeiten, die Möglichkeiten einer Schadstoffverlagerung, die bisherige oder künftige Nutzung sowie die, für die Durchführung der Sanierung entscheidungsrelevanten rechtlichen, organisatorischen und finanziellen Randbedingungen zu prüfen. Der im Rahmen der Sanierungsuntersuchung ausgearbeitete Sanierungsvorschlag dient der zuständigen Behörde und dem Verpflichteten bzw. Sanierungsträger als Grundlage für die Entscheidung über das Maßnahmenkonzept[1].
Schutz- und Beschränkungsmaßnahmen	im Sinne dieses Gesetzes sind sonstige Maßnahmen, die Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für den einzelnen oder die Allgemeinheit verhindern oder vermindern, insbesondere Nutzungsbeschränkungen.
Schadstoffe (umweltgefährdende Stoffe)	Stoffe und Zubereitungen im Sinne des § 3 a des Chemikaliengesetzes, wassergefährdende Stoffe im Sinne des § 19 g Abs. 5 des Wasserhaushaltsgesetzes sowie sonstige Stoffe, soweit sie die Funktion des Bodens schädigen können.
Schadstoffinventar	Gesamtheit der vorkommenden Schadstoffe bei Altstandorten und Altablagerungen; das Schadstoffinventar wird durch die Art, Menge, Beschaffenheit und Verteilung der Stoffe charakterisiert.
Screening	Übersichts-Analysenmethode (oft in vereinfachter oder verkürzter Form) einer Vielzahl von Proben zur Gewinnung von Hinweisen auf nicht gezielt untersuchte Substanzen
Technische Untersuchung	Oberbegriff für die beiden Untersuchungsphasen orientierende Untersuchung und Detailuntersuchung

Quellennachweis

- [1] Teilthema 3: „Anforderungen an Untersuchungsstellen, Gutachter und Gutachten“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen erstellt, März 1998
- [2] RÖMPP, Hermann; Falbe, Jürgen, Chemie Lexikon, Stuttgart 1989

- [3] SRU 1990: Sondergutachten „Altlasten“ des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, 1990
- [4] Bundesbodenschutzgesetz, (BBodSchG,)
- [5] Innenministerium Nordrhein-Westfalen: §1 der Kampfmittelverordnung 1983
- [6] Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Altlasten ABC, Düsseldorf 1991
- [7] Thieme, J. et al.: Bestandsaufnahme von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten in der Bundesrepublik Deutschland, UBA Texte Nr. 25 - 30/96, Bd. 1 - 6, Berlin, 1996
- [8] LABO - Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (1995): Hintergrund- und Referenzwerte für Boden. Bodenschutz Heft 4.
- [9] Teilthema 2.2: „Gewinnung von Boden-, Bodenluft- und Grundwasserproben“ wurde im Auftrag der ALA AG „Qualitätssicherung“ durch das Bayerische Landesamt für Umweltschutz erstellt.