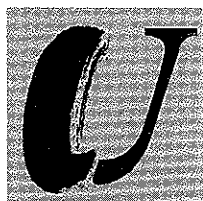


Studien und Tagungsberichte
Band 7

Rüstungsaltlasten



LANDESUMWELTAMT
BRANDENBURG



Impressum

Studien und Tagungsberichte
Schriftenreihe des Landesumweltamtes Brandenburg
ISSN: 0948-0838

Herausgeber:
Landesumweltamt Brandenburg
Referat Öffentlichkeitsarbeit
Berliner Straße 21 - 25
14467 Potsdam
Tel.: (0331) 2323-259

Redaktion:
Abteilung Abfallwirtschaft, Altlasten und Bodenschutz
Referat Altlasten

Redaktionsschluß: September 1995

Gesamtherstellung: Märker · Wildpark-West

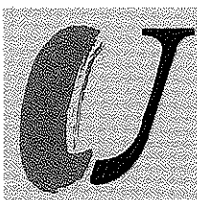
Gedruckt auf 100% Recyclingpapier

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Landesregierung Brandenburg herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Studien und Tagungsberichte
Band 7

Rüstungsaltlasten

Beiträge des Fachseminars „Rüstungsaltlasten“
am 22. Juni 1995 in Potsdam



LANDESUMWELTAMT
BRANDENBURG



Inhalt

Vorwort

Matthias Freude, Präsident des Landesumweltamtes Brandenburg	3
Rüstungs- und militärische Altlasten in der Bundesrepublik Deutschland - Stand der Erfassung und Charakterisierung wichtiger Standorttypen -	
Jürgen Thieme, Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft Berlin	4
Die Erfassung von Standortdaten und ihre Prüfung	
Jürgen Thieme, Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft Berlin	8
Stand der Nacherfassung von Rüstungsaltlasten im Land Brandenburg	
Sabine Hahn, Landesumweltamt Brandenburg	12
Zu ausgewählten toxikologischen Problemen bei der Erkundung, Bewertung und Sanierung von Rüstungsaltlasten	
Gerhard Möschwitzer, Umweltbüro Möschwitzer & Partner Berlin	15
Allgemeine Hinweise zur Analytik auf Rüstungsaltlastverdachtsstandorten	
Lothar Ebner, Michael König, Wolfgang Mundt, PROTEKUM Umweltinstitut Oranienburg	23
Sicherheitsplanung für Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen auf Rüstungsaltlastverdachtsstandorten	
Ulrich Marose, Büro für Altlastensanierung und Umweltberatung Oranienburg	29

Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser

50 Jahre nach Beendigung des 2. Weltkrieges stellen **Rüstungsaltpasten** ein aktuelles umweltpolitisches Problem in Deutschland dar. Auch aus der Zeit des 1. Weltkrieges gibt es noch rüstungsbedingte Boden- und Grundwasserbelastungen.

Brandenburg ist im Vergleich zu anderen Bundesländern aufgrund seiner Standortvoraussetzungen und zentralen Lage im ehemaligen Deutschen Reich durch Rüstungsaltpasten besonders betroffen. Im Ergebnis der bundesweiten Bestandsaufnahme (1992) sowie der vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg veranlaßten Nacherfassung (1993) wurden insgesamt 468 Rüstungsaltpasteverdachtsflächen ermittelt, die einer sachgerechten Bearbeitung bedürfen.

Die hauptsächlichlichen Gefährdungen durch Rüstungsaltpasten sind Gift-, Explosiv- und Brandgefahren. Häufig ist das Schadstoffinventar einer Rüstungsaltpaste sehr komplex, vor allem aufgrund der Vielfalt der produzierten Explosiv- und chemischen Kampfstoffe einschließlich ihrer Vor-, Zwischen- und Abfallprodukte. Neben der direkten Giftigkeit der Explosiv- und Kampfstoffe kann durch biologische und chemische Umwandlungsreaktionen (Entstehung von Metaboliten) die Gefährlichkeit gegenüber den Ausgangsprodukten noch erhöht worden sein.

Generell unterscheiden sich Rüstungsaltpasten nicht von den kontaminierten Altlastverdachtsflächen der chemischen Industrie, so daß bei deren Bearbeitung die gleiche Vorgehensweise wie bei „normalen“ Altlasten zugrunde gelegt werden kann. Das Gefährdungspotential von Rüstungsaltpasten muß jedoch hoch eingestuft werden, da die Produktion vielfach unter Kriegsbedingungen erfolgte und Maßnahmen

des Personen- und Umweltschutzes von untergeordneter Bedeutung waren, ebenso wie die sachgemäße Entsorgung der Produktionsabfälle und Reststoffe.

Aufgrund dieser spezifischen Besonderheiten von Rüstungsaltpasten werden die Kosten für Recherchen und Untersuchungen den Rahmen üblicher Untersuchungskosten häufig erheblich überschreiten.

Anliegen eines entsprechenden Fachseminars „Rüstungsaltpasten“, das in der Zielstellung und der Durchführung gemeinsam vom Umweltministerium und Landesumweltamt am 22. Juni dieses Jahres durchgeführt wurde, war es, den verantwortlichen Bearbeitern in den Landkreisen, kreisfreien Städten und Kommunen

- die Spezifik der Bearbeitung von Rüstungsaltpasten zu verdeutlichen,
 - eine fachliche Vorbereitung für diese spezielle Fallgruppe der Altlastenproblematik zu veranlassen
- und damit die Voraussetzung für eine sachgemäße und zügige Bearbeitung der Rüstungsaltpastenproblematik im Land Brandenburg zu schaffen.

Aufgrund des großen Interesses wurden die Referate des Seminars in vorliegender Broschüre zusammengefaßt.



Dr. Matthias Freude
Präsident

Rüstungs- und militärische Altlasten in der Bundesrepublik Deutschland

- Stand der Erfassung und Charakterisierung wichtiger Standorttypen -

Jürgen Thieme

Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH,
Niederlassung Berlin

1. Definitionen zur Rüstungsaltlastenproblematik, Grundlagen und Abgrenzung

Als Hinterlassenschaft der beiden Weltkriege ist auf dem Territorium der Bundesrepublik Deutschland eine Vielzahl von Bodenkontaminationen zurückgeblieben, die u.a. durch Produktion, Lagerung, Einsatz, Delaborierung und Ablagerung von Rüstungsgütern verursacht worden sind.

In der öffentlichen Diskussion zur Rüstungsaltlastenproblematik werden leider oft gleiche Begriffe für unterschiedliche Sachverhalte bzw. auch umgekehrt für identische Bezüge verschiedene Wörter verwendet. Zur Vermeidung von Mißverständnissen und zur eindeutigen Abgrenzung ist eine Definition wichtiger Begriffe notwendig.

Rüstungsaltlast

Eine umfangreiche inhaltlichen Begriffsabgrenzung wird in der Antwort der Bundesregierung vom 26.04.1990 auf die Große Anfrage „Gefährdung von Mensch und Umwelt durch kontaminierte Standorte der chemischen Rüstungsproduktion“ gegeben:

Bei den kontaminationsauslösenden Stoffen „handelt es sich insbesondere um

- chemische Kampfstoffe,
- Sprengstoffe,
- Brand-, Nebel- und Rauchstoffe,
- Treibmittel,
- Chemikalien, die den Kampfstoffen zur Erreichung taktischer Erfordernisse zugesetzt wurden,
- produktionsbedingte Vor- und Abfallprodukte sowie die
- Rückstände aus der Vernichtung chemischer Kampfmittel.

Demzufolge sind als Rüstungsverdachtsflächen aus Rüstungsaltlasten grundsätzlich

- ehemalige Produktionsstätten,
- Munitionslagerstätten,
- Entschärfungsstellen,
- Spreng- und Schießplätze, ... und

- Zwischen- und Endablagerungsstätten für chemische Kampfmittel einzustufen.“

Im Sondergutachten „Altlasten II“ 1995 (Hrsg.: Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, Januar 1995) wird für die gesamte Problematik ein anderer Ausgangspunkt gewählt. Für alle in Zusammenhang mit rüstungs- bzw. militärisch bedingten Tätigkeiten verursachten Altlasten wird der Begriff „Militärische Altlast“ vorgeschlagen.

Militärische Altlasten können

- auf Altstandorten der *Militärproduktion* (z.B. Produktionsstätten, Depots und Lagerplätze, Delaborierungswerke, Vernichtungsplätze) und
- auf Altstandorten des *Militärbetriebes* (z.B. Truppenübungsplätze, Schießplätze, Flugplätze, Truppenunterkünfte)

vorhanden sein.

Als kontaminationsauslösende Produkt- bzw. Stoffgruppen werden

- die Kampfstoffe und Kampfmittel (z.B. Sprengstoffe, Treibladungspulver, chemische Kampfstoffe, pyrotechnische Mittel) sowie
- die herkömmlichen Stoffgruppen (z.B. Betriebsstoffe, Hilfsstoffe)

benannt.

Bei Vorliegen von Kontaminationen aus erstgenannter Stoffgruppe wird der Begriff „Militärchemische Altlasten“ vorgeschlagen.

Auf folgende weitere Feststellungen des Sondergutachtens soll zusätzlich hingewiesen werden:

- Militärische Standorte können eine oder mehrere Altlasten einschließen.
- Bis zum Nachweis der Gefährdung sind sie Altlastverdachtsstandorte, auf denen Verdachtsflächen verschiedener Art vorkommen können.

2. Ergebnisse der bundesweiten Erfassung

Im Ergebnis der bundesweiten Bestandsaufnahme wurden 4.336 Rüstungsaltlastverdachtsstandorte einschließlich Anlagen der wirtschaftlichen Forschungsgesellschaft (WIFO) und Heeres-Tanklager ermittelt. Auf das Bundesland Brandenburg entfielen 363 Standorte.

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht zum Anteil ausgewählter Nutzungsarten an den insgesamt bisher erfaßten Verdachtsstandorten in Brandenburg.

Erfasste Rüstungsaltlastverdachtsstandorte im Land Brandenburg
Stand: Juni 1995

Nutzungsgruppe	Anzahl der Standorte
Produktion von Sprengstoffen und Treibmitteln	1
Produktion von Sprengstoffen	1
Produktion von Treibmitteln	7
Produktion von Explosivstoffvorprodukten	6
Produktion von chemischen Kampfstoffen	1
Produktion von Nebel- und Rauchmunition	1
Produktion von Leucht- und Signalmunition	4
Produktion von Zündern und Zündmitteln	5
Produktion von verschiedener Munition	19
Produktion von Kleinmunition	14
Produktion von Artilleriemunition	20
Munitionsanstalt (1. Weltkrieg)	3
Heeres-Munitionsanstalt	14
Luft-Munitionsanstalt	3
Füllstelle	9
Explosivstofflager	1
Munitions- und Waffenlager	4
Munitionslager	22
Delaborierungsplatz	17
Sprengplatz	14
Flugplatz	45
Truppenübungsplatz	18
Standortübungsplatz	6
Schießanlage	118
Heeres-/Lufttanklager	5

3. Charakterisierung wichtiger Standorttypen

3.1 Allgemeines

Im Rahmen der planmäßigen militärischen Tätigkeiten auf den Standorten kam es zu einer potentiellen Freisetzung von (Schad-) Stoffen durch folgende kontaminationsverursachende Faktoren:

Bei zweckbestimmter Nutzung der Anlagen:

Handhabungsverluste

Um-/Abfüllvorgänge beim Füllen und Leeren von Vorratsbehältern, Mischapparaturen, Pressen, Lagerbehältnissen für Produkte, Abfüllstationen etc.

Leckagen

Leckagen traten u.a. auf an: Tanks, Vorratsbehältern, Rohrleitungen (ober-/unterirdisch)

Emissionen

Freisetzung von Stäuben

Stäube konnten u.a. bei dem Umschlag und der Förderung fester Stoffe, bei Mahl-, Sieb- und Mischvorgängen entstehen und ggf. aus Reaktionsapparaturen entweichen.

Abwasser

Schadstoffhaltige Abwässer fielen bei einer Reihe von Abläufen in unterschiedlichen Mengen und Konzentrationen an. Als Herkunftsmöglichkeiten sind folgende Vorgänge zu nennen:

- Waschlösungen

Viele (Roh-) Produkte mußten einer Wäsche unterzogen werden, um Verunreinigungen zu entfernen. Die verdünnten Waschlösungen enthielten neben diesen Verunreinigungen auch einen gewissen Anteil an Produktkomponenten.

- Reinigung von Räumen und Behältnissen

Räume, Reaktionsapparaturen und auch Lagerbehältnisse mußten regelmäßig gereinigt werden. Neben Wasser wurden saure und alkalische Lösungen sowie organische Lösungsmittel als Reinigungsmittel eingesetzt.

- Kanalisation

Durch eine undichte Kanalisation konnten belastete Abwässer in den Untergrund versickern. Eine Ablagerung von (Schad-) Stoffen in den Rohren ist möglich.

- Abwasserbehandlungseinrichtungen

Die belasteten Abwässer wurden z.T. gesammelt und gezielt behandelt bzw. beseitigt, u.a. in Becken, Sickergruben, Schlammteichen.

Abfälle

Produktionsabfälle fielen fast bei allen rüstungsrelevanten Verfahren an. Sie wurden entweder innerbe-

trieblich aufgearbeitet oder aber (zwischen-) gelagert bzw. abgelagert. Die hierfür genutzten Flächen waren für gewöhnlich nicht befestigt und nicht überdacht, so daß Niederschlagswasser ungehindert Zutritt hatte. Mit einer Versickerung und Infiltration des Bodens in diesen Bereichen ist zu rechnen.

Bei besonderen Vorkommnissen und bei Ereignissen gegen und nach Kriegsende:

Neben den bei der planmäßigen Nutzung auftretenden Freisetzungsquellen ergaben sich besonders in den letzten Kriegsjahren und der Nachkriegszeit singuläre Ereignisse, die z.T. zu hohen Kontaminationen geführt haben dürften.

Bei Nichtbeachtung bzw. Unkenntnis dieser Ereignisse kann eine falsche Beurteilung des Umweltgefährdungspotentials nicht ausgeschlossen werden!

Zu beachten sind:

- Explosionen, Brände und Unfälle als Folge von Fehlhandlungen des Bedienpersonals oder von Sabotage,
- Bombenangriffe mit Zerstörung von Produktionsanlagen für Rüstungsgüter und militärische Anlagen,
- Vergrabung bzw. Sprengung von Waffen und Munition durch die Wehrmacht (nach Weisung waren neue Waffen und Munition dem Zugriff des Gegners zu entziehen) und die Alliierten,
- Demontage bzw. Demilitarisierung rüstungsrelevanter Betriebe oder militärischer Anlagen (z.B. Sprengung der Anlagen mit allen verbliebenen Ausgangs-, Zwischen- und Endprodukten).

Durch Folgewirkungen (bis in die heutige Zeit) und Nachnutzungen:

- Austreten von Produktionsresten, Ausgangsstoffen und Zwischenprodukten aus noch vorhandenen kontaminierten Anlagen- und Gebäudeteilen (z.B. Rohrleitungen, Vorrattanks und Werkskanalisationen),
- Schadstofffreisetzungen nach Korrosion aus vergrabener Munition oder den oben genannten Anlagenkomponenten.

3.2 Hinweise zu ausgewählten Standorttypen

Ergänzend zu der allgemeinen Charakterisierung sollen im folgenden wichtige, oft anzutreffende Standorttypen und die dort ablaufenden Handlungen näher erläutert werden.

Munitionsherstellung

Die Herstellung der einzelnen Munitionsarten erfolgte in verschiedenen zivilen und militärischen Einrichtungen.

Eine Reihe von Munitionsteilen (z.B. Hüllen, mechanische Teile des Zünder) wurden zunächst in metall-

verarbeitenden und/oder in feinmechanischen Betrieben (in der Literatur und den Akten oft als „Munitionsfabriken“ bezeichnet) produziert. Dort erfolgte in der Regel kein Umgang mit Explosivstoffen!

Zur Füllung mit Explosiv-, Kampf- und anderen Stoffen wurden die Bomben- bzw. Granatenhüllen an spezielle Füllstellen der Industrie oder der Wehrmacht geliefert.

Alle weiteren Arbeiten zur Herstellung der schuß- und wurffertigen Munition erfolgten in den Munitionsanstalten (oft als Muna's bezeichnet) mit Munitionsmontage.

Infanteriemunition wurde in der Regel in speziellen Fabriken komplett gefertigt.

Kontaminationen in den genannten Anlagen sind insbesondere durch Handhabungsverluste (Umgang mit staubförmigen Erzeugnissen), Gebäudereinigungsabwässer und Abwässer aus der Reinigung von Maschinen bzw. Teilen wahrscheinlich.

Bei der Hülsenfertigung, Hülsenreinigung und -wiederaufarbeitung sind technologisch bedingte Abwässer und Abfälle entstanden. Neben Explosivstoffresten, die bei der Reinigung anfielen und wahrscheinlich im Abwasser enthalten waren, sind insbesondere die zur Oberflächenbehandlung eingesetzten Stoffe und die anfallenden Schlämme von Bedeutung. Meist sind säure-, kupfer- und zinkhaltige Abwässer angefallen.

Lagerung von Munition

In Friedenszeiten wurden bereits geschützte Lager zur dezentralen Unterbringung der Munition errichtet, im Verlaufe der Kriege entstanden weitere Lager oder bestehende Lager wurden erweitert (u.a. durch z.T. umfangreiche Freilagerflächen).

Eine Lagerung erfolgte

- in den Lagerbereichen von Munitionsanstalten mit Munitionsmontage,
- in Munitionsanstalten ohne Munitionsmontage und
- in Munitionslagern (Munitionsdepots).

Alle Einrichtungen waren von der Wehrmacht (Heer, Luftwaffe, Marine) betriebene Lager, in dem die schuß- und/oder wurffertige Munition bis zur Ausgabe an die Truppe aufbewahrt wurde. Der wesentliche Unterschied bestand in der Lagerkapazität, die bei den Munitionslagern am geringsten war.

Kontaminationen durch den Umgang mit den vorwiegend konfektionierten Halbfabrikaten und Erzeugnissen sind in der Regel gering.

Munitionszerlegestellen

Nicht mehr benötigte oder unbrauchbare Munition wurde zerlegt (delaboriert), Anschließend erfolgte eine getrennte Weiterverwendung bzw. die Vernichtung der angefallenen Teile und Materialien. Explosivstoffe wurden aufgearbeitet, verbrannt oder gesprengt.

Umfangreiche Kontaminationen sind insbesondere beim Entfernen des Explosivstoffgemisches aus Granaten und Bomben (Ausschmelzen, Ausdüsen oder Ausbohren) entstanden. Ein umfangreiches Kontaminationsspektrum ist auf Spreng- und Brandplätzen durch die Vernichtung von Sprengstoffen, Initialsprengstoffen, pyrotechnischen Erzeugnissen und sonstigen Teilen zu vermuten.

Flugplätze

Folgende Typen waren während des 2. Weltkrieges vorhanden:

- Fliegerhorste (Land und/oder See),
- Einsatzplätze (Land und/oder See) I.Ordnung,
- Einsatzplätze (Land und/oder See) II.Ordnung,
- Feldflugplätze,
- Gefechtslandeplätze,
- Arbeitsplätze (auch Nebenplätze),
- Schattenplätze,
- Scheinflugplätze und
- (Industriehäfen).

Auf Fliegerhorsten, Einsatzplätzen und Gefechtslandeplätzen befanden sich in der Regel Munitionslager. Ebenfalls auf diesen Plätzen und auf Industriehäfen waren z.T. mehrere Schießstände.

Zu beachten ist auch, daß Munitionsanstalten lt. Weisung unbrauchbare Munition oder Zünder auf nahegelegenen Flugplätzen zu sprengen hatten.

Kasernen

In Kasernen bzw. in unmittelbarer Nähe waren oft kleinere Munitionslager sowie Übungsplätze mit Schießanlagen vorhanden. Viele Kasernen besaßen Gasübungsräume.

Versuchsanlagen

In den einschlägigen Versuchsanlagen der Wehrmacht und der Industrie wurden Arbeiten unterschiedlichster Art durchgeführt. Größere Anlagen besaßen meist eine eigene Munitionsfüllstelle. Für Erprobungsarbeiten waren eine Vielzahl von Schießanlagen, Spreng- und Brandplätzen vorhanden.

Durch den Versuchsbetrieb ist mit mannigfaltigen Kontaminationen zu rechnen. Eine vollständige Ermittlung des Stoffpotentials ist wegen des Fehlens von einschlägigen Akten oft kaum möglich.

Anmerkung:

Für weitergehende Angaben zu den Arbeitsabläufen, zum Stoff- und zum Umweltgefährdungspotential wird auf die UBA-Texte 43/94 „Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsaltestandorten“ verwiesen (siehe auch Punkt 5 im Folgebeitrag).

*Dipl.-Ing. Jürgen Thieme
Industrieanlagen Betriebsgesellschaft mbH
Bereich Umwelt, Abt. UMN
Niederlassung Berlin
Alt Stralau 37
10245 Berlin*

Die Erfassung von Standortdaten und ihre Prüfung

Jürgen Thieme

Industrieanlagen-Betriebsgesellschaft mbH,
Niederlassung Berlin

1. Grundlagen der historischen Recherchen

Die Durchführung der historischen Recherchen muß unter Einbeziehung einer Vielzahl von verschiedenen Unterlagen und Maßnahmen erfolgen. Insbesondere sind zu nennen: Aktenrecherchen, Auswertung von historischen und aktuellen Luftbildern, Auswertung von Meßtischblättern und anderen Karten aus verschiedenen Zeiträumen; Sichtung von Zeitungen und Zeitzeugenbefragungen.

Im weiteren erfolgt eine Beschreibung der einzelnen Aktivitäten.

2. Archivrecherchen

2.1 Archive

Für die Durchführung der Recherchen stehen in der Bundesrepublik Deutschland folgende Archive und Bibliotheken zur Verfügung:

Überregionale Archive (Zentrale Bundesarchive)

- Bundesarchiv Koblenz
- Bundesarchiv, Abteilung Potsdam
- Militärarchiv Freiburg
- Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz

Regionale Archive (Landesarchive und Staatsarchive einschl. Außenstellen)

Jedes Bundesland besitzt in der Regel mehrere Landes- bzw. Staatsarchive. Als Beispiele sollen genannt werden

- Brandenburgisches Landeshauptarchiv Potsdam
- Thüringisches Hauptstaatsarchiv Weimar
- Thüringisches Staatsarchiv Meiningen
- Landesarchiv Magdeburg - Landeshauptarchiv
- Landesarchiv Schleswig-Holstein
- Niedersächsisches Hauptstaatsarchiv Hannover
- Niedersächsisches Staatsarchiv Osnabrück
- Niedersächsisches Staatsarchiv Bückeburg
- Niedersächsisches Staatsarchiv Stade
- Hauptstaatsarchiv Düsseldorf

Lokale Archive

Kreisarchive: Archive bei Landratsämtern

Stadt- und Gemeindearchive: Archive bei Stadtverwaltungen

Archive der Wirtschaft

- Firmenarchive (Dynamit, Industrie Verwaltungsgesellschaft, WASAG)
- Archive der Industrie- und Handelskammer
- Archive der Treuhandanstalt

Medienarchive

- Archive der Zeitungen und Zeitschriften

Archive wissenschaftlicher und kultureller Institutionen

- Archive der Hochschulen
- Militärgeschichtliches Forschungsamt

Spezialbibliotheken

Als Beispiele sind zu nennen:

- Militärbibliothek Dresden
- Deutsches Museum München

Zusätzlich sind insbesondere in folgenden ausländischen Archiven relevante Akten zu finden:

- National Archives of the United States Washington,
- Imperial War Museum, Public Record Office, London,
- Alliiertes Luftbildarchiv, Keele (Großbritannien),
- Archives de l'occupation Francaise en Allemagne et en Autriche, Colmar und
- Sonderarchiv Moskau.

Für eine gezielte Auswahl der Archive können folgende allgemeine Hinweise gegeben werden:

- Unterlagen, die zu preußischen militärischen Objekten bis 1918 existieren, sind nur in Ausnahmefällen zu finden. Sie wurden beim Brand des Heeresarchives Potsdam 1945 vernichtet.
- Unterlagen zu militärischen Objekten von ca. 1930 bis 1945 sind fast ausschließlich im Militärarchiv Freiburg einzusehen.
- Unterlagen der Alliierten von 1945 bis ca. 1950 befinden sich in den NARA Washington und in Koblenz. CIOS- und BIOS-Reports (Berichte von

alliierten Spezialeinheiten, die nach Kriegsende deutsche Betriebe besichtigt und beschrieben haben) sind zusätzlich im Niedersächsischen Hauptstaatsarchiv Hannover und im Deutschen Museum München vorhanden. USSBS-Unterlagen (Akten der strategischen Bomberaufklärung zu Deutschland) liegen vorrangig in den USA.

- Akten zur Rüstungsproduktion (u.a. Explosivstoffherstellung) sind vorrangig im Bundesarchiv Koblenz abgelegt.
- In den Landes- und kommunalen Archiven sind kaum Unterlagen zu militärischen Objekten des 2. Weltkrieges vorhanden. Ausnahmen stellen Akten zum Grunderwerb dar.
- Die Akten des Militärarchives der ehemaligen DDR (insbesondere zur Kasernierten Volkspolizei KVP und Nationale Volksarmee NVA) befinden sich jetzt in Freiburg.

2.2 Arbeitsablauf zu Archivrecherchen

Grundsätzlich wird empfohlen, die Archivrecherchen persönlich durchzuführen. Schriftliche Anfragen bringen wegen der Überlastung des Archivpersonals und der nur groben Kenntnis der Zusammenhänge oft nicht den gewünschten Erfolg.

Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß die Akten in den Archiven nach dem Provinzenprinzip erschlossen sind. Das heißt, daß das bei einer Einrichtung (z.B. Behörde, Einrichtung, militärische Einheit) angefallene und gesammelte Schriftgut auch im Archiv in seinem Entstehungszusammenhang abgelegt wurde. Damit sind dort in sich geschlossenen Fonds vorhanden, die den Nutzern zugänglich gemacht werden können.

Für eine effiziente Arbeit wird nach Auswahl der relevanten Archive und Erstellung eines Rechercheplanes folgende Reihenfolge empfohlen:

Persönliche Archivarbeit

1. Anmeldung und Abstimmung der Benutzungsmodalitäten (Öffnungszeiten, Benutzungsberechtigung, Kopiermöglichkeiten, Lieferzeiten, eventuell Nutzungsgenehmigung Laptop).
2. Sichtung des Findbuchverzeichnisses des Archivs und Beratung durch Archivpersonal.
3. Sichtung der relevanten Findbücher bzw. Findkarten.
Es existieren zur Altlastenproblematik keine sachbezogenen Findbücher!
4. Bestellung des interessierenden Aktenbandes/Mikrofilmes.
Ein Teil der Unterlagen in den Archiven wurde bereits verfilmt, so daß ein Zugriff auf das Original nicht mehr möglich ist.
5. Sichtung des Aktenbandes / des Mikrofilmes.
6. Auswertung der Akte / des Mikrofilmes.

7. Anfertigung von Kopien bzw. rechnergestützte Datenerfassung.

Schriftliche Anfrage

Nach Anfrage bei den Archiven erfolgt in der Regel:

1. eine rechnergestützte Abfrage laut Registratur oder
2. allgemeine Beantwortung, eventuell Bereitstellung von Kopien.

3. Auswertung bzw. Verwendung sonstiger Unterlagen

Für Standortrecherchen können ergänzend folgende Unterlagen empfohlen werden:

Zeitungen und Zeitschriften

- Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, Nobelhefte
- In den jeweiligen Tageszeitungen findet man oft Hinweise und Beschreibungen von singulären Ereignissen.

Unterlagen des Munitionsbergungsdienstes

Unterlagen von kommunalen Einrichtungen und örtlichen Betrieben

- Akten der Gewerbeaufsichts-, der Vermessungs-, der Grundbuch- und der Umweltämter, der Bauämter, der Feuerwehr sowie Akten von Wasserwirtschaftsbehörden
- Unterlagen von Brunnenbauunternehmen oder Bauunternehmen (z.B. Spezialbau Potsdam)
- Gutachten von benachbarten Liegenschaften

Zeitzeugenbefragungen (Öffentlichkeitsbeteiligung)

Soweit Zeitzeugen gefunden werden, stellen diese insbesondere für den Zeitraum von 1945 bis 1950 die einzigen Informationsquellen dar.

Zu berücksichtigen sind auch Heimatvereine.

Verwendung des Explosivstoff- und Kampfstofflexikons

Bei Rechercharbeiten zu den an den einzelnen Standorten produzierten, verarbeiteten, gelagerten oder vernichteten Stoffen wird man damit konfrontiert, daß für den gleichen Stoff oft verschiedene Bezeichnungen oder auch Tarnnamen verwendet werden.

Zur eindeutigen Feststellung des Stoffinventars wurde ein Verzeichnis von Explosiv- und Kampfstoffen mit ihren allgemein üblichen Namen sowie den anzutreffenden Synonymen und Tarnbezeichnungen erstellt. Da bisher keine umfassenden und praktikablen Zusammenstellungen von wichtigen physikalischen, chemischen und toxikologischen Eigenschaften dieser Stoffe bekannt waren, wurden diese Werte auch in die Lexika aufgenommen.

Eine wesentliche Ergänzung findet das Explosivstoff-Lexikon durch die Angabe der Zusammensetzung von über 100 Explosivstoffgemischen.

Verwendung eines Abkürzungsverzeichnisses

Bei der Auswertung einschlägiger Akten findet man oft, insbesondere beim Munitionswesen, verschiedene Abkürzungen. Zur Unterstützung der Rechercharbeiten wurde ein Abkürzungsverzeichnis erarbeitet

[in: UBA-Texte 8/93 - Verdachtsstandorte von Rüstungsalastlasten in Deutschland, Band 1].

4. Luftbildbeschaffung und -auswertung

Für eine multitemporale Luftbildauswertung stehen folgende Gruppen von Aufnahmen zur Verfügung:

Benennung	Zeitraum	Maßstab
Reichsluftbildkarte	1936 - 1939	1 : 25
Luftbildaufnahmen der Alliierten	1944 - 1945	1 : 10 - 1 : 40
Befliegung der ehemaligen DDR durch Sowjetarmee „Russensbefliegung“	1952 - 1953	1 : 40
Befliegung durch NVA, ...	ab 1980	
Landesbefliegungen	ab 1990	

Die Beschaffung der Luftbilder aus der Zeit bis 1945, die z.T. noch in den USA liegen, erfordert umfangreiche Rechercharbeiten. Eine Vielzahl von Luftbildern befindet sich aber bereits bei den Munitionsbergungsdiensten/Kampfmittelbeseitigungsdiensten der Bundesländer.

Zur Luftbildauswertung sind neben geeigneter Auswertetechnik auch Personen mit einschlägigen Erfahrungen und einer gewissen Standortkenntnis von Vorteil.

5. Standortübergreifende Unterlagen

In der Regel verbleiben nach Aktenrecherchen und Luftbildauswertung mehr oder minder große Lücken. Insbesondere sind aus den genannten Unterlagen kaum Hinweise zu möglichen Kontaminationen und zur Umweltrelevanz zu entnehmen.

Ein weiteres Problem ist die Zuverlässigkeit der Angaben von „Zeitzeugen“. Oft stammen die Informationen aus zweiter oder dritter Hand.

Zur Schließung der vorhandenen Lücken und für eine Plausibilitätsprüfung sind deshalb weitere Unterlagen von Vorteil.

In Anbetracht dieser Tatsache hatte das Bundesumweltministerium 1992 ein Forschungsvorhaben initiiert, in dessen Ergebnis ein Leitfaden „Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsalastlaststandorten“ entstand.

Durch die Autoren werden in diesem Leitfaden der Aufbau und die Handlungsabläufe in wichtigen rüstungsalastlasttypischen Anlagen erläutert. Grundlage waren umfassende eigene Kenntnisse dieser Anlagen und eine gezielte Auswertung von zusätzlichen Akten und Unterlagen.

Im einzelnen werden folgende Einrichtungen und Anlagen behandelt:

- Produktionsanlagen für Explosiv- und Kampfstoffe,
- Produktionsanlagen für Munition und pyrotechnische Erzeugnisse,
- Vernichtungseinrichtungen für Munition sowie
- militärische Anlagen.

Eine detaillierte Zusammenstellung aller analysierten Anlagen befindet sich in den folgenden tabellarischen Übersichten:

Tab. 1: Branchentypische Inventarisierung: Herstellung von Explosiv- und Kampfstoffen sowie pyrotechnischen Erzeugnissen (Auswahl)

Produktion	Stoffe
Brisante Sprengstoffe	Trinitrotoluol, Trinitrophenol (Pikrinsäure) Di- und Trinitrobenzol Hexogen Nitropenta, Tetryl Nitroglycerin
Treibmittel / Pulver	Schwarzpulver ein-, zwei-, dreibasige Nitrocellulosepulver
Initialsprengstoffe	Knallquecksilber Bleiazid Bleitrinitroresorcinat Tetrazen
Zündmittel	Anzündhütchen Sprengkapseln Zündschnüre elektrische Zünder Verzögerungszünder
Pyrotechnische Erzeugnisse	Leuchtmunition Knall- und Pfeifmittel Rauch- und Nebelmittel Brandmittel
Chemische Kampfstoffe	Loste (Schwefel- und Stickstofflost) Phosgen Perstoff Arsinöl, Clark I und II, Adamsit Chloracetophenon

Tab. 2: Branchentypische Inventarisierung: Munitionsherstellung und -vernichtung, Umgang mit Munition

Handlungen	Erzeugnis bzw. Anlage
Herstellung von Munition/Fabriken	Infanteriemunition
Herstellung von Munition/Füllstellen und Pressereien	Granaten, Bomben, Torpedos, Minen etc
Munitionslaborierung und -lagerung	(Haupt-, Neben-) Munitionsanstalten Munitionslager
Munitionszerlegung und -vernichtung	Delaborierungsstellen Brand- und Sprengplätze
Ausbildungsplätze	Truppenübungsplätze Schießanlagen

Ergänzt werden die Ausführungen durch eine spezielle Analyse der Produktionsvorgänge und Tätigkeiten, um potentielle Kontaminations- und Verlustquellen zu ermitteln und zu beschreiben.

Im einzelnen werden alle Nutzungstypen nach folgender einheitlichen Gliederung beschrieben:

Allgemeine Angaben

Unter allgemeinen Angaben werden die übergreifenden, wichtigen Daten zu jedem bearbeiteten Explosivstoff bzw. jeder militärischen Anlage verstanden. Hierzu gehören u.a. Gesamtüberblick, Angaben zur technischen Entwicklung eines Produktionsprozesses und die Erläuterung der mengenmäßigen Bedeutung bzw. der Produktionsmengen.

Beschreibung der Produktionsprozesse

Im Anschluß werden für jeden betrachteten Nutzungstyp der Produktionsprozeß bzw. die ablaufenden Handlungen im erforderlichen Umfang beschrieben. Hier werden u.a. Betriebseinrichtungen und -anlagen und ggf. ihre räumliche Anordnung sowie typische Infrastruktureinrichtungen erläutert. Es erfolgt die Benennung wesentlicher Ausgangs-, Zwischen-, Neben- und Endprodukte. Soweit möglich, erfolgt auch eine Mengenbilanzierung eingesetzter und hergestellter Stoffe. Bei umfangreichen Prozessen erfolgt ergänzend eine übersichtliche Darstellung in Blockfließbildern.

Kontaminationsrelevante Vorgänge

Aufgrund einer verfahrenstechnischen Analyse und Plausibilitätsbetrachtungen werden für jeden Nutzungstyp die Vorgänge beschrieben, durch die möglicherweise (Schad-)Stoffe freigesetzt und Bodenverunreinigungen hervorgerufen wurden.

Einschätzung der Umweltrelevanz

Die Beurteilung der Umweltrelevanz orientiert sich an dem Stoffinventar, das für jeden Nutzungstyp ermittelt wurde. Basierend auf einer Einschätzung der mengenmäßigen Bedeutung wurde das Gefährdungspotential anhand der relevanten Gefährdungspfade beurteilt:

- Gefährdungspfad menschliche Gesundheit,
- Gefährdungspfad Boden,
- Gefährdungspfad Wasser,
- Gefährdungspfad Luft,
- Gefährdungspfad Pflanze und das
- Bioakkumulationspotential.

Grundlage der Beurteilung waren u.a. LAGA-Liste, Gefahrstoffverordnung, Katalog wassergefährdender Stoffe, Explosiv- und Kampfstoff-Lexikon.

Abschließend soll auf weitere, bereits vor 1990 erarbeitete Leitfäden hingewiesen werden:

***Bericht**

„Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen - Ein erster Schritt zur Gefährdungsabschätzung für ehemalige Betriebsgelände“ [UBA-Texte 31/86]

Der Bericht vermittelt die Vorgehensweise zur ersten, beprobungslosen Abschätzung des durch Bodenverunreinigungen bedingten Gefährdungspotentials auf gewerblichen bzw. industriellen Betriebsflächen. U.a. werden betrachtet: Gießereien, Behandlung metallischer Oberflächen, Mineralölverarbeitung und Altölaufbereitung sowie Holzimprägnierung.

***Bericht**

„Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Geländen mit ehemaliger Nutzung aus dem Dienstleistungsbereich“ [UBA - Texte 16/89]

Im branchenbeschreibenden Teil werden u.a. folgende Nutzungen, die z.T. auch bei der Bearbeitung von militärischen Altlasten von Interesse sein können, behandelt: Tankstellen, Kfz-Werkstätten, Lackierereien, Schrottplätze, Transport-, Lager- und Umschlagsbetriebsstätten.

*Dipl.-Ing. Jürgen Thieme
Industrieanlagen Betriebsgesellschaft mbH
Bereich Umwelt, Abt. UMW
Niederlassung Berlin
Alt Stralau 37
10245 Berlin*

Stand der Nacherfassung von Rüstungsaltlasten im Land Brandenburg

Sabine Hahn

Landesumweltamt Brandenburg

Abteilung Abfallwirtschaft, Altlasten und Bodenschutz

Auf der Grundlage der dem Land Brandenburg vom Bund 1992 übergebenen Erfassung von Rüstungsaltlastverdachtsflächen wurde 1993 im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung (MUNR) ein Projekt bearbeitet, dessen Aufgabenstellung eine historisch-deskriptive Nacherfassung der **Rüstungsaltlastverdachtsflächen (RALVF)**, eine Prioritätensetzung bezüglich des weiteren Untersuchungsbedarfes und eine Erfassung der Daten auf der Grundlage des landeseinheitlichen **Informationssystems Altlasten (ISAL)** war.

Im Rahmen der Nacherfassung wurden zusätzlich 90 RALVF erhoben.

Leider konnten die im Rahmen dieses Projektes erfaßten Informationen nicht automatisch in das ISAL-Brandenburg übernommen werden, da der Auftragnehmer eigene Klassifikationsmerkmale vorgegeben hat, die nicht den landeseinheitlichen Merkmalen entsprochen haben.

Die erhobenen Ergebnisse der Nacherfassung liegen den zuständigen unteren Abfallwirtschaftsbehörden vor. Sie wurden am 01.03.1995 durch das Landesumweltamt Brandenburg (LUA) übergeben.

Anliegen der Veranstaltung ist es:

- die Spezifik der RALVF-Bearbeitung zu verdeutlichen,
- die fachliche Sensibilität für diese spezielle Fallgruppe der **Altlastverdachtsflächen/Altlasten (ALVF/AL)** zu entwickeln und
- die fachlichen Arbeiten zur Lösung der **Rüstungsaltlasten (RAL)**-Problematik beschleunigen zu helfen.

Lassen Sie mich zunächst auf die derzeitige wissenschaftliche Diskussion und die Besonderheiten dieser Fallgruppe eingehen.

Nach Auffassung der Bundesregierung aus dem Jahre 1990 umfassen Rüstungsaltlasten alle Boden-, Wasser- und Luftverunreinigungen, die durch Chemikalien aus konventionellen und chemischen Kampfstoffen hervorgerufen wurden.

Hierbei handelt es sich insbesondere um

- Chemische Kampfstoffe,
- Sprengstoffe,

- Brand-, Nebel- und Rauchstoffe,
- Treibmittel,
- Chemikalien, die den Kampfstoffen zur Erreichung taktischer Erfordernisse zugesetzt wurden,
- produktionsbedingte Vor- und Abfallprodukte,
- Rückstände aus der Vernichtung konventioneller und chemischer Kampfmittel.

Demzufolge sind als Rüstungsaltlastverdachtsflächen einzustufen:

- ehemalige Produktionsstätten,
- Munitionslagerstätten,
- Entschärfungsstellen,
- Spreng- und Schießplätze,
- Delaborierungswerke,
- Zwischen- und Endablagerungsstätten.

Diese Definitionen liegen der bundesweiten Erfassung der RALVF/ RAL des BMU/ UBA zugrunde. Im ersten Vortrag wurden Vorgehen und Ergebnis dieses Projektes vorgestellt.

Zur Beschleunigung der Lösung der Rüstungsaltlastenproblematik brachten die Länder Bremen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz eine Gesetzesinitiative ein. Leider fand dieses „Rüstungsaltlastenfinanzierungsgesetz“ durch den Bund keine Anerkennung.

Nachdem der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen in seinem Sondergutachten „Altlasten“ im Jahre 1989 vorläufig den Begriff der **kriegs- und rüstungsbedingten Altlasten** vorgeschlagen hatte, unterbreitet er in seinem Sondergutachten „Altlasten II“ (SRU-Gutachten II [Hrsg.: Rat der Sachverständigen für Umweltfragen, Januar 1995]) in Anlehnung an den Bereich der „zivilen“ Altlasten folgenden Definitionsvorschlag:

Militärische Altlasten (MAL) sind Altstandorte der Militärproduktion und des Militärbetriebes, sofern von ihnen Gefährdungen für die Umwelt, insbesondere für die menschliche Gesundheit ausgehen oder zu erwarten sind. Für den Teilbereich der besonderen Belastungen durch konventionelle und chemische Kampfstoffe schlägt der Umweltrat vor, die treffendere Bezeichnung „**militärchemische Altlasten**“ zu wählen. Die kontaminationsauslösenden Produkt-

bzw. Stoffgruppen für militärchemische Altlasten auf Altstandorten der Militärproduktion und des Militärbetriebs umfassen Kampfstoffe und Kampfmittel, z.B. Sprengstoffe, Initialsprengstoffe, Treibladungspulver, pyrotechnische Sprengsätze, chemische Kampf- und Reizstoffe, Brand- und Nebelstoffe und entsprechende Munitionsarten im Gegensatz zu herkömmlichen Stoffgruppen, z.B. Betriebsstoffen (Mineralölprodukte), Abfällen und Hilfsstoffen bei sonstigen Militärischen Altlasten.

Die Länder setzen sich gegenwärtig mit diesen Vorschlägen auseinander. Eine Auswirkung auf die vorangegangenen und die künftigen Erhebungen ist noch nicht abzusehen.

Inwieweit einige Flächen bezüglich ihrer Zuordnung zu Militärischen Altlasten/Rüstungsaltslasten (MAL/RAL) aktualisiert werden müssen, ist abhängig von den Festlegungen des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung, falls diese in Auswertung des SRU-Gutachtens II erforderlich werden.

Die fachliche Diskussion hierzu ist, wie bereits erwähnt, erst eröffnet.

Es ist zu erwarten, daß die Definitionsfrage die bisherige Arbeit nicht maßgeblich beeinflusst.

Wie sollte daher auf der Grundlage der bisherigen Ergebnisse bei der Lösung der Rüstungsaltslastenproblematik im Land vorgegangen werden?

Am 01. März 1995 wurden den Kreisen die Ergebnisse des MUNR-Projektes zur historischen Nachrecherche der RALVF/RAL im Land Brandenburg übergeben.

Bezogen auf die bisherige Definition des Bundesumweltministeriums (BMU) ergibt sich der in den Tabellen 1 und 2 dargestellte Erfassungsstand.

Tab. 1: Vergleich der bisher erfaßten RALVF im Land Brandenburg

	BUND ¹⁾	MUNR ²⁾
Anzahl erfaßter RALVF	378	468
davon in Kategorie I eingestuft	38	48

¹⁾ „Verdachtsstandorte von Rüstungsaltslasten in Deutschland“, Bearbeiter: IABC mbH (Hrsg.): UBA, UBA-Texte 8/93

²⁾ „Rüstungsaltslastverdachtsflächen im Land Brandenburg“ Bearbeiter: uve Potsdam GmbH, im Auftrag des MUNR vom 10.03.1994

Kategorie I:

- Produktion von Sprengstoffen und Treibmitteln,
- Produktion von Explosivstoffvorprodukten,
- Produktion von chemischen Kampfstoffen u.ä.,
- Produktion von Reiz-, Kampfstoffvorprodukten,

- Munitionsanstalten,
- Füllstellen,
- Delaborierungs-, Spreng- und Brandplätze.

Tab. 2: Anzahl der im ISAL durch die uve Potsdam GmbH erfaßten RALVF im

Bereich Cottbus

Landkreis/kreisfreie Stadt	MUNR	BUND
Dahme-Spreewald	25	26
Elbe-Elster	11	21
Oberspreewald-Lausitz	6	7
Spree-Neiße	25	26
Cottbus	5	6
Gesamtanzahl:	72	86

Bereich Frankfurt/Oder

Landkreis/kreisfreie Stadt	MUNR	BUND
Uckermark	24	24
Barnim	36	31
Märkisch-Oderland	30	21
Oder-Spree	29	16
Frankfurt (Oder)	13	11
Gesamtanzahl:	132	103

Bereich Potsdam

Landkreis/kreisfreie Stadt	MUNR	BUND
Prignitz	10	16
Ostprignitz-Ruppin	15	22
Oberhavel	60	34
Havelland	17	20
Teltow-Fläming	42	39
Potsdam-Mittelmark	25	36
Brandenburg an der Havel	17	13
Potsdam	12	5
Gesamtanzahl:	198	185

Da der Rücklauf der fachlichen Prüfung der Nacherfassung durch die unteren Abfallwirtschaftsbehörden insgesamt nicht zufriedenstellend war, wurden im Mai 1995 auf Anfrage des BMU zum Stand der Nacherhebung in den Ländern durch das LUA die Objekte der historischen Nacherhebung mitgeteilt, die im Rahmen des MUNR-Projektes erfaßt wurden.

Der Grund für diese unbefriedigende Situation ist auf die äußerst komplizierte Bearbeitung der Nacherfas-

sung durch die unteren Abfallwirtschaftsbehörden zurückzuführen.

Als weitere Gründe sind zu nennen:

- Unsicherheit bei der Definition von RALVF/RAL und deren Abgrenzung zu MALVF/MAL sowie
- personelle Probleme.

An dieser Stelle sei allen unteren Abfallwirtschaftsbehörden der Dank ausgesprochen, die trotz dieser Unwegsamkeiten eine aussagefähige Prüfung durchgeführt haben.

Denjenigen Kreisen, die dieser Aufgabe bisher nicht soviel Beachtung geschenkt haben sei versichert, daß aufgrund der besonders hohen Umweltrelevanz, die den RAL immanent sein kann, die weitere Prüfung der Informationen und ggf. Nacherhebungen und -erfassungen nicht erspart werden kann (vgl. hierzu auch die weiteren Beiträge).

Die Arbeitsschritte, die hier durch die unteren Abfallwirtschaftsbehörden in nächster Zeit unbedingt durchgeführt werden müssen, können wie folgt beschrieben werden:

1. Fachliche Prüfung der übergebenen historischen Nacherhebung hinsichtlich der Zuordnung zu RALVF/ RAL.
2. Datenabgleich mit dem Altlastenkataster des Kreises.
3. Nacherfassung von ISAL-Daten.

Darüber hinaus werden folgende fachliche Arbeiten des Landesumweltamtes, die im Auftrag des MUNR durchgeführt werden und das Ziel verfolgen, die Lösung der RAL-Problematik zu aktivieren und die interessierte Öffentlichkeit besser zu informieren, angekündigt:

- Erarbeitung einer Broschüre zum Sachstand der Erhebungen zu RALVF/RAL; diese soll entsprechend dem weiteren Erkenntnisstand zu durchgeführten Untersuchungen und Sanierungsmaßnahmen fortgeschrieben werden.
- Analog dem Nacherhebungsbogen WGT-ALVF wird ein Nacherhebungsbogen für RAL/RALVF entwickelt.

Langfristig sind weitere wissenschaftliche Arbeiten zur Bearbeitung dieser fachspezifischen Altlastenproblematik für das Land Brandenburg angedacht.

Wünschenswert wäre eine langfristig durchzuführende Projektarbeit, die die prioritären Altlastenfälle des Landes lösen soll.

Dies ist aus der Sicht des Landesumweltamtes aus folgenden Gründen notwendig:

1. Rüstungsaltposten können aufgrund ihres erheblichen Gefährdungspotentials ein hohes Investitionshemmnis darstellen.
2. Die Recherchen, die Untersuchungen und die Sanierung von RALVF erfordern einen immensen finanziellen Mitteleinsatz.

In diesem Sinne verfolgt das LUA besonders eine weitere, vertiefende Bearbeitung der Rüstungsaltpostverdachtsflächen.

Dazu benötigt das LUA die engagierte Mitarbeit der unteren Abfallwirtschaftsbehörden.

Bevor nun die Tagung mit ausgewählten Fachvorträgen fortgeführt wird, möchte ich an dieser Stelle auf wichtige Projekte des BMU aufmerksam machen, die für die Bearbeitung von RAL relevant sind bzw. relevant werden können:

- Fortschreibung der Kampfstoff- und Explosivstofflexika,
- Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf RALVF,
- Katalog der Übungs-, Nachweis- und Entgiftungsmittel für chemische Kampfstoffe bis 1945 sowie die
- Wa-Bo-Lu - Hefte zur toxikologischen Bewertung.

Die Unterlagen können beim Umweltbundesamt bezogen werden.

*Dr. oec. Sabine Hahn
Landesumweltamt Brandenburg
Abteilung Abfallwirtschaft, Altlasten, Bodenschutz
Leiterin des Referates Altlasten
Michendorfer Chaussee 114
14557 Wilhelmshorst*

Zu ausgewählten toxikologischen Problemen bei der Erkundung, Bewertung und Sanierung von Rüstungsaltslasten

Gerhard Möschwitzer

Umweltbüro Dr. G. Möschwitzer & Partner GmbH, Berlin

Toxikologische Probleme spielen sowohl bezüglich des gesamten Schadstoffinventars von Rüstungsaltslasten (Spreng-, Explosiv- und Nebelstoffe, chemische Kampfstoffe) als auch in allen drei Phasen der Altslastenbearbeitung (Erkundung, Bewertung, Sanierung) eine ausgewiesene Rolle. Damit ist das Vortragsthema sehr breit angelegt und bedarf der Eingrenzung. Dies soll in zwei Richtungen erfolgen:

- Das betrachtete Schadstoffinventar soll auf **sprengstofftypische Verbindungen (STV)** und hier schwerpunktmäßig auf Nitroaromaten begrenzt bleiben.
- Obwohl toxikologische Probleme vor allem im Hinblick auf den Arbeits- und Gesundheitsschutz auch bei der Erkundung und Sanierung von Rüstungsaltslasten relevant sind, soll sich der Vortrag auf den Anwendungsschwerpunkt von Human- und Ökotoxikologie beschränken, nämlich auf die toxikologische Bewertung und Begutachtung von Spreng- und Explosivstoffen im Rahmen der Gefährdungsabschätzung und der Festlegung von Sanierungszielen.

Der Vortrag wird wie folgt gegliedert

1. Ausgewählte Grundlagen der Human- und Ökotoxikologie
2. Human- und ökotoxikologische Eigenschaften einiger STV
3. Konzepte zur Bewertung von STV in den Umweltkompartimenten Trink-/Grundwasser und Boden
4. Zusammenfassung
5. Literatur

Im folgenden soll die angerissene Thematik im Sinne einer knappen Übersicht abgehandelt und damit dem sehr heterogen und interdisziplinär zusammengesetzten Hörerkreis Rechnung getragen werden. Anliegen des Vortrages ist es, „Schnittstellen“ zu anderen Wissensgebieten herzustellen und toxikologisches Detailwissen der Fachdiskussion im Kreis der Spezialisten zu überlassen.

1. Ausgewählte Grundlagen der Human- und Ökotoxikologie

Bei der Behandlung toxikologischer Probleme im Umweltschutz allgemein und bei der Bearbeitung von Altslasten speziell werden oft sehr spezielle Sachverhalte und Begriffe angesprochen, deren allgemeines Verständnis nicht ohne weiteres vorausgesetzt werden kann. Deshalb sollen im folgenden einige knappe Ausführungen dazu erfolgen.

1.1 Zu humantoxikologischen Grundlagen

Definition des Fachgebietes Toxikologie:

Die Toxikologie ist die Lehre von den Giften und den Gegengiften. Sie beschreibt die schädlichen Auswirkungen von chemischen Verbindungen bzw. Substanzen auf Lebewesen, insbesondere den Menschen.

Modernerer Ansatz unter Einbeziehung der Prävention:

Die Toxikologie ist die Lehre über die Minderung gesundheitsschädlicher Auswirkungen von chemischen Verbindungen.

Der Giftbegriff: PARACELSDSUS (1538)

„Alle Dinge sind Gift und nichts ist ohn' Gift.
Allein die Dosis macht das ein Ding kein Gift ist.“

Gegenstand der Toxikologie:

Die Toxikologie widmet sich

- dem qualitativen Nachweis und der quantitativen Bestimmung giftiger Stoffe,
- der Erforschung der Eigenschaften dieser Giftstoffe und der durch diese Eigenschaften bedingten Wirkungen auf den menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Organismus,
- der Ableitung von Grenz- und Richtwerten sowie von Vorschriften für den sicheren Umgang mit Giften,

- der Gefahrbeseitigung oder -minderung durch Unschädlichmachen freigesetzter oder bereits einwirkender Gifte einschließlich
- der Entwicklung von Entgiftungsmitteln (Dekontaminationsmitteln) und Gegengiften (Antidoten) sowie
- der Behandlung von Vergiftungen.

Teilgebiete der Toxikologie:

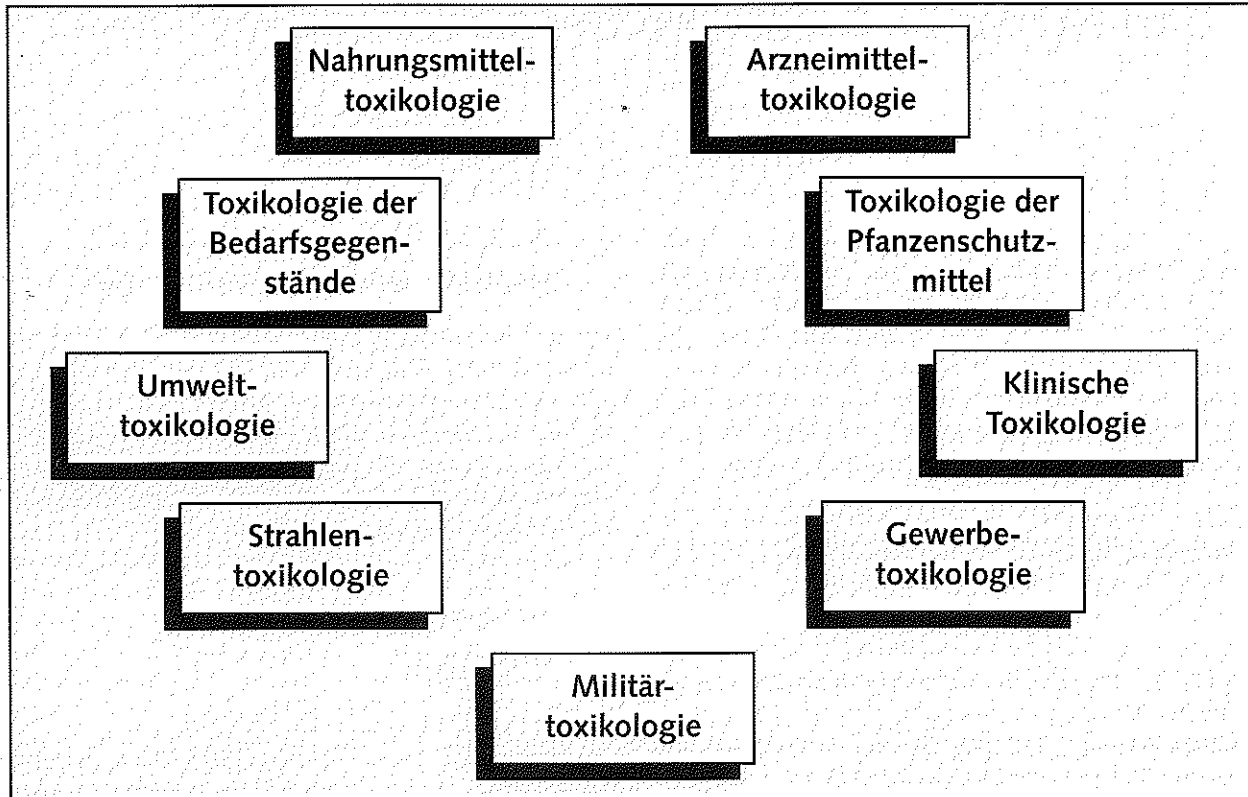


Abb. 1: Teilgebiete der Toxikologie

Toxikokinetik:

Die Toxikokinetik beschreibt den Weg einer chemischen Verbindung von der Aufnahme bis zur Ausscheidung in Abhängigkeit von der Zeit.

- Zufuhr, Aufnahme
 - Dermale Aufnahme (Haut, Schleimhaut)
 - Inhalative Aufnahme (Lunge, Atemwege)
 - Orale Aufnahme (Mund, Speiseröhre)
- Resorption
Tatsächliche Aufnahme von Schadstoffen in die Blutbahn
- Verteilung
In Abhängigkeit von ihren physiko-chemischen Eigenschaften verteilen sich die Schadstoffe im Organismus. Lipidlösliche Stoffe können die Blut/Hirnschranke überwinden, wasserlösliche Stoffe dagegen nicht.
- Metabolismus
Aus den aufgenommenen Schadstoffen werden in der Leber wasserlösliche und damit ausscheidbare Abbausteine hergestellt.

- Ausscheidung
Je polarer ein Wirkstoff ist, um so schneller wird er in der Leber metabolisiert und über die Nieren ausgeschieden. Bei apolaren, fettlöslichen Schadstoffen besteht die Gefahr der Anreicherung im Fettgewebe (z.B. DDT).

Toxikodynamik:

Die Toxikodynamik beschreibt die Wirkungen eines Schadstoffes.

- Wirkungen
Die Wirkung (W) eines Schadstoffes ist abhängig von der Konzentration (S) und der Einwirkzeit (t) - sogenannte Dosis/Wirkungsbeziehung.

$$W = k \cdot t \cdot S \quad (k = \text{Stoffkonstante})$$

- Grobklassifizierung von Giften
Die Dosis eines Giftes, die zu Vergiftungen führt, bestimmt die Einordnung in sogenannte „Giftklassen“:

Tab.1: Einstufung von Schadstoffen in „Giftklassen“

„Giftklasse“	Spezifität der Wirkung	Schadstoffmenge Milligramm/kg Körpergewicht
nicht giftig	unspezifisch	1000
kaum giftig	unspezifisch	1000 - 100
giftig	spezifisch	100 - 10
sehr giftig	spezifisch	10 - 1
„hoch-toxisch“	„hoch-spezifisch“	< 1

Diese Einstufung gilt für akute bzw. subakute Vergiftungen.

- Chronische Giftwirkungen

- Karzinogene (krebserzeugende) Wirkungen können genotoxisch (Wirkung des Karzinogens am Zellkern, DNS) oder epigenetisch (Wirkungen außerhalb des Zellkerns) hervorgerufen werden.
- Mutagene Wirkungen sind durch physikalische (Strahlen, Hitze) oder chemische (Schadstoffe) Einwirkungen hervorgerufene Veränderungen der in der DNS gespeicherten Erbinformationen.
- Teratogene Wirkungen sind fruchtschädigende Wirkungen, die ausgelöst durch Strahlen/Hitze, Viren/bakterielle Toxine, Streß und/oder chemische Schadstoffe Mißbildungen hervorrufen.
- Allergene Wirkungen werden durch solche Schadstoffe hervorgerufen, die die Fähigkeit besitzen, bei wiederholter Einwirkung Überempfindlichkeiten des menschlichen und tierischen Organismus hervorzurufen.

Toxikologisch relevante Werte bzw. Konzentrationen:
(für chronische Wirkungen)

- LOAEL** lowest observed adverse effect level
= niedrigste Gefahrstoffdosis (-konzentration), bei der noch gesundheitsschädliche Effekte beobachtet wurden,
- NOAEL** no observed adverse effect level
= höchste Gefahrstoffdosis (-konzentration), bei der keine gesundheitsschädlichen Effekte mehr beobachtet wurden,
- ADI** acceptable daily intake
= täglich durch den Menschen aufgenommene Schadstoffmenge, die toleriert werden kann,
- TRD** tolerable, tägliche resorbierte Körperdosis,
- Unit risk** geschätztes zusätzliches Krebsrisiko, wenn eine dauernde, lebenslange (70 Jahre) inhalative bzw. orale Exposition gegenüber dem Gefahrstoff in Höhe von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bzw. $1 \text{mg}/\text{kg}/\text{d}$ besteht.

1.2 Zu ökotoxikologischen Grundlagen

Definition des Fachgebietes Ökotoxikologie:

Die Ökotoxikologie beschreibt Zusammenhänge zwischen den Eigenschaften von Substanzen und Systemen und deren Wechselwirkungen.

Sie umfaßt die Aufklärung der natürlichen und anthropogenen Einflüsse auf das Vorkommen und Verhalten von Chemikalien, die Erforschung von deren Wirkung auf Arten und natürliche Systeme sowie die Entwicklung von Analysen- und Testmethoden zur Untersuchung der Kontamination einzelner Umweltbereiche und von Konzepten zur Bewertung des Gefahrenpotentials von Chemikalien.

Der Schwerpunkt liegt auf der Betrachtung natürlicher Systeme als Ganzes. Dafür werden Verfahren aus sehr unterschiedlichen Bereichen, wie Chemie, Biologie, Medizin, Klima- und Bodenkunde und Ökonomie herangezogen.

Verhalten von Chemikalien in der Umwelt:

Gemäß obiger Definition macht das Verhalten von Chemikalien in der Umwelt den wesentlichsten Teil der Ökotoxikologie aus.

Für das Umweltverhalten von Chemikalien sind wiederum fünf Kriterien ausschlaggebend:

- Produktionshöhe
Kennt man den regionalen oder weltweiten Verbrauch einer Substanz - oder besser den Gesamtverbrauch seit Einführung, dann lassen sich die maximal möglichen regionalen bzw. globalen Belastungen der Umwelt relativ einfach vorhersagen
- Anwendungsmuster
Der Begriff Anwendungsmuster ist definiert als die quantitative Erfassung der Einsatzbereiche von Einzelchemikalien im Endverbrauch. Das Anwendungsmuster liefert Informationen über das anfängliche, häufig lokale Vorkommen der Chemikalie in der Umwelt und bestimmt gleichzeitig - zusammen mit anderen Faktoren - wesentlich das weitere Verhalten.
- Dispersionstendenz
Die Dispersionstendenz von Chemikalien führt dazu, daß sie ihren Anwendungsbereich verlassen; sie ist damit die Ursache für deren unbeabsichtigtes und meistens auch unerwünschtes Vorkommen außerhalb des Anwendungsortes.
- Akkumulation
Als Akkumulation wird die unerwünschte Anreicherung von Chemikalien in bestimmten Umweltkompartimenten bezeichnet.
Die Konzentration der Substanz im Organismus wird in Relation zur Umgebungskonzentration betrachtet.
- Persistenz
Die Persistenz ist ein Maß für die Stabilität organischer Substanzen in der Umwelt.
Das Gegenstück zur Persistenz ist die Abbaubarkeit.
Überdauert die Stabilität einer Substanz deren Anwendungszeit, wird sie zur unerwünschten Persistenz.

2. Human- und ökotoxikologische Eigenschaften einiger Spreng- und Explosivstoffe

Wie bereits erwähnt spielen aromatische Nitroverbindungen die dominierende Rolle bei der Betrachtung von rüstungsrelevanten Altlasten, soweit sie aus Spreng- und Explosivstoffen entstanden sind.

Dieses wird bei der Betrachtung der in der sogenannten „Stadtallendorf-Liste“ bzw. „Elsnig-Liste“ (EG-Phare-Projekt) aufgeführten Substanzen deutlich.

Tab. 2: Für Spreng- und Explosivstoffe relevante Nitroaromaten *)

EG-PHARE-Projekt Phase II (ab Oktober 1993)	Stadtallendorf
2-Nitrotoluol	2-Nitrotoluol
3-Nitrotoluol	3-Nitrotoluol
4-Nitrotoluol	4-Nitrotoluol
	2,3-Dinitrotoluol
2,4-Dinitrotoluol	2,4-Dinitrotoluol
2,6-Dinitrotoluol	2,6-Dinitrotoluol
3,4-Dinitrotoluol	3,4-Dinitrotoluol
3,5-Dinitrotoluol	
2,4,6-Trinitrotoluol	2,4,6-Trinitrotoluol
	2,3,4-Trinitrotoluol
	2,4,5-Trinitrotoluol
	2-Amino-4-nitrotoluol
	4-Amino-2-nitrotoluol
2-Amino-4,6-dinitrotoluol	2-Amino-4,6-dinitrotoluol
4-Amino-2,6-dinitrotoluol	4-Amino-2,6-dinitrotoluol
Hexogen	Hexogen
Hexyl	
	2,4-Diaminotoluol
	2,6-Diaminotoluol
	2,4,6-Triaminotoluol
	1,2-Dinitrobenzol
1,3-Dinitrobenzol	1,3-Dinitrobenzol
	1,4-Dinitrobenzol
1,3,5-Trinitrobenzol	

*) Zugunsten der Vollständigkeit der Liste wurden Hexogen und Hexyl aufgenommen, die nicht zu den Nitroaromaten gehören.

Somit sind die im folgenden zu human- und ökotoxikologischen Aspekten zu treffenden Aussagen auch hauptsächlich auf die Gruppe der Nitroaromaten und deren Abbauprodukte (Metabolite) bezogen.

2.1 Humantoxikologische Eigenschaften

Es ist zwischen kurzfristiger (Tage bis Wochen) und subchronischer/chronischer (Jahre bis lebenslang) Exposition zu unterscheiden.

- kurzfristige (akute) Exposition:

Im Vordergrund steht die blutschädigende Wirkung. Diese kommt durch die Bildung von Methämoglobin zustande, das nicht mehr in der Lage ist, Sauerstoff zu transportieren und zu übertragen. Folgen können dann Anämie, Zyanosen (Blaufärbung von Lippen und Nagelbett) und Störungen des Nervensystems (Neurotoxizität) durch Sauerstoffunterversorgung sein. Symptome sind allgemeine Schwäche, Kopfschmerzen, Appetitlosigkeit, Benommenheit, Übelkeit, Schlaflosigkeit, Gliederschmerzen, Gefühllosigkeit verschiedener Hautpartien und Diarrhoe.

- langfristige (chronische) Exposition:

Bei langfristiger Exposition ist für eine Reihe der betrachteten Nitroaromaten die genotoxische und kanzerogene Wirkung im Tierversuch nachgewiesen, bei anderen gibt es den mehr oder weniger begründeten Verdacht der malignen Wirkung. Hauptursache für diese adversen Effekte ist die Bildung hochreaktiver Metabolite, die eine hohe makromolekulare Bindungsfähigkeit besitzen. Als maligne Endpunkte werden u.a. hepatobiliäre Tumore, Leukämie und Schädigungen der männlichen Reproduktionsorgane (Veränderungen an Hoden und Nebenhoden; Spermienform und -zahl) diskutiert.

- Aufnahmepfade

Bezüglich der humantoxikologischen Relevanz sind alle drei Aufnahmepfade zu berücksichtigen.

- inhalativ: Inhalation von Stäuben und Ausgasungen
- dermal: Kontakt mit belastetem Boden und Wasser
- oral: Verzehr belasteter tier- und pflanzlicher Produkte; Ingestion kontaminierten Bodens und Staubes; Trinken belasteten Trink- bzw. Grundwassers (Hauswasserbrunnen)

2.2 Ökotoxikologische Eigenschaften

- Kriterium Produktionshöhe:

Im zweiten Weltkrieg muß die jährliche Weltproduktion an Explosiv- und Sprengstoffen im Millionen-tonnenbereich angesiedelt werden. Allein in Deutschland betrug die Jahresproduktion 1944 etwa 350.000 Tonnen. Damit sind die in die Umwelt eingetragenen Sprengstoffmengen sowohl global aber vor allem regional relevant.

- Kriterium Anwendungsmuster:

Durch den destruktiven Einsatz von Spreng- und Explosivstoffen bei kriegerischen Auseinandersetzungen

zungen (Gefechte, Bombardierungen, Sprengungen, unsachgemäße Stilllegung bzw. Sprengung von Produktionsanlagen) existiert ein sehr diffuses Anwendungsmuster, bzw. es kommt zu einem völlig „regellosen“ Eintrag der Schadstoffe in die Umwelt.

- Kriterium Dispersionstendenz:

Die Dispersionstendenz wird im wesentlichen durch das Transportverhalten bestimmt. Für die betrachtete Stoffgruppe ist der Transport in der wäßrigen Phase, die Aufnahme in Pflanzen und die Verwehung von Staub mit anhaftenden Schadstoffteilchen von ökotoxikologischer Relevanz.

Das Transportverhalten im Wasser wird im wesentlichen durch die Löslichkeit und den Feststoff/Wasser-Verteilungskoeffizienten bestimmt.

Bei Betrachtung der Löslichkeit kann folgende Einteilung gelten [HEMPFLING und BAUER 1994]:

Löslichkeit < 2,5 mg/L: weitgehend immobil,
z.B. Nitrocellulose

Löslichkeit 50-150 mg/L: gering mobil, z.B. TNT

Löslichkeit 2-5 g/L: mobil, z.B. Nitroglycerin

Löslichkeit > 10 g/L: sehr mobil, z.B. Pikrinsäure

Diese Angaben können im Hinblick auf das Akkumulationsverhalten durch die Betrachtung des Oktanol/Wasser-Verteilungskoeffizienten wie folgt ergänzt werden [HEMPFLING und BAUER 1994]:

$K_{ow} \leq 0$ geringes Akkumulationspotential
z.B. Nitroguanidin

$0 < K_{ow} \leq 2$ mittleres Akkumulationspotential
z.B. TNT

$K_{ow} > 2$ hohes Akkumulationspotential
z.B. Hexyl

Neuere Erkenntnisse zum Transport- und Migrationsverhalten von STV sind innerhalb des EG-PHARE-Projektes Elsnig/Torgau erarbeitet [HILDENBRAND und NITSCHKE 1994] und ausführlich diskutiert worden [MÖSCHWITZER 1994].

Bezüglich der Bewertung des Transportverhaltens von Nitroaromaten in Pflanzen, speziell Trinitrotoluol (TNT), können neuere Untersuchungen von GÖRGE 1994 herangezogen werden, die ebenda wie folgt zusammengefaßt werden (wörtlich zitiert):

1. TNT kann in Pflanzen aufgenommen werden,
2. eine Aufnahme in Pflanzen wurde auch unter Freilandbedingungen nachgewiesen,
3. die nachweisbare Schadstoffmenge in Pflanzen ist positiv korreliert zur verfügbaren Schadstoffmenge im Substrat,
4. die verfügbare Schadstoffmenge im Boden wird u.a. bestimmt durch Adsorptionseffekte an den organischen C-Anteil,
5. der nachweisbare Nitroaromatengehalt in den Pflanzen ist artspezifisch

6. ... und vor allem organspezifisch, aus Wurzeln konnten stets die größten Schadstoffmengen extrahiert werden.

7. Während im Substrat meist TNT als Hauptkontaminante nachgewiesen werden konnte, war das nachgewiesene Schadstoffspektrum in den Pflanzen stets anders; in Pflanzen wurden Aminodinitrotoluole als Hauptsubstanzen identifiziert.

8. TNT unterliegt in der Pflanze vielfältigen Metabolisierungs- und Adsorptionsreaktionen.

Das Ausmaß der Verwehung von an Staub haftenden sprengstoffspezifischen Substanzen ist in starkem Maße standortabhängig. Wesentliche Faktoren sind u.a. die Eindringtiefe des Schadstoffes in den Boden, die Bodenart, der Bewuchs und die meteorologischen Verhältnisse.

- Kriterium Akkumulation:

Bezüglich der Akkumulation von sprengstoffspezifischen Nitro- und Aminoverbindungen in den Umweltmedien Boden und Pflanze gelten die unter dem Gesichtspunkt der Dispersion o.g. Ausführungen.

Die Akkumulation von Nitroaromaten im Warmblüterorganismus ist möglich.

- Kriterium Persistenz:

Sprengstoffspezifische Nitroverbindungen zeichnen sich nicht durch hohe Persistenz aus und werden sowohl abiotisch als auch biotisch abgebaut bzw. transformiert.

Dabei erfolgt der abiotische Abbau über photochemische Reaktionen (z.B. TNT-Abbau in Oberflächengewässern und Oberboden) während Hydrolyse und Oxidation keine nennenswerte Rolle spielen.

Der biologische Abbau von Nitroaromaten erfolgt sowohl über Bakterien und Pilze als auch im Warmblüterorganismus mit teilweise relativ hohen Reaktionsgeschwindigkeiten. Der Hauptreaktionsweg führt dabei unter Reduktion der Nitroaromaten zu Nitrosoverbindungen und Hydroxylaminen bis hin zu Aminoderivaten. Dabei tritt die Besonderheit der sogenannten „Giftung“ auf, d.h., daß aus relativ ungiftigen Verbindungen toxikologisch bedenklichere Substanzen (Metabolite) entstehen.

Zusammenfassend kann die Ökotoxizität von STV für den aquatischen Bereich anhand von Beispielen wie folgt bewertet werden [WOLLIN 1992]:

- sehr toxisch 0,1-10 mg/L
z.B. 2,4,6-Trinitrotoluol,
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol
- toxisch 10-100 mg/L
z.B. 2-Amino-4-nitrotoluol
2,4-Dinitrotoluol, 2-Nitrotoluol
- mindertoxisch > 100 mg/L
z.B. Nitroguanidin

Terrestrische Ökotoxizitätsdaten sind derzeit nur in sehr begrenztem Umfang verfügbar.

3. Konzepte zur Bewertung von STV in den Umweltkompartimenten Trink-/Grundwasser und Boden

Wie bei der Bewertung von zivilen Altablagerungen und Altstandorten muß auch bei Rüstungsaltslasten zwischen Modellen zur Prioritätensetzung und Ableitung von Handlungsbedarf bei der Vielzahl zu bewertender Objekte und zwischen der gezielten Einzelfallbewertung für die Ableitung von Sanierungsbedarf und Sanierungszielwert bei Einzelobjekten unterschieden werden.

Im folgenden soll nur auf die Einzelfallbewertung näher eingegangen werden.

Dabei sind derzeit zwei grundsätzliche Konzepte erkennbar, deren Anwendung angeregt und teilweise auch kontrovers diskutiert wird.

3.1 Toxikologische Bewertung von Umweltkontaminationen durch die Verknüpfung von Schadstoffbewertung und Exposition

Dieses Konzept wurde im wesentlichen vom Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe FoBiG [SCHNEIDER et al. 1994 a, b], vom Institut für Umwelt-Analyse IFUA [BARKOWSKY und GÜNTHER 1994] und vom Institut für Boden-, Wasser- und Lufthygiene WaBoLu des Umweltbundesamtes [DIETER 1994 a] entwickelt.

Ausgangspunkt ist die Ableitung tolerabler Körperdosen aus Tierexperimenten. Über Äquivalenzfaktoren werden Kombinationswirkungen berücksichtigt. Dabei werden tolerable Körperdosen für kurzfristige und langfristige Expositionen unterschieden.

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die von SCHNEIDER et al. (1994 b) auf die oben beschriebene Art abgeleiteten humantoxikologischen Daten.

In einem zweiten Schritt wird die Exposition quantifiziert. Dabei sind in Abhängigkeit von der vorliegenden oder geplanten Nutzung alle relevanten Expositionspfade zu untersuchen [SCHNEIDER et al. 1994 a, BARKOWSKY und GÜNTHER 1994].

Tab. 3: Tolerable, tägliche resorbierbare Körperdosis (TRD) für die Leitsubstanz 2,4,6-TNT sowie Äquivalenzfaktoren für andere nitroaromatische Schadstoffe für kurzfristige Exposition

Substanz	TRD für kurzfristige Exposition	Äquivalenzfaktor für Methämoglobinbildung
2,4,6-Trinitrotoluol	10 µg/kg-d	
2,4-Dinitrotoluol		1
2,6-Dinitrotoluol		0,5
o-Dinitrobenzol		2
m-Dinitrobenzol		10
p-Dinitrobenzol		100
1,3,5-Trinitrobenzol		2
2-Amino-4-nitrotoluol		2

Tab. 4: Tolerable, tägliche resorbierbare Körperdosis (TRD) für die Leitsubstanz 2,4,6-TNT auf Basis kanzerogener Effekte im Tierversuch sowie Äquivalenzfaktoren für andere nitroaromatische Schadstoffe für langfristige Exposition

Substanz	TRD für langfristige Exposition (zusätzl. Krebsrisiko $1 \cdot 10^{-5}$)	Äquivalenzfaktor für Kanzerogenität/Gentoxizität	Basis
2,4,6-Trinitrotoluol	0,33 µg/kg-d	1	Krebsrisikobereich
2,4-Dinitrotoluol		5	Krebsrisikobereich
2,6-Dinitrotoluol		150	Krebsrisikobereich
m-Dinitrobenzol		0,5	in vitro-Gentox.
p-Dinitrobenzol		0,5	in vitro-Gentox.
1,3,5-Trinitrobenzol		5	in vitro-Gentox.
4-Amino-4,6-dinitrotoluol		0,5	in vitro-Gentox.
4-Amino-2,6-dinitrotoluol		0,1	in vitro-Gentox.
4-Amino-2-nitrotoluol		5	in vivo-Gentox.
2-Amino-4-nitrotoluol		1	Krebsrisikobereich
2-Amino-6-nitrotoluol		5	in vivo-Gentox.

Im dritten Schritt ergeben sich durch den Vergleich der ermittelten TRD-Werte mit der potentiellen Exposition Schadstoffkonzentrationen für die einzelnen Umweltmedien, die zur toxikologischen Beurteilung und zur Ableitung von Handlungsempfehlungen (z.B. Sofort- und Sicherungsmaßnahmen, Festlegung und Begründung von Sanierungszielwerten) herangezogen werden können.

Die Tabellen 5 und 6 zeigen einige Beispiele für toxikologisch abgeleitete Richtwerte für Trinkwasser und Boden.

Tab. 5: Richtwerte für Trinkwasser nach DIETER (1994 b)

Substanz	Vorsorgewert [µg/L]	Richtwert [µg/L]
2,4,6-Trinitrotoluol	0,1	1
2,4-Dinitrotoluol	0,1	3
2,6-Dinitrotoluol	0,1	0,1*)

*) mit Vorbehalt

Tab. 6: Beispielhafte Bodenrichtwerte für kurzfristige und langfristige Exposition für die Leit-substanz 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT) nach SCHNEIDER (1994 c)

Aufnahmepfad	TNT-Äquivalente in mg/kg Boden	
	kurzfristig	langfristig
oral und dermal	40	20
über Nutzpflanzen	2	0,1
alle Pfade	2	0,1

3.2 Anwendung des Minimierungsgebotes ALARA

Dieses Konzept wird hinsichtlich der toxikologischen Bewertung von Nitroaromaten vor allem von NEUMANN 1994 vertreten. Das ALARA-Prinzip ist von „As Low As Reasonably Achievable“ abgeleitet und bedeutet eine Schadstoffkonzentration im Sinne von „so wenig wie vernünftigerweise bzw. mit vertretbarem Aufwand erreichbar“ zu limitieren.

Die Notwendigkeit der Anwendung dieses Konzeptes wird im wesentlichen mit der genotoxischen Wirkung der betrachteten Substanzen begründet, für die somit keine unwirksame Schwellendosis definiert werden kann. Die deshalb notwendige Minimierung der Schadstoffaufnahme soll mit Biomonitoring-Untersuchungen kontrolliert werden, um so zu versuchen, die tatsächliche Belastung der Exponierten zu ermitteln.

Die Ergebnisse des Biomonitorings könnten dann den Rahmen für „vernünftige“ Entscheidungen liefern.

3.3 Diskussion der Bewertungskonzepte

- Das ALARA-Konzept verdeutlicht die Unsicherheiten bei der Ableitung von tolerablen Schadstoffkonzentrationen und begründet die anzustrebende Minimalbelastung.
- Die unterschiedliche toxikologische Potenz verschiedener Nitroaromaten wird bei ALARA nicht berücksichtigt.
- Das Restrisiko wird durch ALARA nicht abgeschätzt. Ob dieses Defizit durch Biomonitoring abgedeckt werden kann, muß noch bewiesen werden.
- Das ALARA-Prinzip enthält keine Expositionsabschätzung, besonders kritische Pfade werden dadurch u.U. nicht erkannt.

Ein Entweder/Oder gibt es beim Vergleich der kurz dargelegten Konzepte m.E. nicht. Bei karzinogenen und genotoxischen Wirkungen steht die Schadstoffminimierung richtigerweise im Vordergrund. Trotzdem bleibt „Vernunft“ immer durch verschiedenste Faktoren (Wissenschaft, Technik, Finanzen) objektiv begrenzt. Damit verbleibt ein Restrisiko, das gesellschaftlich/politisch verantwortet werden muß. Für die fachliche Formulierung und Quantifizierung des Restrisikos ist nach meiner Ansicht das Konzept der Verknüpfung von Schadstoffwirkung und Exposition praktikabler als das Minimierungsgebot ALARA, das seinerseits jedoch die notwendige ganzheitliche Betrachtung medizinischer Probleme besser reflektiert.

4. Zusammenfassung

4.1 Auch für sprengstofftypische Substanzen (STV) liefern die Human- und Ökotoxikologie die Grundlagen für die Beurteilung ihrer Schädigung. Die Toxikokinetik und die Toxikodynamik liefern dabei die wichtigsten humantoxikologischen Grundlagen.

Die Produktionshöhe, das Anwendungsmuster, die Dispersionstendenz, die Akkumulation und die Persistenz sind die entscheidenden Kriterien zur Bewertung der ökotoxikologischen Potenz von Umweltschadstoffen.

4.2 Aus humantoxikologischer Sicht sind die STV als Blutgifte (Methämoglobinbildner) bei kurzfristiger sowie als karzinogen und genotoxisch bei langfristiger Exposition zu bewerten.

Nach den Hauptkriterien für die ökotoxikologische Potenz von Umweltschadstoffen sind die STV von minder bis sehr toxisch einzustufen. Hochtoxische Vertreter sind bisher nicht bekannt.

Durch den destruktiven Einsatz in Kriegen be-

sitzt das Anwendungsmuster der STV Besonderheiten.

- 4.3 Für die Bewertung von Umweltkontaminationen mit STV gibt es zwei Konzepte. Die Verknüpfung von tolerablen Körperdosen mit der Exposition, die in der Ableitung von tolerierbaren Schadstoffkonzentrationen für die Umweltkompartimente mündet und das Minimierungsgebot ALARA.
Beide Konzepte haben spezifische Vor- und Nachteile, schließen sich damit nicht gegenseitig aus und sollten einander ergänzend angewendet werden.

5. Literatur

BARKOWSKY, D.; GÜNTHER, P.:

Gefährdungsabschätzung und Entwicklung von Handlungsszenarien am Beispiel des Rüstungsstandortes Stadtallendorf

In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, Bad Godesberg 1994

DIETER, H.H.:

Humantoxikologische Bewertung von sprengstofftypischen Verbindungen und Abbauprodukten (STV)
In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten (II)“, Oranienburg/Brandenburg 1994 a

DIETER, H.H.:

Ableitung von toxikologisch und trinkwasserhygienisch gestützten Orientierungskonzentrationen für die Nutzungsart „Trinkwassergewinnung aus Grundwasser“

In: EG-PHARE-Projekt Nr. 90/058/030/001; Studie zur Verbesserung der Umweltsituation im Oberen Elbtal; Los II: Grundwasserbeschaffenheit Elbaue Torgau, Dresden 1994 b, S. 171

GÖRGE, E.:

Aufnahme sprengstoffspezifischer Schadstoffe durch Pflanzen

In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, Bad Godesberg 1994

HEMPFLING, R.; BAUER, D.:

Ökochemische Eigenschaften und Umweltverhalten von Explosivstoffen

In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, Bad Godesberg 1994

HILDENBRAND, M.; NITSCHKE, C.:

Laborative Untersuchungen zum Migrationsverhalten ausgewählter Schadstoffe

In: EG-PHARE-Projekt Nr. 90/058/030/001; Studie zur Verbesserung der Umweltsituation im Oberen

Elbtal; Los II: Grundwasserbeschaffenheit Elbaue Torgau, Dresden 1994, S. 176 - 196

MÖSCHWITZER, G.:

Gutachten zum EG-PHARE-Projekt Nr. 90/058/030/001 zum chemisch-analytischen Nachweis sprengstofftypischer Verbindungen, zur öko- und humantoxikologischen Zustandsbewertung und zur laborativen Untersuchung von Migrationsprozessen

In: EG-PHARE-Projekt Nr. 90/058/030/001; Studie zur Verbesserung der Umweltsituation im Oberen Elbtal; Los II: Grundwasserbeschaffenheit Elbaue Torgau, Dresden 1994, S. 254 - 264

NEUMANN, H.-G.:

Humantoxikologische Bewertung von Nitroaromaten
In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, Bad Godesberg 1994

SCHNEIDER, K.; HASSAUER, M.; KALBERLAH, F.:

Toxikologische Bewertung von Rüstungsaltslasten - 1. Expositionsanalyse als erster Schritt zur Bewertung von Gesundheitsgefährdungen und zur Ableitung von standortspezifischen Bodenbeurteilungskriterien
UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6(1994 a), S. 271 - 276

SCHNEIDER, K.; HASSAUER, M.; KALBERLAH, F.:

Toxikologische Bewertung von Rüstungsaltslasten - 2. Bewertung der toxischen Potenz nitroaromatischer Schadstoffe - Berücksichtigung von Kombinationswirkungen
UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 6(1994 b), S. 333 - 340

SCHNEIDER, K.:

Methodischer Ansatz für eine Gefährdungsabschätzung am Beispiel der ehemaligen TNT-Fabrik „Carbonit“

In: CPM-Symposium „Bewertung von sprengstoffspezifischen Schadstoffen auf Rüstungs- und militärischen Standorten“, Bad Godesberg 1994 c

WOLLIN, K.-M.:

Prioritätskontaminanten des Explosivbereichs in Rüstungsaltslasten: Begründung, chemisch-analytische Erfassung und Bewertung

In: Expertengespräch „Rüstungsaltslasten aus der Produktion und Verarbeitung von Sprengstoff“, Marburg 1992

Dr. rer. nat. habil. Gerhard Möschwitzer
Umweltbüro

Dr. G. Möschwitzer & Partner GmbH
Josef-Nawrocki-Str. 23
12587 Berlin

Allgemeine Hinweise zur Analytik auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten

Lothar Ebner, Michael König, Wolfgang Mundt

PROTEKUM Umweltinstitut GmbH Oranienburg

1. Problemstellung

Ganz generell gilt, militärische ebenso wie zivile Altlasten sind nach Art und Menge für die Natur Fremdstoffe. Ein Teil solcher Fremdstoffe hat für den Menschen und seine Umwelt den Charakter von Schadstoffen. Das heißt, nicht alle dieser Altlasten sind Schadstoffe, aber alle Schadstoffe sind im Stoffwechsel der Natur Substanzen, die unsere Aufmerksamkeit verdienen und Vorsicht gebieten.

Die Problematik der Rüstungsalblasten wurde ab 1986 durch die Erkundung der ehemaligen Trinitrotoluol (TNT)-Fabriken aus dem zweiten Weltkrieg in Hessisch-Lichtenau, Stadtallendorf und Clausthal-Zellerfeld öffentlich bekannt.

Da die in jüngster Zeit in Mitteleuropa aufgetretenen politischen Entwicklungen zu deutlichen Veränderungen bis hin zur Aufgabe von militärisch genutzten Flächen und Standorten führten, hat sich diese Problematik drastisch verschärft.

Erstmals werden ein Großteil derartiger Flächen und Einrichtungen wieder einer zivilen Nutzung zugänglich und bedürfen damit einer Bewertung und häufig einer Sanierung.

Aufgrund von auffällig gewordenen Boden- und Grundwasserverunreinigungen im Bereich militärisch genutzter Flächen und Standorte rückte die Problematik hinsichtlich des Umgangs mit solchen militärischen Altlasten sehr rasch in den Mittelpunkt der öffentlichen, politischen und wissenschaftlichen Diskussion.

Dabei sind Lösungsansätze für folgende Fragen zu entwickeln:

- Welche Anforderungen sind an eine systematische, flächendeckende Erfassung rüstungsalblastverdächtiger Flächen / Standorte zu stellen?
- Welche Erhebungs-, Analyse- und Bewertungsmethoden stehen für eine fachgerechte Untersuchung und Gefährdungsabschätzung zur Verfügung?
- Welche zweck- und zielgerichteten Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen hinsichtlich der Gefahrenabwehr/-beseitigung sind anzuwenden, praktikabel und vor allem finanzierbar?

Durch das vorhandene Schadstoffspektrum (siehe auch Abb. 2) können von den Rüstungsalblasten und

militärischen Altlasten erhebliche Gefährdungen der Menschen und der natürlichen Umwelt, insbesondere durch Kontamination des Bodens und des Grundwassers und von Gebäuden ausgehen.

Daher besteht ein dringender Handlungs- und Lösungsbedarf für eine systematische, zweck- und zielgerichtete Erkundung und Bewertung solcher Altlasten sowie für die Sanierung.

2. Konzept zur Bearbeitung von Rüstungsalblasten

Bei der Bearbeitung von Rüstungsalblasten kann grundsätzlich auf allgemein anerkannte und bewährte Arbeitsschritte bei der Behandlung von Alttablagerungen/Altstandorten zurückgegriffen werden.

Die Minimierung des Arbeits- und Zeitaufwandes sowie des Kostenfaktors bei gleichzeitig hohem und schnellem Informationsgewinn für die Gefährdungsabschätzung und die nachfolgende Einleitung von standort- und nutzungs optimierten Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen bilden die Voraussetzungen für die wirtschaftliche Bewältigung der Rüstungsalblastenproblematik.

2.1 Historische Erkundung

Zur Durchführung und zu den Zielen der historischen Erkundung wird auf den zweiten Beitrag in diesem Berichtsband verwiesen.

Aufbauend auf den Ergebnissen der historischen Erkundung erfolgt eine erste Gefährdungsabschätzung des vorhandenen Kontaminationspotentials, ggf. gibt es Hinweise auf einzuleitende Sofortmaßnahmen.

In der Regel werden jedoch die gewonnenen Erkenntnisse für den Arbeitsschritt Beprobung und Kartierung und die Festlegung des Analysenprogramms maßgebend sein.

2.2 Beprobung und Kartierung

Um den Untersuchungsaufwand zu minimieren und jederzeit anhand gewonnener Erkenntnisse zu optimieren, andererseits aber angesichts der drohenden

Gefahren schnell zu Ergebnissen zu kommen, bietet sich ein stufenweises Vorgehen an.

Nach orientierenden Geländeuntersuchungen (Begehungen, Kartierungen, Bodenansprachen etc.) sind beprobungslose Verfahren durchzuführen.

Neben Untersuchungen der Vegetation, der Bodenluft u.a. liefern insbesondere geophysikalische Erkundungen wesentliche Erkenntnisse.

Aufdecken von

- Schadstoffnestern und
- Kontaminationsfahnen im Grundwasser.

Die Ergebnisse der Beprobung und Kartierung führen in Verbindung mit den aus der historischen Erkundung gewonnenen Erkenntnissen zur Festlegung des Analysenprogramms.

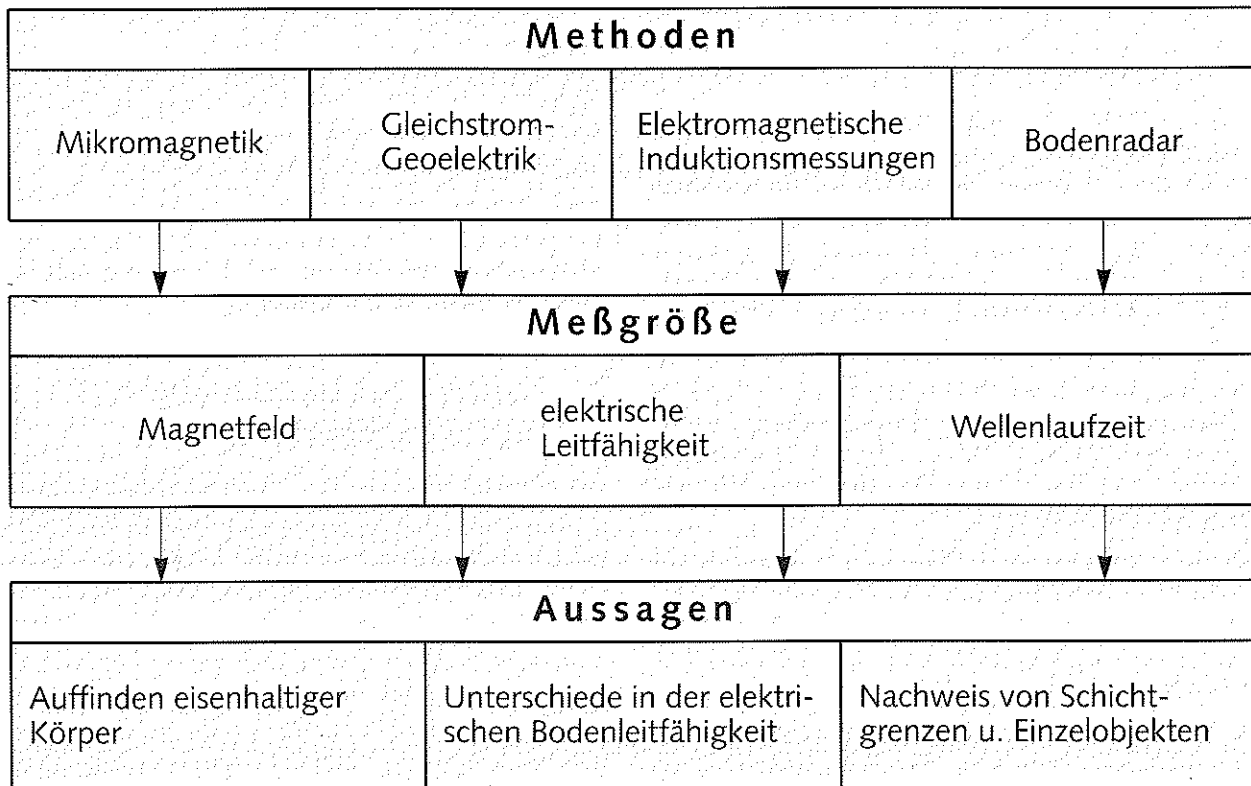


Abb. 1: Geophysikalische Untersuchungen auf Rüstungsalblastverdachtsflächen

Geophysikalische Untersuchungen

In der Abbildung 1 sind diejenigen geophysikalischen Verfahren zusammengefaßt, die zur Erkundung von Rüstungsalblastverdachtsflächen vorrangig einzusetzen sind. Sie arbeiten berührungslos und zerstörungsfrei und sind kostengünstig, ihre Aussagen ergänzen sich untereinander.

Die Interpretation der geophysikalischen Meßdaten ermöglicht die Lösung folgender Aufgabenstellungen:

Auffinden von

- vergrabener Munition sowie unterirdischer Tanks und Fässer,
- Elektro-, Wasser- und Abwasserleitungen,
- Hohlräumen,
- Leckagen an Abwasserleitungen,
- abgedeckten Mülldeponien.

2.3 Verfahrenskonzept für den analytischen Nachweis relevanter Kontaminationen und insbesondere sprengstofftypischer Verbindungen

Auf der Grundlage der Detailuntersuchungen sollen

- die relevanten Kontaminationen bestimmt,
- die Gefahren nach Art und Ausmaß bestimmt,
- die Gefährdungsabschätzung durchgeführt und schließlich
- die Entscheidung über den weiteren Handlungsbedarf, z.B. Sicherung/Sanierung/Überwachung getroffen werden.

Ausgewählte Schadstoffe bei Rüstungsalblastenflächen sind in Abbildung 2 enthalten.

Kategorie	Schadstoff	Verwendung	Norm	Analysengeräte
MKW (Kraftstoffe, Schmierstoffe, PCB)	Benzin Mineralöl Hydrauliköl	Kraftfahrzeuge	DIN 51 527 / 1 Prüfung von Mineralölerzeugnissen DIN 38 409 H-18 Bestimmung von Kohlenwasserstoffen DIN 38407 F-9 BTEX	Gaschromatograph IR-Spektrometer
Imitationsstoffe	Sb, As, Pb, Cr, P, Hg	Signalraketen	DIN 38 405 und 38 406	Atomabsorptions-Spektrometer
Sprengstoffe	TNT, Hexogen, DNT, Hexyl		ohne	Untersuchung auf Sprengstoffe und deren Metaboliten mittels HPLC/UV ¹⁾
	LHKW	Lösungsmittel	DIN 38 407 F-4 Bestimmung von leichtflüchtigen Halogenkohlenwasserstoffen (LHKW) durch gaschromatographische Dampfraumanalyse	Gaschromatograph
	KW	Grundstoff der chemischen Technologie	DIN 38 409 H-18 Bestimmung von Kohlenwasserstoffen (KW)	IR-Spektrometer
	CSB / DOC / TOC		DIN 38 409 H-41-1 (ergänzt) Bestimmung des Chemischen Sauerstoffbedarfs (CSB) im Bereich über 15 mg/l	IR-Spektrometer
	PAK		EPA 610 Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Trinkwasser	HRGC/MS ²⁾ oder HPLC-Fluoreszenz

Erläuterungen:

- 1) HPLC/UV: High Performance (od.) High Pressure Liquid Chromatography / Hochleistungs- (od.) Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie mit UV-Detektor
- 2) HRGC/MS: High Resolution Gas Chromatography / Hochauflösende Gaschromatographie mit massenspezifischem Detektor

Abb. 2: Schadstoffspektrum bei Rüstungsaltlastenflächen

Für die Datenerfassung stehen Erfassungsprogramme zur Verfügung.

Unter anderem sind folgende **Daten zum Untersuchungspunkt** zu erheben:

- Allgemeine Daten (Art, Bohrfirma etc.),
- Ausbaudaten zur Grundwassermeßstelle,
- geologisches Schichtenverzeichnis,
- Probenahme,
- Analyseergebnisse,
- Analysemethoden.

Es sind dann festzulegen:

- Screening-Analytik nativer Proben auch unter Einbeziehung von Vor-Ort-Analytik,
- rechtsrelevante Analytik nativer Boden-, Wasser- und Luftproben,
- untersuchungsbegleitende Analytik für ein Monitoring-Programm sowie
- sanierungsbegleitende Analytik.

Die Erarbeitung eines analytischen Verfahrens zur Bestimmung von Nitroaromaten, aromatischen Aminen und Nitraminen, sowie deren Metaboliten in nativen Wasser- und Bodenproben aus dem Raum Torgau/Elsnig erreichte einen Sachstand, der es erlaubt, die aus der Sprengstoffproduktion und -abfüllung entstandenen Kontaminanten in den Umweltkompartimenten Wasser und Boden zu bestimmen. Dieses speziell für Torgau/Elsnig erarbeitete Verfahren kann durch Modifikation auf andere Standorte übertragen werden.

Der grundsätzliche Ablauf für den analytischen Nachweis sprengstoffspezifischer Parameter stellt sich wie folgt dar:

1. Probennahme am Pegel (Probenteiler DGFZ-System) nach Einstellung der Leitparameter (elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt/Redoxpotential, pH-Wert)
2. Flaschenpräparation und Vorkühlung
3. Probenkonservierung (unkonserviert/konserviert)
4. Transport in Kühlbehältern < 4°C
5. Extraktion mit dem Lösungsmittel (Toluol/Dichlormethan)
6. Einengen des Extraktes
7. Aufnahme mit dem Elutionsmittel
8. Analyse der Probe (14er Liste und Octogen)
9. Tiefkühlung der Restprobe.

Die favorisierte Methode der Sprengstoffanalytik ist zur Zeit die HPLC mit Diodenarray-Detektion. In Abbildung 3 ist die Parameterliste (14-er Liste) für die Untersuchung sprengstofftypischer Verbindungen mittels HPLC enthalten.

Bezeichnung der sprengstofftypischen Verbindung
2-Nitrotoluol
3-Nitrotoluol
4-Nitrotoluol
2,4-Dinitrotoluol
2,6-Dinitrotoluol
3,4-Dinitrotoluol
3,5-Dinitrotoluol
2,4,6-Trinitrotoluol
2-Amino-4,6-dinitrotoluol
4-Amino-2,6-dinitrotoluol
Hexogen
Hexyl
1,3-Dinitrobenzol
1,3,5-Trinitrobenzol

Abb. 3: 14-er Liste der Untersuchung sprengstofftypischer Verbindungen mittels HPLC

Die HPLC bietet den Vorteil, daß auch die unverdampfbaren Sprengstoffe Hexyl und HMX bestimmt werden können. Selbst RDX unterliegt bereits der Zersetzung im GC-Injektor und auf der GC-Säule. Die Pyrolyseprodukte NO und NO₂ zerstören die stationäre Phase der Säule, deshalb wurde auf weitere Untersuchungen zur Nachweisgrenze (NWG) von RDX mittels GC-ECD¹⁾ nach schlechten Erfahrungen verzichtet.

Allerdings ist die Nachweisstärke und die Trennleistung der HPLC-Methode nahezu ausgeschöpft. Der vom BGA geforderte Vorsorgewert von 100 ng/l Einzelkomponente wird im günstigsten Falle als Nachweisgrenze erreicht, so daß im sub-ppb-Bereich lediglich eine JA/NEIN-Aussage sicher ist.

Im Gegensatz dazu sind Trennleistung und Nachweisstärke der GC-Methoden unvergleichlich besser, aber die Bestimmung von RDX, HMX und Hexyl ist nicht nur nicht möglich, ihre Anwesenheit in der zu analysierenden Probe schließt gaschromatographische Methoden aus oben beschriebenen Gründen aus.

TNT und Metaboliten lassen sich sehr gut gaschromatographisch bestimmen. Für die notwendige Sicherheit zwischen NWG und BGA-Vorsorgewert muß auf eine Detektorkombination von MS-ECD²⁾ - Detektion oder eventuell ECD-NPD³⁾ - Detektion zurückgegriffen werden.

In Abbildung 4 sind die zur Zeit erreichten Nachweisgrenzen bei Nitroaromaten nach verschiedenen Methoden angegeben.

Auf eine ausführliche Darstellung weiterer zur Verfügung stehenden Untersuchungsmethoden im Gelände und Labor wird in diesem Rahmen verzichtet. Es ist jedoch ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß hinsichtlich der Komplexität der Rüstungsalftlastenproblematik in jedem Einzelfall entschieden wird, welche Untersuchungsmethoden und -verfahren angewendet werden.

Substanz LABOR	NWG incl. PV in ng/l					Vorsorge- wert BGA in ng/l	toxikolog. gestützt in ng/l
	HPLC/UV PROTEKUM	HPLC/Diod. IABG	GC/MS (SIR) PROTEKUM	GC/ECD PROTEKUM	GC/NPD PROTEKUM		
2-NT	800	100	50	450	2)	100	100
3-NT	1.000	100	50	250	2)	100	1.000
4-NT	1.000	100	50	850	2)	100	100
2,4-DNT	500	100	50	30	2)	100	3.000
2,6-DNT	1.000	100	50	50	2)		100
3,4-DNT	900	100	100	15	2)	100	
3,5-DNT	900	100	50	20	2)		
2,4,6-TNT	200	100	250	20	2)	100	1.000
4-A-2,6-DNT	700	100	50	170	2)		
2-A-4,6-DNT	1.000	100	50	60	2)	100	100
1,3-DNB	800	100	100	25	2)		
1,3,5,-TNB	1000	100	50	70	2)	100	100
RDX	500	100	400.000	1)	1)	100	3.000
HMX	2)	2)	3)	3)	3)		
Hexyl	400	100	3)	3)	3)		

Anmerkung:

1) zerstört GC-Säulen

2) wird z.Z. geprüft

3) nicht verdampfbar

Abb. 4: Nachweisgrenzen bei Nitroaromaten (verschiedene Methoden)

2.4 Gefährdungsabschätzung

Nach Abschluß der Bearbeitungsschritte historische Erkundung und Beprobung und Kartierung ist eine Beurteilung des von der Rüstungsaltlast ausgehenden Gefährdungspotentials vorzunehmen.

Zur Bewertung sind die Ergebnisse anhand der Bewertungsmaßstäbe des jeweiligen Bundeslandes und allgemein anerkannter Bewertungssysteme sowie mit Untersuchungsergebnissen ähnlicher Fragestellungen zu vergleichen.

Als Hilfsmittel für die Beurteilung der Stoffgefährlichkeit und des Gefährdungspotentials können nachfolgend aufgelistete Quellen herangezogen werden:

- Stoffdatenblätter aus der Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung,
- Stofflisten (Liste 1 und 2) der EG-Gewässerschutzrichtlinie,
- Katalog wassergefährdender Stoffe,

- Stofflisten der EG-Grundwasserrichtlinie,
- Abfallkatalog der LAGA,
- Grenzwerte der Trinkwasserverordnung,
- Grenz- und Richtwerte der EG-Richtlinie,
- WHO-Richtlinien, z.B. „Guidelines for Drinking-Water Quality“,
- „Holländische Liste“ (Testtabelle zur Beurteilung des Konzentrationsniveaus verschiedener Schadstoffe im Boden),
- „Kloke - Richtwerte 80“ (Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden),
- Militärchemische Kataloge.

2.5 Sanierungsplanung und Sanierung

Nachdem Aussagen über die Gesamtbelastung und den Kontaminationsumfang für die untersuchte Rüstungsaltlast vorliegen, ist die Sanierungsplanung zu beginnen.

Erläuterungen:

1) GC/ECD: Gaschromatographie - Electron Capture Detector / Elektroneneinfangdetektor

2) MS: Massenspektrometrie

3) NPD: Stickstoff- Phosphor-Detektor

stungslast vorliegen und ein Handlungsbedarf zur Gefahrenabwehr bzw. -beseitigung nachgewiesen wurde, wird nach Vorgaben der zuständigen Ordnungsbehörde das Sanierungsziel festgelegt.

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sind hierzu die in Frage kommenden verfahrenstechnischen Möglichkeiten zur Sanierung und/oder die Beseitigung der Gefährdung darzustellen, wobei die aufgezeichneten Lösungswege ebenfalls unter dem Aspekt Zeit-, Arbeits- und Kostenaufwand zu diskutieren sind.

*Dr. rer. nat. Lothar Ebner
Dr. Ing. Michael König
Prof. Dr. Wolfgang Mundt
PROTEKUM
Umweltinstitut GmbH
Lehnitzstr. 71
16515 Oranienburg*

Sicherheitsplanung für Erkundungs- und Sanierungsmaßnahmen auf Rüstungsaltlastverdachtsstandorten

Ulrich Marose

Büro für Altlastensanierung und Umweltberatung
Oranienburg

1. Einleitung

Noch vor wenigen Jahren hat man die Notwendigkeit, Rüstungsaltlasten als ein Sonderthema der Altlastenproblematik zu behandeln, verneint. Inzwischen sind jedoch die Rüstungsaltlasten bundesweit - und das insbesondere nach dem Zusammenschluß Deutschlands - in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt und ein konkretes Betätigungsfeld für Fachbehörden und Verwaltungsdienststellen sowie für eine Vielzahl im Altlastensektor tätiger Unternehmen geworden.

Im Rahmen der Erkundung und Sanierung von Rüstungsaltlastverdachtsstandorten existieren eine ganze Reihe spezifischer Probleme, die sich in verschiedenen Gefahrenquellen äußern und daher die Notwendigkeit der Auseinandersetzung mit dem Thema »Arbeitssicherheit« unverzichtbar machen!

Hierzu zeigen die bisherigen Erfahrungen in der Praxis leider zwei gegenläufige Tendenzen: Es wird einerseits zuviel für die Arbeitssicherheit getan, andererseits wird dieses wichtige Thema stiefmütterlich behandelt und kommt viel zu kurz. Die Folgen liegen auf der Hand und wirken sich entweder in unverhältnismäßig hohen Kosten aus oder sie beinhalten ein unkalkulierbares Risiko für die Beteiligten.

Die Ursache hierfür liegt häufig darin begründet, daß die Ausschreibungsunterlagen (Ausschreibungstext und Leistungsverzeichnis) in punkto Arbeitssicherheit lückenhaft sind, so daß es dem Bieter überlassen bleibt, in welchem Umfange er den Erfordernissen Rechnung trägt. Beispielsweise sind Formulierungen wie „Die Aufwendungen für den Arbeitsschutz sind in die Einheitspreise einzukalkulieren“ nicht selten. Andererseits erscheint es den Mitbewerbern aus ökonomischen Überlegungen meist opportun, den damit verbundenen Kostenaufwand möglichst gering zu halten, um im (preislichen) Wettbewerb bestehen zu können.

Es bleibt daher im Einzelfall den Beteiligten überlassen, eine angemessene Lösung bei der Umsetzung der gesetzlichen Vorgaben zu erreichen bzw. herbei-

zuführen. Ist eine ausreichende Sensibilität nicht vorhanden, steht die ausschreibende Behörde oder Dienststelle vor dem Problem, unter mehreren Angeboten, die im Grunde nicht vergleichbar sind, das beste auswählen zu müssen, das dann häufig das preiswerteste ist.

Anliegen der folgenden Ausführungen ist es daher, die Verantwortlichen für das Thema zu sensibilisieren, vorhandene Kenntnisdefizite bzw. Unsicherheiten bei der Anwendung bestehender Regelungen abzubauen und eine Orientierungshilfe für deren praktische Umsetzung zu geben. Am Schluß werden hierzu einige praktische Hinweise gegeben, die im Bedarfsfall weiterhelfen können.

2. Notwendigkeit der Arbeitssicherheitsmaßnahmen

Rüstungsaltlastverdachtsstandorte stellen anerkanntermaßen einen Sonderfall innerhalb der Altlastenproblematik dar. Aufgrund der von diesen Standorten ausgehenden möglichen Gefährdungen für die mit der Durchführung von Erkundungs- und Sanierungsarbeiten betrauten Personen sind an die Arbeitssicherheit besondere Anforderungen zu stellen, die über das übliche Maß für den Bereich ziviler Altlasten weit hinaus gehen.

Die Ursachen für das erhöhte Risikopotential auf Rüstungsaltlastverdachtsstandorten liegen insbesondere in den hier zu vermutenden Stoffen, die nicht nur häufig explosiv, sondern in aller Regel auch toxisch (giftig), und teilweise sogar karzinogen (krebserregend) oder mutagen (erbgutverändernd) sind. Darüber hinaus stellen Kampfmittel, wie z.B. Fundmunition, Blindgänger etc. sowie weitere Rüstungsprodukte oder Kriegsgerät ein lebensbedrohendes Risiko an sich dar.

Neben diesen hinlänglich bekannten Gefahrenquellen dürfen eine Reihe weiterer, für Rüstungsaltlastverdachtsstandorte spezifische Merkmale, die ebenfalls ein erhöhtes Risiko in sich bergen können, nicht übersehen werden: Infolge der großen Flächenaus-

dehnung derartiger Standorte resultieren i.d.R. übersichtliche Geländebeziehungen, oft infolge üppiger Vegetation; ferner existieren häufig Risiken aufgrund baulicher Gegebenheiten, wie einsturzgefährdeter bzw. angesprengter Bunker (Ruinen), in Lageplänen nicht verzeichneter Anlagen, unter Erdgleiche befindlicher Einrichtungen (Keller, Schächte, etc.) und teildemontierter Anlagen.

In bezug auf die genannten Risiken kann die seit Aufgabe bzw. Freizug des Standortes inzwischen vergangene Zeit - insbesondere hinsichtlich einer Nutzung vor 1945 - das Gefahrenpotential weiter erhöht haben: So sind metallische Gegenstände wie z.B. Kampfmittel (Munition, Bombenhüllen etc.) infolge fortgeschrittener Korrosion oftmals nicht mehr handhabungssicher. Aber auch die Schadstoffe selbst können sich durch chemische Abbau- bzw. Umwandlungsprozesse (Metabolismus) inzwischen stofflich verändert und zu neuen, in ihrer Wirkung mindestens ebenso gefährlichen Produkten geführt haben.

Aufgabe einer vorsorgenden Arbeitssicherheitsplanung muß es sein, auf der Grundlage einer umfassenden, auf den konkreten Einzelfall zugeschnittenen Gefahrenbeurteilung dem jeweiligen Risikopotential in angemessener Weise Rechnung zu tragen. Dabei steht der Schutz der mit den Arbeiten betrauten Personen im Vordergrund und beansprucht die höchste Priorität. Die Arbeitssicherheitsplanung schließt jedoch auch eine mögliche Gefährdung unbeteiligter Dritter ebenso ein, wie die Vermeidung von Emissionen bezüglich der Schutzgüter Wasser, Boden und Luft.

Dieses Ziel zu erreichen bedingt klare Zuständigkeits- und Entscheidungsstrukturen, auf die im folgenden näher eingegangen wird.

3. Gesetzliche Grundlagen

Bezüglich der Aufgaben (Rechte) und Anforderungen (Pflichten) zum Arbeits- und Gesundheitsschutz existieren eine Reihe von Rechtsgrundlagen, deren Nichtbeachtung als Ordnungswidrigkeiten, in besonders schweren Fällen sogar als Straftatbestand geahndet werden können. Grundsätzliche Forderungen sind insbesondere in folgenden Gesetzen und Verordnungen enthalten:

- Reichsversicherungsordnung (RVO § 710),
- Bürgerliches Gesetzbuch/Handelsgesetzbuch (BGB § 618 / HGB § 62),
- Gewerbeordnung (GewO §§ 120, 147),
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV),
- Chemikaliengesetz (ChemG),
- Gefahrstoffverordnung (GefStoffV),
- Sprengstoffgesetz (SprengG),
- Kriegswaffenkontrollgesetz (KriegswaffG),
- Abfallgesetz (AbfG),

- Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG),
- Gerätesicherheitsgesetz (GSiG),
- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV),
- Gefahrgutverordnung (GGVO).

Die dort enthaltenen gesetzlichen Forderungen werden konkretisiert bzw. präzisiert durch eine Vielzahl branchenspezifischer Einzelvorschriften, welche von den zuständigen Berufsgenossenschaften (BG) erlassen werden:

- Vorschriften der BGen (VBG) in Form verschiedener Unfallverhütungsvorschriften (UVV),
- Richtlinien (ZH 1/...),
- Merkblätter/Regelwerke (TRGS, TRgA).

Gemäß den rechtlichen Grundlagen sind als Hauptverantwortliche zur Gewährleistung des Arbeits- und Gesundheitsschutzes zu nennen:

- private und öffentliche Auftraggeber,
- planende und überwachende Ingenieurbüros,
- mit der Durchführung von Arbeiten auf Rüstungs- altlastverdachtsstandorten beauftragte Unternehmen,
- staatliche und berufsgenossenschaftliche Überwachungsorgane sowie
- Herstellerfirmen von sicherheitstechnischen Einrichtungen.

Zum besseren Verständnis wurden im folgenden die Rechte und Pflichten des Auftraggebers (AG) und die des Auftragnehmers (AN) nochmals herausgestellt:

Auftraggeber (AG)

Die Rechte und Pflichten des AG ergeben sich bereits aus der Verdingungsordnung für Bauleistungen (VOB), wonach „sich der Bauherr über Risiken des Baugrundes zu informieren hat“ und hierüber Verantwortung trägt. Sie sind des weiteren in der EWG-Richtlinie 92/57 besonders hervorgehoben, die den AG u.a. dazu verpflichtet,

1. auf der Grundlage der Gefährdungsermittlung einen Arbeitssicherheitsplan zu erstellen bzw. erstellen zu lassen,
2. sich die fachliche Eignung und Qualifikation der zu beauftragenden Firma nachweisen zu lassen, und
3. zur Gewährleistung des Arbeits- / Gesundheitsschutzes einen Koordinator schriftlich zu bestellen.

Diesbezüglich wird auf die Möglichkeit des AG, sich erforderlichenfalls sachverständig beraten zu lassen, ausdrücklich hingewiesen.

Diese Pflichten sind erfahrungsgemäß in den seltensten Fällen vom AG selbst zu erbringen. Vielmehr wird er darauf vertrauen, daß alle seine Verpflichtungen, auch diejenigen des Arbeitsschutzes, durch die beauftragte Firma mit wahrgenommen werden. Vielfach sind aber Ingenieur- / Planungsbüros nicht in der Lage, diese Aufgaben kompetent wahrzunehmen. Eine sorgfältige, auf Referenzen gestützte Auswahl des Büros durch den AG ist daher zur notwendigen Gewährleistung des Arbeits- und Gesundheits-

schutzes unabdingbare Voraussetzung. Ein verantwortungsbewußter Auftraggeber sollte stets an einer klar kalkulierbaren Realisierung der Arbeitssicherheitsbelange und Einhaltung aller gesetzlichen Auflagen interessiert sein.

Auftragnehmer (AN)

Die Verpflichtung des AN zur Einhaltung der Vorschriften bezüglich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes beruht in erster Linie auf der allgemeinen Fürsorgepflicht des Unternehmers gegenüber den Beschäftigten (BGB, HGB, RVO, GewO), die eine Verletzung der Aufsichtspflicht unter Strafe stellt. Damit beziehen sich die Regelungen der Arbeitsschutzgesetzgebung im wesentlichen auf seine Verantwortung für folgende Sachverhalte:

- Verhütung von Arbeitsunfällen und
- Bewahrung der Gesundheit und körperlichen Unversehrtheit der Beschäftigten (gemäß den anerkannten sicherheitstechnischen, arbeitsmedizinischen und hygienischen Regeln).
- Vorbeugende Maßnahmen zu treffen,
- diese zu überwachen und zu kontrollieren sowie
- die Arbeiten in kontaminierten Bereichen der zuständigen Unfallversicherung anzuzeigen.

Arbeiten auf kontaminierten Standorten setzen bei den Unternehmen und ihren Beschäftigten detaillierte Fachkenntnisse voraus und erfordern i.d.R. umfangreiche technische Ausrüstungen (z.B. Meßtechnik zur Eigenüberwachung). Dazu ist eine detaillierte fachliche Qualifikation und Erfahrung sowohl des Führungspersonals wie auch bei den Arbeitskräften erforderlich.

In der Praxis ist jedoch häufig nur ein Minimalschutz zur Verhütung von Unfällen und Akutschäden gewährleistet, dagegen sind umfassende und wirksame Schutzmaßnahmen zur Verhütung von Langzeitschäden und berufsbedingten Erkrankungen selten anzutreffen. Die Notwendigkeit solcher Maßnahmen wird entweder nicht in vollem Umfang erkannt oder aus Kosten- und Wettbewerbsgründen ganz bewußt übersehen.

4. Übersicht zu den erforderlichen Festlegungen zum Arbeitsschutz/Arbeitssicherheitskonzept und zur Kostenrelevanz

Ein Rüstungsaltlastverdachtsstandort, häufig auch als Militärische- oder Rüstungsaltlast bezeichnet, stellt sich in bezug auf seine frühere Nutzungsgeschichte selten als Einheit dar, sondern weist i.d.R. mehrere Altlastverdachtsflächen auf. Insofern steht am Anfang jeder arbeitssicherheitstechnischen Planung eine gründliche Bestandsaufnahme, in deren Verlauf die unterschiedlichen Gefahrenbereiche eingegrenzt und das von diesen ausgehende Gefährdungspotential ermittelt wird.

Derartige **Gefahrenbereiche** und ihre spezifischen Risiken sind vor allem:

- Schießplätze, Bombenabwurfplätze, Munitionsdepots, Sprengplätze, Raketentreibstofflager etc.
→ Brand-/Explosionsgefahr, Vergiftungsgefahr für Mensch und Tier über Atemluft, Hautkontakt oder Nahrungskette, Kontamination von Oberflächen-/Grundwasser und Boden,
- Tanklager, Schmierstofflager, Wartungs- / Reinigungseinrichtungen, Batteriestationen, Neutralisations- / Kläranlagen etc.
→ Brand-/Explosionsgefahr, Vergiftungsgefahr, Gefahr der Kontamination (s.o.).

Auf der Grundlage der Gefährdungsermittlung ist dann ein Arbeitssicherheitskonzept zu erstellen, in welchem Anordnungen und entsprechende Schutz- und Präventivmaßnahmen - ggf. individuell für jeden einzelnen Gefahrenbereich - abgeleitet und schriftlich festgelegt werden (**Arbeitssicherheitsplan**).

Als elementare Bestandteile eines Arbeitssicherheitsplanes sind zu nennen:

- Aufsichtsführende Person (Projektleiter),
- Kurzbeschreibung des Standortes/der Gefahrenbereiche,
- Kurzbeschreibung der durchzuführenden Arbeiten,
- Benennung der möglichen Kontaminanten (Klassifizierung nach GefStoffV),
- ggf. potentielle Gefahrenbereiche,
- technische Maßnahmen,
- persönliche Schutzausrüstung,
- meßtechnische Überwachung (MAK-/TRK-, BAT-Werte),
- Verhaltensregeln,
- Notfallplanung,
- Allgemeine Sicherheitsunterweisung,
- Betriebsanweisung.

Der Arbeitssicherheitsplan erlangt für alle auf der Baustelle eingesetzten Personen Verbindlichkeit, was von diesen durch Unterschrift der Betriebsanweisung zu bestätigen ist. Er muß an einem geeigneten, für jedermann zugänglichen Ort ausgehängt werden. Wesentliche, lebenserhaltende Komponenten eines Arbeitssicherheitskonzeptes sind die meßtechnische Überwachung, die persönliche Schutzausrüstung und die Erste Hilfe.

Im Rahmen der **meßtechnischen Überwachung** stehen eine Vielzahl von technischen Geräten und Hilfsmitteln zur Verfügung, die Arbeitsplätze (i.d.R. die Umgebungsluft) auf

- Sauerstoffmangel,
- explosionsfähige Atmosphäre,
- gesundheitsgefährdende Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube

überprüfen, um Gesundheitsgefahren für die Beschäftigten abzuwenden. Art und Umfang der Messungen sind vor Beginn der Arbeiten mit dem Bau-

herrn/Auftraggeber unter Beteiligung der Berufsgenossenschaft und anderen Fach- und Aufsichtsbehörden abzustimmen. Die Meßergebnisse sind zu dokumentieren.

Ebenso stehen für die **persönliche Schutzausrüstung** eine Vielzahl von Ausrüstungsgegenständen zur Verfügung. Als Grundausrüstung hat der Unternehmer mindestens zur Verfügung zu stellen:

- Schutzhelm (ZH 1/242),
- Sicherheitsgummistiefel (DIN 4843),
- Schutzhandschuhe (ZH 1/570),
- Einwegschutzkleidung (ZH 1/105).

Bei Bedarf ist diese Mindestausstattung entsprechend den zu erwartenden Gefahren erheblich zu ergänzen (z.B. Augenschutz, Atemschutz, Chemikalienschutzanzüge, Rettungsgeschirr etc.). Im Falle von Erschwernissen sind ggf. gesetzliche Auflagen (z.B. Tragezeitbegrenzung gem. TRGA 415) zu beachten, die sich auch kostenrelevant auswirken.

Schließlich soll im Rahmen des Arbeitssicherheitskonzeptes auf die **Notfallplanung** näher eingegangen werden. Diese geht generell - insbesondere bei unklarer Gefahrenlage - vom höchstmöglichen Risiko aus und legt vor allem die Rettungswege fest. Im Rahmen der Notfallplanung sind

- Erste-Hilfe-Ausrüstungen vorzuhalten,
- die Rettungskette zu regeln,
- die Notfallnummern bekannt zu machen.

Von besonderer Bedeutung für die Beschäftigten ist in diesem Zusammenhang eine regelmäßige arbeitsmedizinische Untersuchung und Betreuung durch den Arbeitsmedizinischen Dienst (AMD). Das kann durch die BG selbst oder auch einen niedergelassenen Arzt/Ärztin geschehen. Die arbeitsmedizinische Untersuchung berücksichtigt nicht nur Gefahrensituationen (G-Sätze), sondern auch mögliche Belastungen infolge der persönlichen Schutzausrüstung (z.B. Atemschutz).

Sie ist aber keine Eignungsuntersuchung für den Umgang mit bestimmten Gefahrstoffen, sondern stellt vielmehr den allgemeinen Gesundheitszustand des Probanden fest. Sie sollte daher vor Beginn und nach Beendigung der Arbeiten in kontaminierten Bereichen durchgeführt und in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Die wichtigsten personenbezogenen Daten werden in einen Notfallausweis eingetragen, den der Beschäftigte jederzeit bei sich tragen sollte.

In Hinblick auf die **Kostenfrage** ist bei Arbeiten auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten generell mit hohen Sicherheitsanforderungen zu rechnen, d.h. es ist ein hoher Standard vorzuhalten, der aber nur relativ selten genutzt werden muß. Folglich sind allenfalls Kosten für die Bereitstellung fest einzukalkulieren, nicht aber der Geräteeinsatz selbst über den genannten Zeitraum der Maßnahme.

In jedem Falle sollten die Kosten transparent gemacht, d.h. detailliert aufgeführt werden, Pauschalpreise sind dagegen zu vermeiden. Letztlich kann dann - unter der Voraussetzung der Angemessenheit - die Kostenseite kein Argument sein, an den notwendigen Aufwendungen für den Arbeitsschutz Abstriche vorzunehmen.

Art und Umfang der erforderlichen Schutzmaßnahmen richten sich dabei jeweils nach den auf dem Standort geplanten Maßnahmen. So ist z.B. zwischen einfachen Begehungen und der Durchführung von Aufschlußarbeiten zu unterscheiden. Sanierungsarbeiten, welche größtenteils typische Bau- bzw. Tiefbauarbeiten unter Großgeräteeinsatz sind, erfordern zusätzliche Schutzmaßnahmen und führen dementsprechend auch zu höheren Kosten.

5. Erforderlicher Umfang der Kontrollen zur Durchsetzung des Arbeitsschutzes

Arbeiten auf kontaminierten Standorten müssen von einem fachlich geeigneten Vorgesetzten (Koordinator/Bauleiter) geleitet und von einer weisungsbefugten Person (Aufsichtführender) beaufsichtigt werden. Beiden kommt die Aufgabe zu, auch die Einhaltung der Arbeitssicherheitsauflagen sowie Regelungen des Arbeitssicherheitsplanes zu überwachen und zu kontrollieren.

Solange die eingangs erwähnten Defizite noch fortbestehen und es an allgemeingültigen Qualitätsanforderungen fehlt, welche an auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten tätige Unternehmen zu stellen sind, müssen als Mindestnachweis der Leistungsfähigkeit Referenzprojekte vorgewiesen werden und die Einhaltung der Arbeitssicherheitsauflagen durch die zuständigen Organe verstärkt überwacht werden. Die Funktion der externen Überwachung und Kontrolle obliegt in erster Linie den halbstaatlichen und staatlichen Institutionen und Dienststellen (Berufsgenossenschaften, Gewerbeaufsichtsamt etc.). Ggf. hat sich auch der Auftraggeber vom ordnungsgemäßen Ablauf vor Ort zu überzeugen.

Im Grunde sind demnach all jene zur Durchsetzung des Arbeitsschutzes aufgefordert, die aufgrund der gesetzlichen Regelungen dafür in Verantwortung stehen. Zusammenfassend ergibt sich folgende Feststellung: Eine solide Vorplanung, in der die Arbeitssicherheitsplanung integrierter Bestandteil ist, bildet die Grundvoraussetzung für die erfolgreiche Durchführung eines Projektes; aber selbst eine optimale Vorplanung schützt nicht vor Mißerfolgen, wenn nicht alle an einem Projekt Beteiligten kooperativ zusammenwirken. Dies gilt gewiß nicht nur für den Arbeitsschutz, auf Rüstungsalblastverdachtsstandorten für diesen aber ganz besonders.

6. Literaturhinweise und Adressen:

BURMEIER, H., u.a.: Sicheres Arbeiten auf Altlasten, focon-Ingenieurgesellschaft, Aachen 1990

WÖSTMANN, U.: Arbeitssicherheit bei der Erkundung von Altlasten, ecomed-Verlag, Landsberg am Lech 1994

RAPSCH, TIEDEMANN (Hrsg.): Schutzmaßnahmen bei der Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltlasten, Erich Schmidt Verlag, Berlin 1994

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Sondergutachten Altlasten II, Wiesbaden 1995

Der Rat der Europäischen Gemeinschaften: Richtlinie 92/57/EWG, Amtsblatt der Europ. Gem. Nr. L 245 v. 26.08.1992

Tiefbau-Berufsgenossenschaft: Richtlinien für Arbeiten in kontaminierten Bereichen, ZH 1/183, Ausgabe 4. 1992

Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Arbeitsmedizinischer Dienst: Leitfaden der arbeitsmedizinischen Betreuung von Arbeitnehmern in kontaminierten Bereichen, München 1993

MURL NW / Nds. MU (Hrsg.): Wegweiser für den Umgang mit Altlast-Verdachtsflächen auf freiwertenden, militärisch genutzten Liegenschaften, Juli 1992

Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Fachgebiet „Arbeiten in kontaminierten Bereichen - Altlastensanierung“: Musterausschreibungstexte, Ausgabe Januar 1993

Adressen:

- Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Arbeitsmedizinischer Dienst
Paul-Gerhard-Allee 48, 81245 München
- Tiefbau-Berufsgenossenschaft
Am Knie 6, 81241 München
- Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V., Alte Heerstr. 111, Sankt Augustin
- Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V. - ITVA
Pestalozzistr. 5-8, 13187 Berlin

*Dr. Ulrich Marose
BAUM-Dr. Marose & Partner
Büro für Altlastensanierung und
Umweltberatung Oranienburg
Sachsenhausener Str. 22
16515 Oranienburg*

