



Fachtagung am 14. Oktober 2004

Rüstungsaltslasten

Fachinformation und Erfahrungsaustausch

Augsburg, 2004 – ISBN 3-936385-66-1

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg
Tel.: (0821) 90 71 - 0
Fax: (0821) 90 71 - 55 56
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Zitiervorschlag:

Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.):

Rüstungsaltslasten - Fachinformation und Erfahrungsaustausch (Augsburg 14.10.2004), Augsburg, 2004

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 2004

Gedruckt auf Recyclingpapier

Inhaltsverzeichnis

Rüstungsaltslastenbearbeitung in Bayern	2
Joachim Beyer, IABG, Ottobrunn	
Kleine Spreng- und Kampfstoffkunde – Umweltverhalten wichtiger Substanzen	8
Dr. Rainer Haas, Büro für Altlastenerkundung und Umweltforschung, Marburg	
Kleine Spreng- und Kampfstoffkunde	14
Wirkungen von Spreng- und Kampfstoffen:	
Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf aquatische Organismen	
Elisabeth Albrecht, LfU, Augsburg	
Methodik und Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser	19
Dr. Michael Altmayer, Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV), München	
Prüfwertvorschläge Wirkungspfad Boden–Mensch für rüstungsspezifische Stoffe	35
Elisabeth Albrecht, LfU, Augsburg	
Hexogen – aktueller Kenntnisstand zum umweltchemischen Verhalten	40
Dr. Lutz Nitschke, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (LfW), München	
Hexogen – Schadensfall Hohenfels	48
Dr. Albert Böhm, DPW, 282D BSB, Umweltabteilung, Hohenfels	
Rüstungsaltslasten und Rechtsstrukturen	56
Johannes Köppler, IBL, Ludwigshafen	
Produktionsstrukturen und Schadstoffpotenzial von Rüstungsaltsstandorten des 1. Weltkrieges	70
Tobias Bausinger, Johannes Gutenberg-Universität Mainz	
Erfahrungen aus der Praxis (Vortragsthemen und Stichpunkte)	76
Alexander Schwendner, LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten, Nürnberg	
Erstellen von Untersuchungskonzepten	79
Jürgen Thieme, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover	
Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen	85
Gerhard Gossens, Regierungspräsidium Darmstadt	
Fachliteratur Rüstungsaltslasten	100
Alexander Schwendner, LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten, Nürnberg	
Elisabeth Albrecht, LfU, Augsburg	
Moderation / Referenten	103

Rüstungsaltslastenbearbeitung in Bayern

Historische Erkundung

Vertiefte Historische Erkundung

Technische Erkundung

der Einzelstandorte

Joachim Beyer, IABG, Ottobrunn

Rüstungsaltslastenverdachtsstandorte

- Ehemalige Produktionsstandorte für Explosiv- und Kampfstoffe
- Munitionsanstalten
- Kampfmittellager
- Sprengplätze
- Bombenabwurfplätze
-

372 Standorte in Bayern
nach der Historischen Erkundung
150 Verdachtsstandorte
nach der vertieften Histor. Erkundung



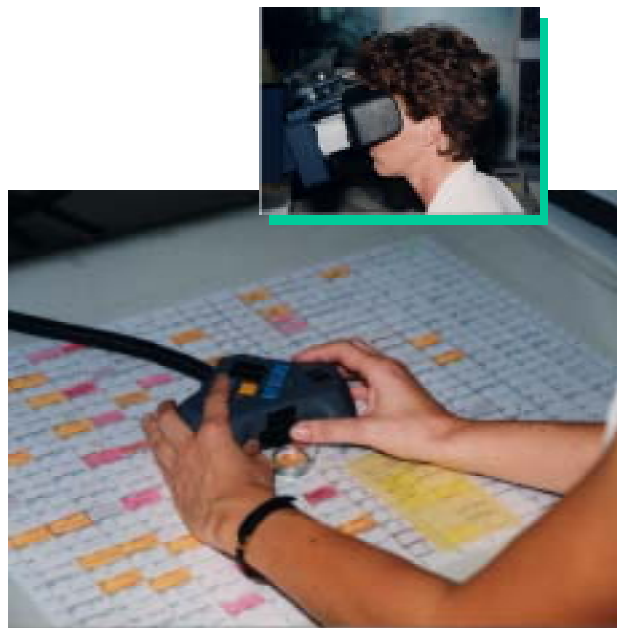
Archive - vergilbte Dokumente liefern wichtige Hinweise

- Recherchen in 39 Bundes-, Staats- und Stadtarchiven, Sichtung von über 1 Million Akten
- Recherchen in 56 behördlichen Dienststellen, insb. der Bundeswehr- und der staatlichen Bauverwaltung
- Recherchen in ausländischen Archiven zum Schließen wichtiger Informationslücken
- Auswertung der Unterlagen und Archivierung der Daten in der Datenbank **RÜVKA**



Luftbilder - mit etwas Distanz sieht man mehr

- Multitemporale Auswertung von 2.138 Luftbildern, aufgenommen im Zeitraum von 1918 bis 1996
- Erfassung von Infrastruktur, Nutzungstypen, Bombentrümmern, Ablagerungen, Spreng- und Brandplätzen sowie sonstige Zerstörungen
- Digitale Erfassung von Lageplänen, Flurkarten und Verdachtsflächen
- Übernahme der Daten in das Geographische Informationssystem **RÜVKA-GIS**



Vertiefte Historische Erkundung für 150 Verdachtsstandorte

- Rekonstruktion der rüstungs-spezifischen Nutzungshistorie
- Bewertung des Gefährdungspotentials
- Eingrenzung des Altlastenverdachts auf betroffene Teilflächen
- Priorisierung dieser Verdachtsflächen im Hinblick auf den Handlungsbedarf
- Entlassen unverdächtiger Teilflächen aus dem Altlastenverdacht



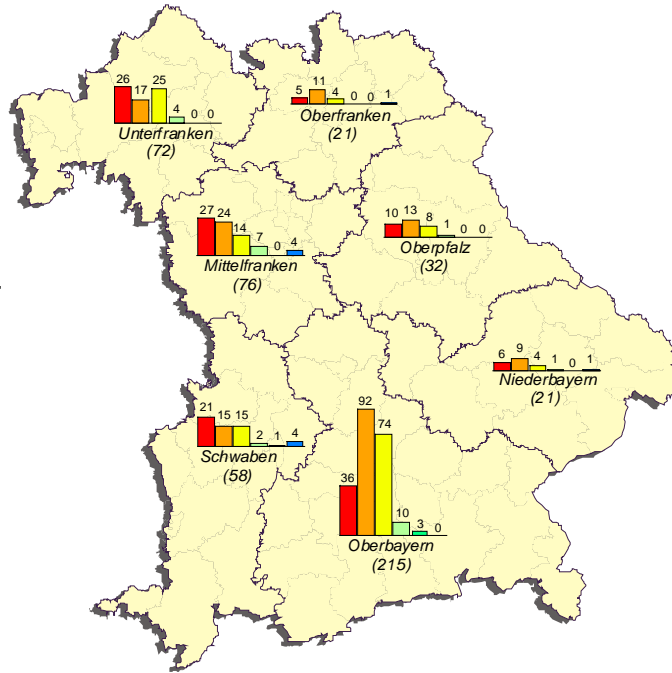
Kreisverwaltungsbehörden und Wasserwirtschaftsämter

- 58 Kreisverwaltungsbehörden sowie
 - 23 Wasserwirtschaftsämter
- waren aktiv eingebunden, z.B. bei
- Vor-Ort-Recherchen
 - Liegenschaftsbegehungen
 - Ausweisung von Verdachtsflächen
- Arbeitshilfen unterstützen und gewährleisten eine einheitliche Bearbeitung und Bewertung

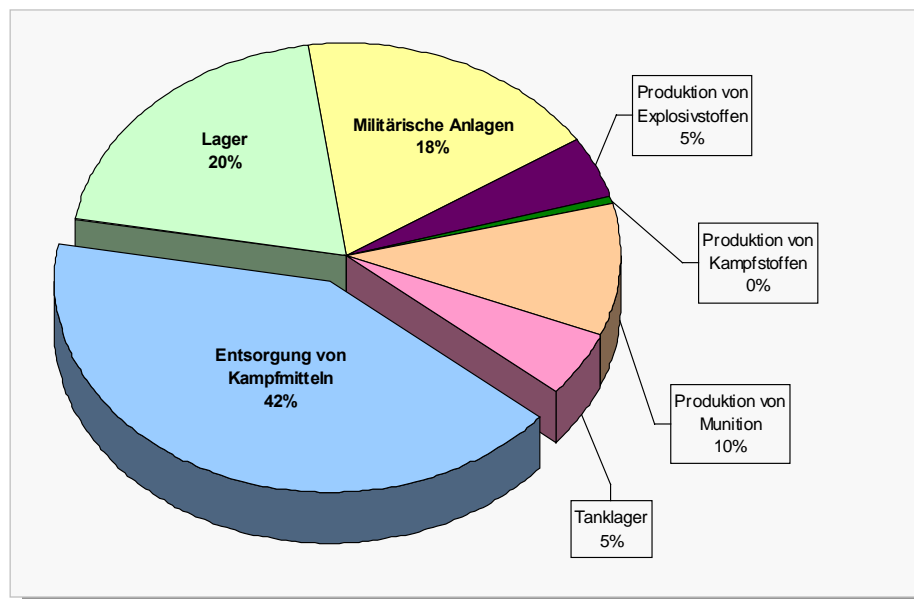


Rüstungsaltpasten in Bayern: der heutige Wissensstand

- 150 untersuchte Verdachtsstandorte mit einer Gesamtfläche von 17.000 ha
- 495 ausgewiesene Verdachtsflächen mit einer Gesamtfläche von 8.024 ha
- 8.976 ha (53%) der Fläche konnten aus dem Altlastverdacht entlassen werden

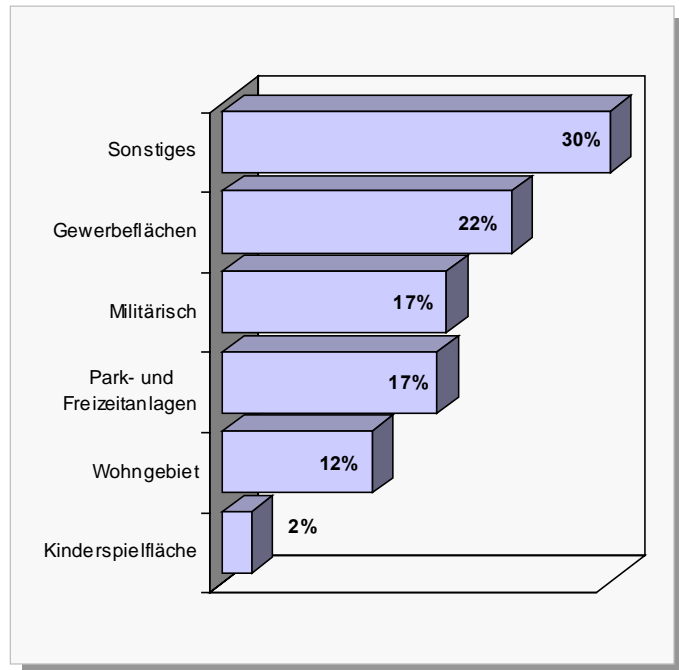


Ehemalige Nutzung der 495 Verdachtsflächen

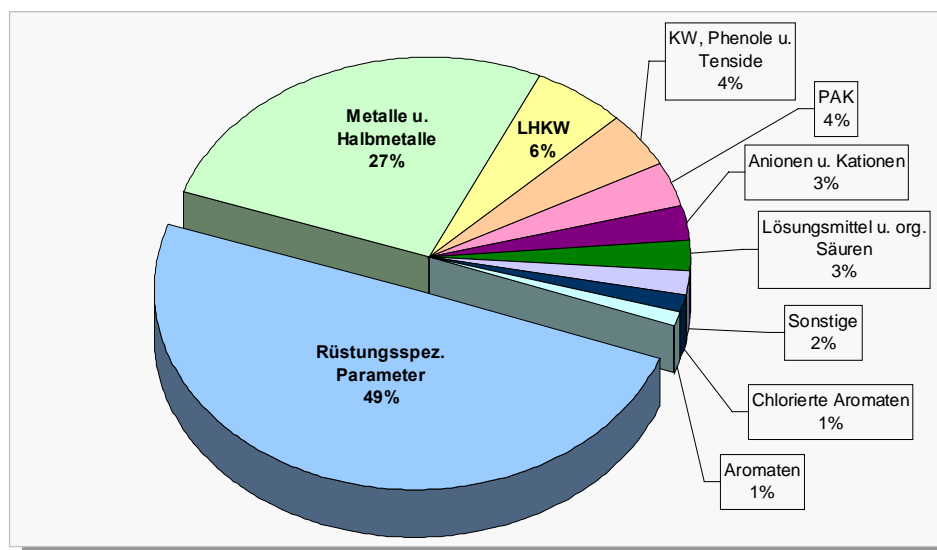


Heutige Nutzung der 495 Verdachtsflächen

- 30% fallen in die Kategorie „Sonstiges“, d.h. in der Regel land- bzw. forstwirtschaftlich genutzte Flächen
- 53% liegen in den Siedlungsbereichen
- 17% liegen auf militärisch genutzten Flächen



Stoffspektrum der Rüstungsaltslastenverdachtsflächen

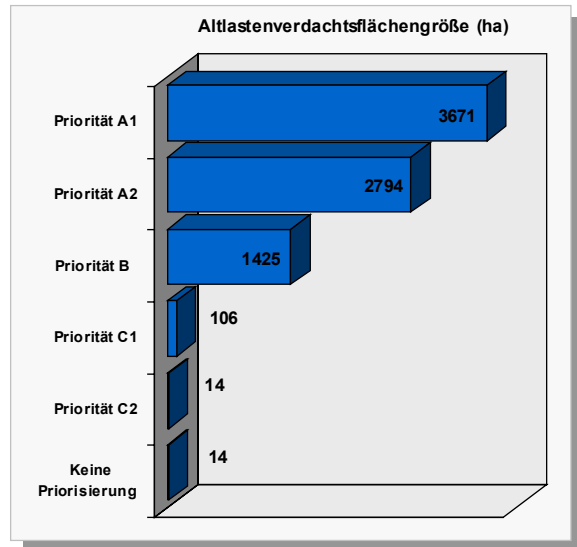
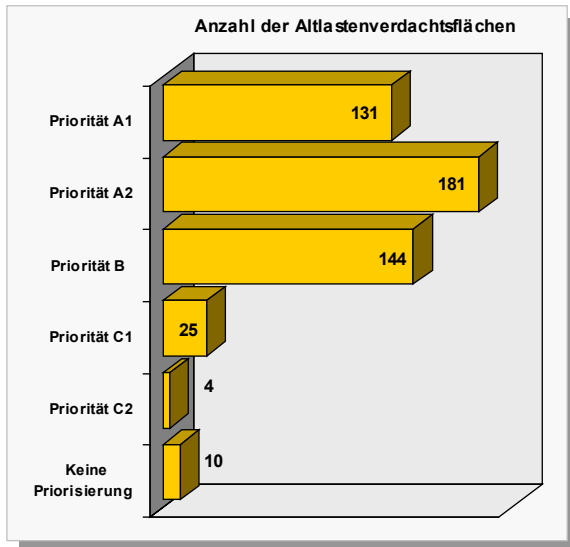


- Den Schwerpunkt bilden die rüstungsspezifischen Parameter wie Sprengstoffe, deren Abbauprodukte, pyrotechnische Stoffe, Treibmittel, Kampfstoffe sowie deren Zusätze und Vorprodukte



Prioritäten für die Weiterbearbeitung der Flächen

- 63 % der Flächen weisen einen kurzfristigen Handlungsbedarf (A1, A2) auf



- ... dies sind 81 % der Fläche



Technische Erkundung der Prioritätsflächen

- Standardisierte und objektive Bewertung der Verdachtsflächen
- Arbeitshilfe „Orientierende und Detailuntersuchung“
- Bearbeitung auf einem bayernweit fachlich einheitlichen Niveau
- Einleitung der technischen Erkundungen durch die Kreisverwaltungsbehörden
- Durchführung der technischen Erkundungen und ggf. Veranlassung von Sanierungs- und Sofortmaßnahmen im Rahmen der Amtsermittlung durch die Wasserwirtschaftsämter



Kleine Spreng- und Kampfstoffkunde – Umweltverhalten wichtiger Substanzen

Dr. Rainer Haas, Büro für Altlastenerkundung und Umweltforschung, Marburg

Stoffspektrum bei Rüstungsaltslasten:

- * Sprengstoffe, Treibmittel, Nebelstoffe und Kampfstoffe
- * Hilfsstoffe
- * Nebenprodukte aus der Herstellung
- * chemische, photolytische und mikrobielle Metabolite

= ein „chemischer Zoo“, der analytisch und toxikologisch kaum beherrschbar ist!

Brisante Sprengstoffe

- **sind handhabungssicher**
- **besitzen hohe Detonationsgeschwindigkeit**
- **Explosion durch Initialsprengstoffe initiiert**

WK I:

hauptsächlich TNT, 1,3-Dinitrobenzol, Pikrinsäure
wenig Trinitrobenzol, Tetryl und Nitronaphthaline

WK II:

hauptsächlich TNT, Hexogen (RDX), Dinitrobenzol und Pikrinsäure
wenig Tetryl, Hexyl und Nitronaphthaline

- * außer Hexogen und Nitropenta sind alle weiteren Substanzen **aromatische Nitroverbindungen**
- * **mehr als 50 %** aller produzierten brisanten Sprengstoffe entfallen auf **TNT**

Zivile Sprengstoffe:

Nitroglycerin (Ngl) und Diethylenglykoldinitrat (DEGN)

Treibmittel (Pulver):

- **sind Explosivstoffe, die kontrolliert abbrennen**
- **die Treibwirkung wird zur Beschleunigung von Geschossen benutzt**

Grundkomponente rauchschwacher und rauchloser Pulver ist Nitrocellulose.

Wichtige weitere Komponenten und Zuschlagsstoffe sind Nitroglycerin, DEGN, Nitroguanidin.

Wichtige Stabilisatoren und Weichmacher sind:

- Diphenylharnstoffe (Akardite und Centralite)
- Diphenylamin
- Phthalate

Die produzierte Gesamtmenge an Pulvern in den beiden Weltkriegen ist mit der der brisanten Sprengstoffe vergleichbar.

Chemische Kampfstoffe:

- **werden nach physiologischer Wirkung in Gruppen eingeteilt**

Weißkreuz-Kampfstoffe:

- sind Substanzen mit augenreizender Wirkung, z.B. Chloracetophenon und Xylylbromid
- zählen heute nicht mehr zu den chemischen Kampfstoffen
- sind zum Selbstschutz frei verkäuflich und werden von Ordnungskräften eingesetzt.

Blaukreuz-Kampfstoffe:

- sind arsenorganische Verbindungen mit starker Reizwirkung auf Nasen- und Rachenschleimhäute
- zählen heute nicht mehr zu den chemischen Kampfstoffen

Grünkreuzkampfstoffe:

- sind Substanzen mit lungenschädigender Wirkung
- wichtige Vertreter sind Phosgen und Perstoff
- zählen heute nicht mehr zu den chemischen Kampfstoffen
- sind z.T. wichtige Zwischenprodukte in der chemischen Industrie

Gelbkreuzkampfstoffe:

- Substanzen mit hautschädigender Wirkung
- wichtigste Vertreter sind S-Lost, N-Lost und Lewisit

Nervenkampfstoffe:

- Substanzen, die das ZNS schädigen
- wichtigste Vertreter sind Tabun, Sarin, Soman, VX
- gehören zur Gruppe der Phosphorsäureester

Problemsubstanzen (1)

Hexogen:

Problem:

- ist sehr mobil, deshalb auch in großer Entfernung vom Kontaminationsherd im Wasser nachweisbar
- aufgrund heterogener Verteilung im Boden ist die Auffindung der Emissionsquelle schwierig

Lösung:

- Erniedrigung der Bestimmungsgrenze (wässriges Eluat von Bodenproben mit SPE-Extraktion)

Problemsubstanzen (2)

Polare Nitroaromaten

- a) Nitro- und Nitroaminobenzoessäuren: entstehen aus 2,4,6-Trinitrotoluol und Aminodinitrotoluolen nach mikrobieller Oxidation
- b) Nitrosulfonsäuren: stammen aus der Produktion von 2,4,6-Trinitrotoluol (Sulfonsäure-Wäsche)

Beide Substanzgruppen werden im Grund- und Oberflächenwasser von Rüstungsaltslasten nachgewiesen.

Sie passieren Aktivkohle-Filter vor Nitroaromaten.

Sie können nur durch spezifische Probenaufbereitung (saure SPE-Extraktion) und Analytik (HPLC/DAD) erfasst werden.

Referenzsubstanzen sind nicht käuflich zu erwerben.

Ausgewählte Beispiele

- 2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)
- Hexogen (RDX)
- Diphenylamin
- Schwefel-Lost
- CLARK I

2,4,6-Trinitrotoluol (TNT)

- nicht flüchtig
- keine Hydrolyse
- wird photolytisch umgesetzt
- gering mobil
- Wasserlöslichkeit (20°C): 150 mg/l
- Bildung mikrobieller Metabolite (Reduktion der Nitrogruppen und Oxidation der Methylgruppe)

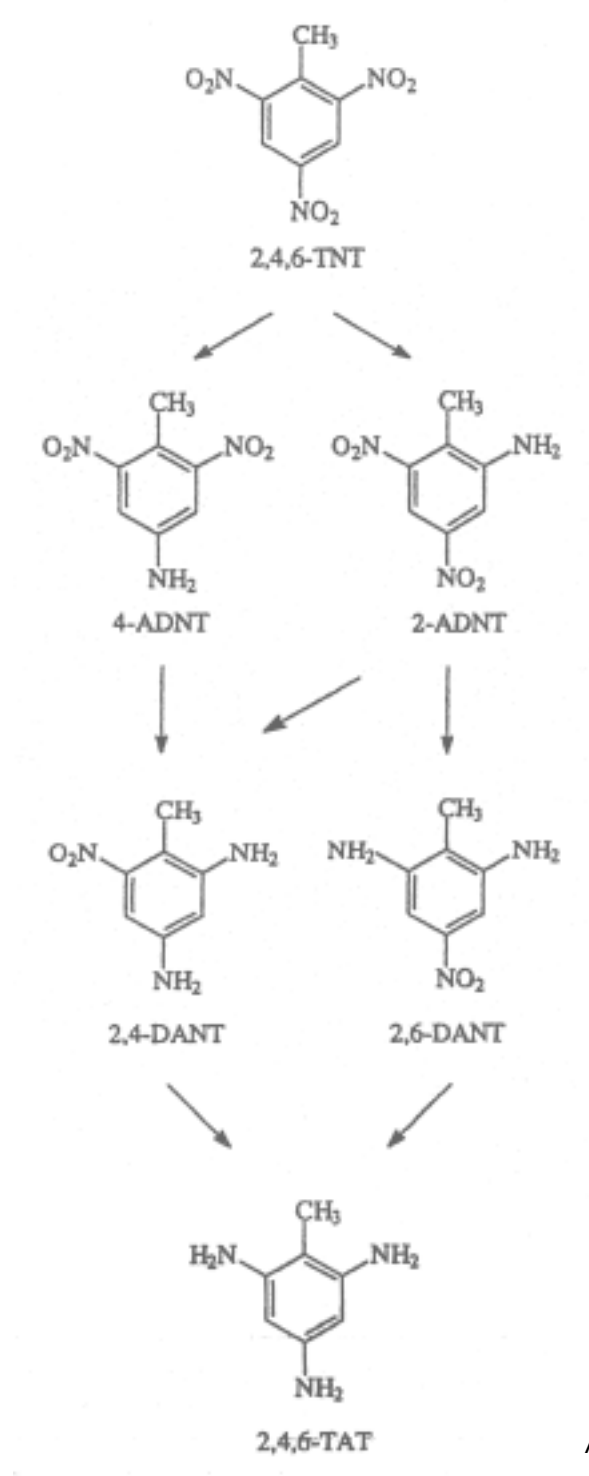


Abb. 1: Reduktionsschritte des TNT

Hexogen (RDX)

- nicht flüchtig
- keine Hydrolyse
- wird photolytisch umgesetzt (Ringspaltung)
- sehr mobil
- Wasserlöslichkeit (20°C): 60 mg/l
- Bildung mikrobieller Metabolite (Ringspaltung; u.a. Formaldehyd, Hydrazin und Dimethylhydrazin)

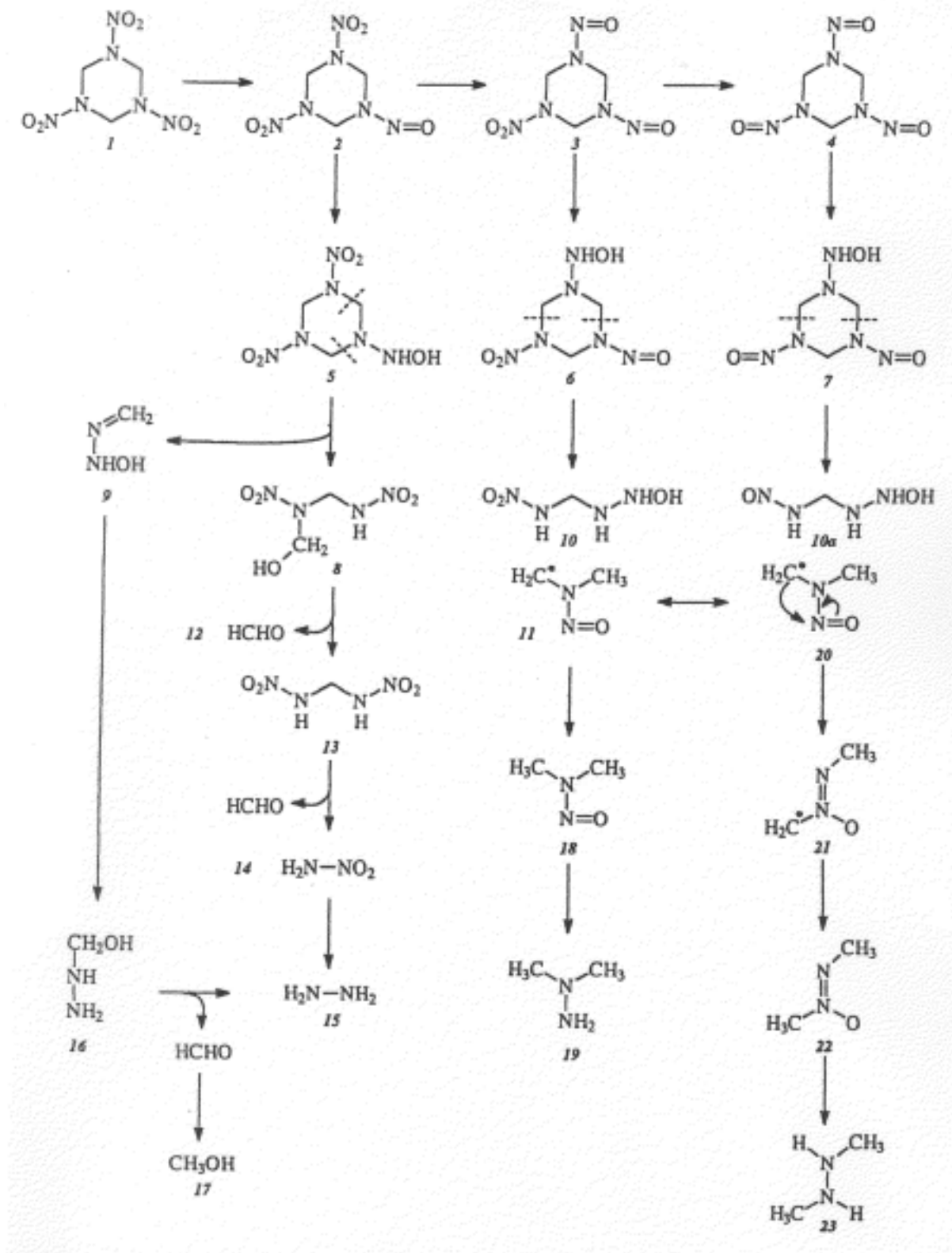


Abb. 2: Postulierter Abbauweg des RDX

Diphenylamin

- gering flüchtig
- keine Hydrolyse
- im Wasser schnelle Photolyse
- Wasserlöslichkeit (20°C): 300 mg/l

Schwefel-Lost

- gering flüchtig
- schnelle Hydrolyse zu Thiodiglycol
- gering mobil
- Wasserlöslichkeit (20°C): 800 mg/l
- keine Bildung mikrobieller Metabolite

Diphenylarsinchlorid (CLARK I)






- nicht flüchtig
- schnelle Hydrolyse im neutralen und sauren Bereich zu Bisdiphenylarsinoxid
- keine Photolyse
- sehr gering mobil, unter pH 4 mobil
- Wasserlöslichkeit (20°C): 2000 mg/l, Angabe ist sehr fraglich!
- keine Bildung mikrobieller Metabolite

Kleine Spreng- und Kampfstoffkunde

Wirkungen von Spreng- und Kampfstoffen:

Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf aquatische Organismen

Elisabeth Albrecht, LfU

TNT – Menschliche Gesundheit			
Relevante Expositionspfade bei Altlasten			
			
oral	dermal	indirekt	(Inhalativ)
Akut		Chronisch	
Blut, z.B. Verringerung Hämoglobin		Auge: Grauer Star	
Kontaktallergie		Blut, z.B. Verringerung Sauerstoff-Transport	TRD-Wert (oral): 0,5 µg/kg d
		Leber z.B. Hepatitis	
Mutagen; vermutetes Kanzerogen (Kat. 3)			
© LfU / Abt.3 / E. Albrecht / Oktober 2004		Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 	

TNT – Aquatische Organismen

Organismus	Effekte	Akut	Chronisch
Fische, z.B. Dickkopflritze	Wirkung auf frühe Lebensstadien		NOEC = 0,1 mg/l
Fische, z.B. Dickkopflritze	Mortalität	LC ₅₀ = 1,2 – 4,2 mg/l	
Daphnien	Reproduktion	EC ₅₀ = 5,1 mg/l	NOEC = 0,51 mg/l
Algen	Vermehrungs- hemmung	(96 h) EC ₅₀ = 0,62 mg/l	NOEC = 0,06 mg/l

—————> Abgeleiteter Wert

Ökotoxikologische Kriterien für TNT im Grundwasser:
 PNEC = 2 µg/l; LAWA ZV = 6 µg/l
 Humantoxizität (Trinkwasser) = 0,2 µg/l

Hexogen – Menschliche Gesundheit

Relevante Expositionspfade bei Altlasten



oral



indirekt



(inhalativ)

Akut

Wirkung auf ZNS,
z.B. Krämpfe
 Störungen im Magen-Darm-Trakt
 Nierenschäden
 Dermatitis

Chronisch; Tierversuch

Neurotoxische Wirkungen: ZNS
 Knochenmark
 Leber, Milz, Blut

TRD-Wert (oral): 3 µg/kg d

Nicht mutagen; Kanzerogenität nicht eindeutig geklärt

Hexogen – Aquatische Organismen

Organismus	Effekte	Akut	Chronisch
Fische	Wirkung auf frühe Lebensstadien: Wachstum		32 d-Test NOEC = 1,4 mg/l
Daphnien	Reproduktion		14 d-Test EC ₅₀ = 4,8 mg/l
Algen, hier: Grünalge	Vermehrungshemmung		96h NOEC = 0,5 mg/l

Ökotoxizität Qualitätsziel = 50 µg/l
 Humantoxizität (Trinkwasser) = 1 µg/l

Diphenylamin – Menschliche Gesundheit

Relevante Expositionspfade bei Altlasten



oral



dermal



(inhalativ)

Indirekt?

Akut; Tierversuch

Methämoglobinbildung

Anämie

Leber- und Nierenschädigung

Reizende Wirkung

Chronisch; Tierversuch

Wirkung auf Nieren und Leber

Anämie

TRD-Wert (oral): 20 µg/kg d

Mutagenität unsicher; keine Abschätzung des Krebsrisikos

Schwefellost – Menschliche Gesundheit

Relevante Expositionspfade bei Altlasten



oral



dermal



inhalativ

Akut

Reizeffekte bei

Auge: Bindehaut, Lider

Lunge: Hustenreiz, Lungenödem

Haut: Rötungen, Blasen

Effekte im Magen-Darm-Trakt

Chronisch; Tierversuch

Augenschäden

Lungenschäden

Störungen und Schäden
im Magen-Darm-Trakt

RK-Wert (inh): 0,02 µg/m³

TRD-Wert (oral): 0,02 mg/kg d

Gentoxisch, kanzerogen

© LfU / Abt.3 / E. Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



1,4-Dithian – Aquatische Organismen

Organismus	Effekte	Testdauer	Konzentration
Daphnia magna	Immobilisierung	24 h	EC ₅₀ = 23,2 mg/l
Photobakterium phosphoreum	Photolumineszenz	30 min	24 mg/l
Bakterien, versch. Spezies		18 h	500 mg/l

Prüfwertvorschlag analog PNEC = 25 µg/l

Humantoxizität (Trinkwasser) = 0,11 mg/l

© LfU / Abt.3 / E. Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Diphenylarsinchlorid (Clark I) – Menschliche Gesundheit

Relevante Expositionspfade bei Altlasten



Akut

Starke Reizung

- der Augen: Tränenfluss, z.B. Bindehautentzündung
- der Atemwege: Atemnot, später z.B. Lungenödeme
- der peripheren Nerven, mit hoher Schmerzempfindlichkeit

Hautschädigung, z.B. Entzündungen, Blasenbildung

Weitere Verstärkung der Wirkung nach Expositionsende

RK-Wert (inh.): 0,03 µg/m³

Keine Daten zu gentoxischer od. kanzerogener Wirkung



Diphenylarsinchlorid – Aquatische Organismen

Organismen	Effekte	Dauer	Konzentration
Fische, Bitterlinge	Mortalität	Akut: 1 h	(LC ₁₀₀)= 0,025 mg/l
Daphnien	Immobilität	Akut: 24 h, bei 19,5 ° C	EC ₅₀ = 0,026 mg/l
Daphnien	Toxizität	Subchronisch: 6 d	EC ₅₀ = 0,016 mg/l
Bakterien	Luminiszenz	Akut: 30 min	EC ₅₀ = 0,11 mg/l

Prüfwertvorschlag (analog PNEC) = 30 ng/l

Humantoxizität (Trinkwasser) – keine Daten



Methodik und Ableitung von Geringfügigkeitsschwellen für das Grundwasser

Dr. Michael Altmayer, Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Ablauf

- Einführung
- Geringfügigkeitsschwelle – was ist das?
- Konzept
- Geringfügigkeitsschwellen für Sprengstoffe
- Wie geht's weiter?

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Einführung

- 2000: Auftrag der 26. Amtschefkonferenz an die LAWA „eine aktualisierte Liste der Geringfügigkeitsschwellenwerte für die Beurteilung eines Grundwasserschadens zu erstellen.“
- 2001: Einrichtung eines Unterausschusses durch den Ständigen Ausschuss "Grundwasser und Wasserversorgung" der LAWA
- 2003: Vorlage 1. Entwurf 2003
- 2003 und 2004: Beteiligung von Wirtschaftsverbänden; Abstimmung mit LAGA und LABO

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Geringfügigkeitsschwelle – was ist das?

Mehrere Definitionen sind möglich:

- Grenze zwischen einer geringfügigen Veränderung der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers und einer schädlichen Verunreinigung
- Keine relevanten ökotoxischen Wirkungen und Anforderungen der Trinkwasserverordnung oder Entsprechendes eingehalten

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Bedeutung der GFS - mögliche Anwendungsbereiche

- Maßstab für die Beurteilung einer Grundwasserverunreinigung (Immissionsnorm)
- Sickerwasserprüfwert (Emissionsnorm) (z.B. BBodSchV)
- Maßstab für die Verwertung (Emissionsnorm) (z.B. LAGA, Grundsätze des Grundwasserschutzes bei Abfallverwertung und Produkteinsatz)

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Konzept

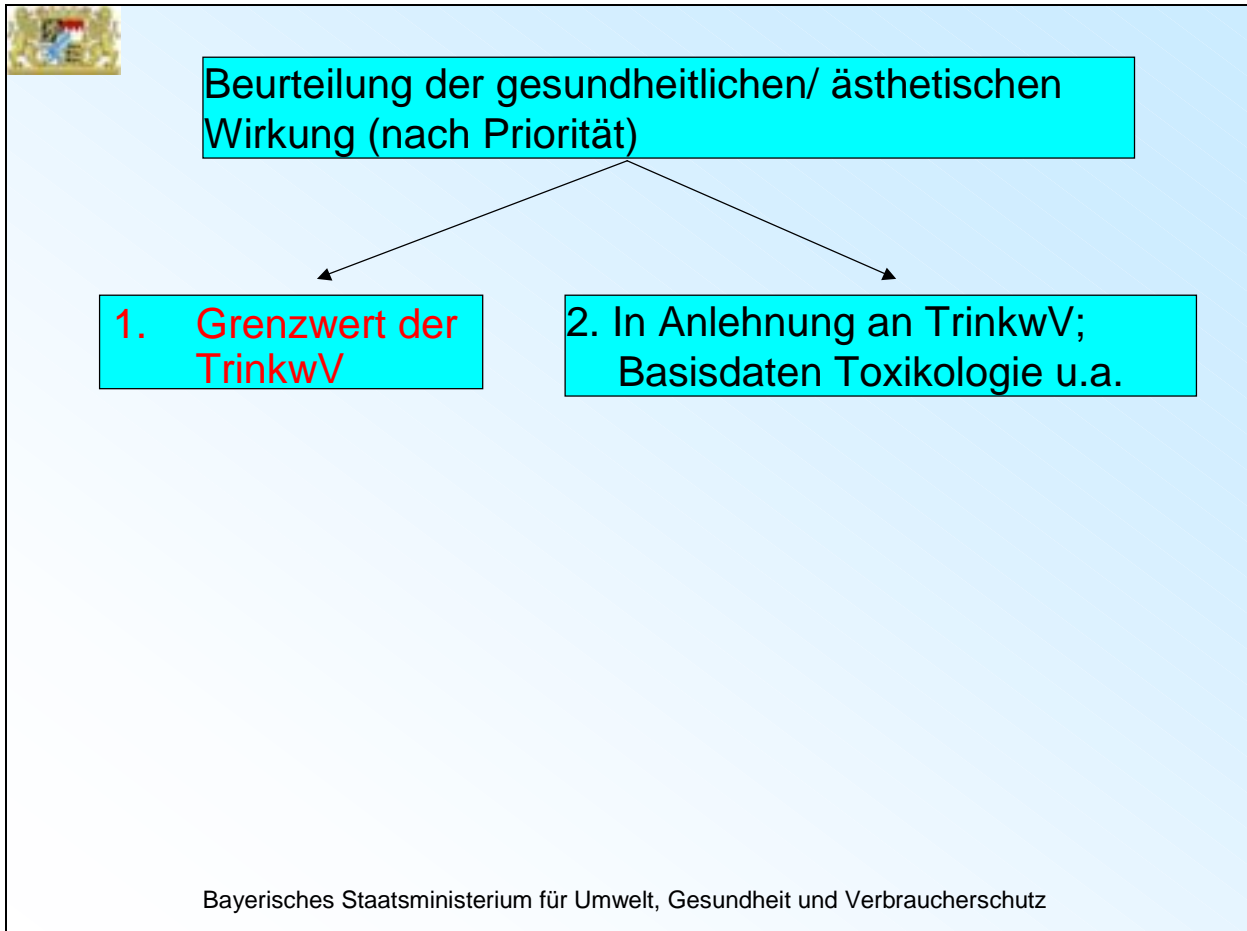
- Gleichrangige Verwendung human- und ökotoxikologischer Daten
- Vorrangige Verwendung gesetzlich geregelter Werte
- Bei Unterschieden zwischen den Werten im Hinblick auf Trinkbarkeit und ökotoxische Kriterien zählt der niedrigere Wert.
- Plausibilitätsprüfung bei Ableitungen im Bereich oder unterhalb der natürlichen Hintergrundwerte sowie bei Werten in niedrigen Konzentrationsbereichen

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Teil 1: Beurteilung der gesundheitlichen/ ästhetischen und der ökotoxischen Wirkungen

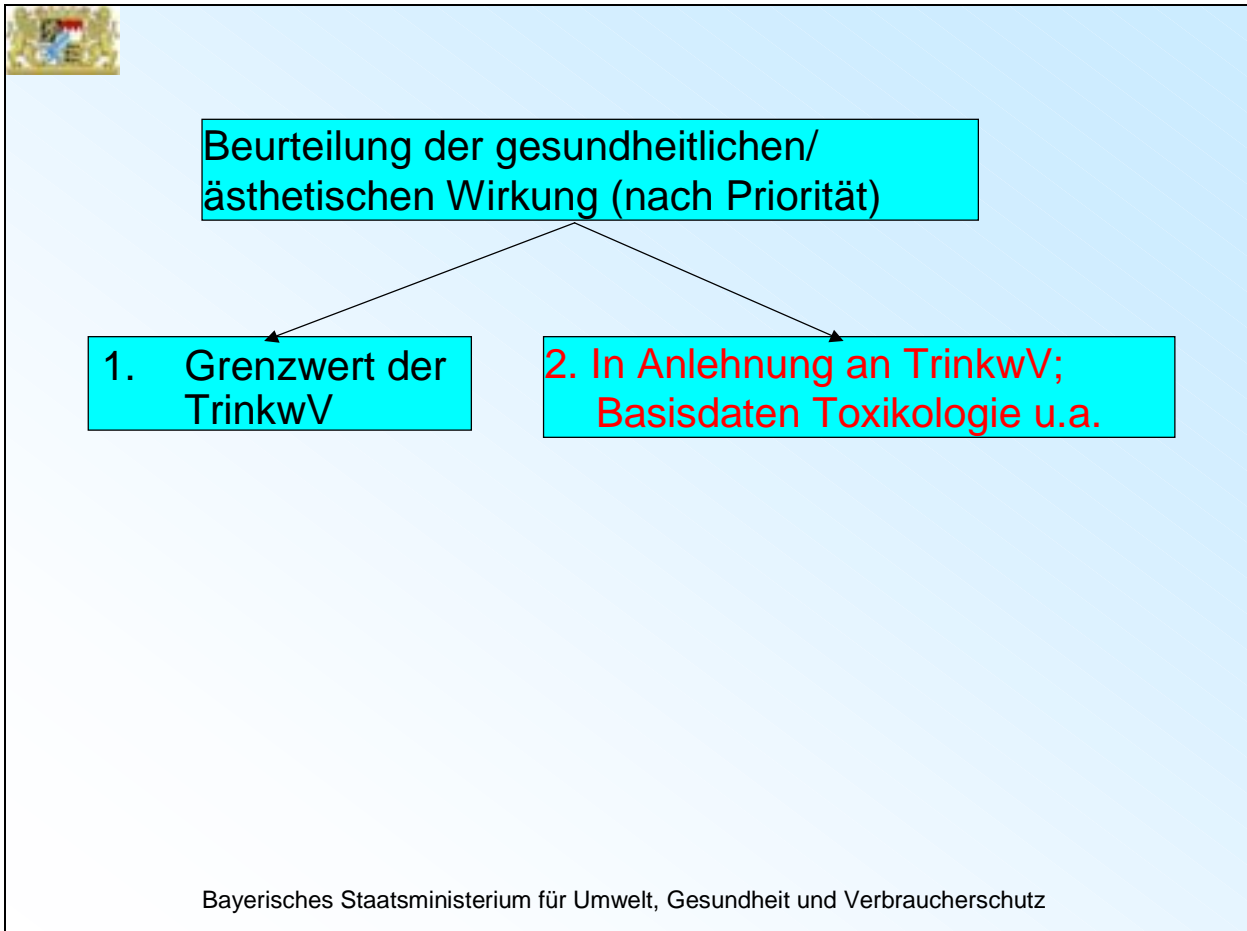
Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



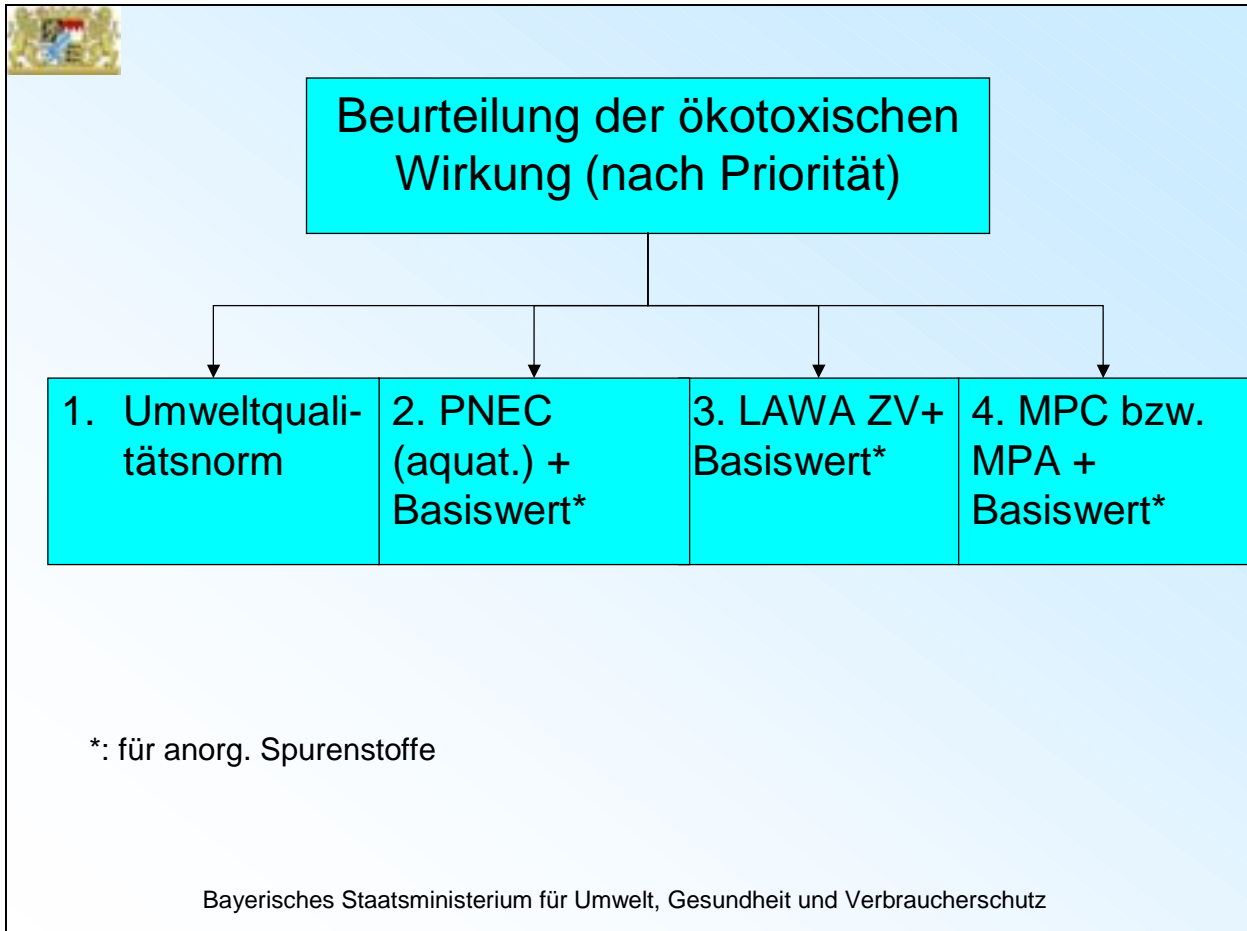
Beurteilung der gesundheitlichen / ästhetischen Wirkung - TrinkwV

1. Verwendung der Grenzwerte der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) - Kriterien:
 - "Unbedenklich für die menschliche Gesundheit" oder "Ästhetisch einwandfreie Qualität des Trinkwassers"
 - Keine aufbereitungs- oder verteilungstechnisch begründeten Werte

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



-
- ### Beurteilung der gesundheitlichen / ästhetischen Wirkung – in Anlehnung an TrinkwV
2. Bei fehlenden oder aufbereitungs-/ verteilungstechnisch begründeten Werten: Bewertung analog TrinkwV. Kriterien:
- Toxikologische Basisdaten
 - Toxikologische Stoffdaten zur Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten (UBA 1999).
 - Andere geeignete Quellen, z. B. Stoffberichte von WHO oder EPA
- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Beurteilung im Hinblick auf ökotoxische Wirkungen - Verwendung von ökotoxikologischen Daten nach folgender Priorität

1. Umweltqualitätsnorm:
 - Rechtlich verbindliche, ökotoxikologisch begründete Umweltqualitätsnormen für aquatische Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer insbesondere aus Anhang 5 (Umweltqualitätsnormen für die Einstufung des chemischen Zustands) des Entwurfs der LAWA-Musterverordnung zur Umsetzung der Anhänge II und V der WRRL.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



2. PNEC aquat.

- **Predicted No Effect Concentration** - Werte für aquatische Lebensgemeinschaften, erhoben im Rahmen der EU- Altstoffbewertung
- aktuellster Wissensstand
- Nach EU-weit einheitlichen und transparenten Prinzipien
- Durch Experten entsprechend den Regelungen des Europäischen Chemikalienrechts
- Mit Vorlage eines Endberichtes zum „risk assessment report“ akzeptiert

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



3. LAWA-ZV:

- Zielvorgaben auf der Basis stoffbezogener ökotoxikologischer Tests an Vertretern von *vier* unterschiedlichen Trophiestufen.
- Festlegung unter Verwendung eines Sicherheitsfaktors.

4. MPC bzw. MPA (Maximum Permissible Concentration bzw. Addition):

- Statistisches Extrapolationsverfahren zur Risikoabschätzung
- Darstellung als Häufigkeitsverteilung ökotoxikologischer Testergebnisse für den zu bewertenden Stoff
- MPC: berücksichtigt bei anorganischen Stoffen die niederländischen Hintergrundkonzentrationen

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Es zählt der kleinere Wert

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



„Added risk approach“


- Anorganische Stoffe kommen geogen bedingt im Grundwasser vor
- Ableitung eines „Basiswertes“ aus den flächengewichteten 90Perzentilwerten für 15 hydrogeologische Bezugsräume
- Addition des Basiswertes zu den (öko)toxikologisch abgeleiteten Grundwerten bei PNEC, LAWA-ZV und MPA
- Keine Addition bei rechtsverbindlichen Umweltqualitätsnormen

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Teil 2: Plausibilitätsprüfung

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Ableitung von Geringfügigkeitsschwellenwerten

I. Beurteilung der gesundheitlichen/ ästhetischen Wirkung (nach Priorität)

1. Grenzwert der TrinkwV
2. In Anlehnung an TrinkwV; Basisdaten Toxikologie u.a.

II. Beurteilung der ökotoxischen Wirkung (nach Priorität)

1. Umweltqualitätsnorm
2. PNEC(aquat.) + Basiswert*
3. LAWA-ZV + Basiswert*
4. MPC bzw. MPA + Basiswert*

* nur für anorg. Spurenstoffe

Kleinerer Wert

```

    graph TD
      A[Kleinerer Wert] --> B{Wert abgeleitet nach I.1 oder II.1?}
      B -- ja --> C{GFS-Wert}
      B -- nein --> D{Wert < 0,01 µg/l?}
      D -- ja --> E{Nachgewiesene Wirkung < 0,01 µg/l?}
      E -- ja --> C
      E -- nein --> F{GFS = 0,01 µg/l}
  
```

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Prüfung auf Plausibilität - Untergrenze

Untergrenze für nicht abschließend bewertbare Stoffe oder Stoffe, mit abgeleiteten Geringfügigkeitsschwellen im sehr niedrigen Konzentrationsbereich

Begründung:

- Empfehlung der Trinkwasserkommission des BMG: 0,1 µg/L, Ausnahme „stark gentoxische Stoffe“: 0,01 µg/L
- Untergrenze für Geringfügigkeitsschwellen: 0,01 µg/L wegen zusätzlicher Berücksichtigung ökotoxischer Wirkungen,
- Analytische Bestimmbarkeit
- Ausnahmen: Wirkungen bei Konzentrationen von weniger als 0,01 µg/L nachweisbar und rechtlich verbindliche EU-Qualitätsziele < 0,01 µg/L.

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Besonderheit: Stoffsummen

- Zusammensetzung von zu bewertenden Mischungen variiert – Wirkungsstärke von Mischungen schwer vorhersagbar
- Pragmatischer Ansatz, nicht im Detail toxikologisch begründbar
- Vermeidung einer Vielzahl von Geringfügigkeitsschwellen für Einzelstoffe
- Anwendung auf z.B. PAK, LHKW, Chlorphenole, Chlorbenzole; PCB,

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz


Geringfügigkeitsschwellenwerte – anorganische Parameter

Antimon (Sb)	5	
Arsen (As)	10	
Barium (Ba)	340	
Blei (Pb)	7	
Bor (B)	740	<i>Angaben in µg/L soweit nicht anders vermerkt</i>
Cadmium (Cd)	0,5	
Chrom (Cr III)	7	
Kobalt (Co)	8	
Kupfer (Cu)	14	
Molybdän (Mo)	35	
Nickel (Ni)	14	
Quecksilber (Hg)	0,2	
Selen (Se)	7	
Thallium (Tl)	0,8	
Vanadium (V)	4	
Zink (Zn)	58	
Chlorid (Cl ⁻)	250 mg/L	
Cyanid (CN ⁻)	5 (50)	
Fluorid (F ⁻)	750	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	240 mg/L	

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz


Geringfügigkeitsschwellenwerte – organische Parameter (µg/L)

Σ PAK und Einzelstoffe ²⁾	0,2
Anthracen, Benzo[a]pyren, Dibenz(a,h)anthracen	jeweils 0,01
Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[ghi]perylen, Fluoranthren, Indeno(123-cd)pyren	jeweils 0,025
Σ Naphthalin u. Methylnaphthaline	1
Σ LHKW und Einzelstoffe ³⁾	20
Σ Tri- und Tetrachlorethen	10
1,2 Dichlorethan	2
Chlorethen (Vinylchlorid)	0,5
Σ PCB und Einzelstoffe ⁴⁾	jeweils 0,01
Kohlenwasserstoffe ⁵⁾	100
Σeinkernige Aromaten (BTEX) und Einzelstoffe ⁶⁾	20
Benzol	1
MTBE	15
Phenol ⁷⁾	8
Nonylphenol	0,3
Σ Chlorphenole	1
Hexachlorbenzol	0,01
Σ Chlorbenzole	1
Epichlorhydrin	0,1

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Geringfügigkeitsschwellenwerte – Sprengstofftypische Verbindungen - Angaben in µg/L

Nitropenta (PETN)	10
2-Nitrotoluol	1
3-Nitrotoluol	10
4-Nitrotoluol	3
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	0,2
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	0,2
2,4-Dinitrotoluol	0,05
2,6-Dinitrotoluol	0,05
2,4,6-Trinitrotoluol	0,2
Hexogen	1
2,4,6-Trinitrophenol (Pikrinsäure)	0,2
Nitrobenzol	0,7
1,3,5-Trinitrobenzol	100
1,3-Dinitrobenzol	0,3
Hexanitrodiphenylamin (Hexyl)	2
Tetryl	5
Octogen	75

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Ableitungssystematik für Sprengstoffe

Grenzwerte der TrinkwV, Umweltqualitätsnormen oder PNEC nicht vorhanden

Analog TrinkwV:

- Nicht kanzerogen wirkender Stoffe: TRD-Werte, vorläufige TRD-Werte oder orientierende Körperdosen bzw. die entsprechend umgerechneten *zugeführten* Körperdosen
- Kanzerogene: Als geeignet beurteilte Krebsrisikoschätzungen der oralen Aufnahme (unit risk bzw. oral slope factor) verwendet.
- Bei nicht geeignet bewerteten Risikoschätzungen: alternative Berechnungen ausgehend von der niedrigsten kanzerogenen Dosis CEL_{min} , mit der Körperdosis $CEL_{min}/100000$ (entsprechend einem zusätzlichen Risiko 10^{-6})

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Ableitungssystematik für Sprengstoffe

Nach ökotoxikologischen Kriterien

- Ableitung von Werten analog PNEC bzw. LAWA ZV durch das Fraunhofer Institut in Schmallenberg

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Datenblätter

- Anhang 3 des Berichts
- 187 Seiten Datenblätter
- Erläuterung und Begründung zu jedem Stoff bzw. jeder Stoffgruppe mit Literaturangabe
- Hoher Aktualisierungsbedarf

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Datenblatt Hexogen - Beispiel

Substanzname	Hexogen = RDX = Hexahydro-1,3,5-trinitro-1,2,3-triazinan
CAS-Nr.	121-82-4
Geringfügigkeitsschwellenwert (µg/L)	1
Maßgebliche Basis für den Vorschlag	? TrinkwV ? Analog TrinkwV ? Ökotoxizität ? Hintergrundkonzentration/Untergrenze
Grenzwert der TrinkwV (µg/L)	
Vorschlag analog TrinkwV (µg/L) Humantoxikologisch begründeter Wert Ästhetisch begründeter Wert	1 (Wollin, 2003)
Ökotoxikologische Kriterien (µg/L): EU-QZ PNEC (aquat.) LAWA ZV MPC Sonstige	analog PNEC: 50 (Wenzel, 2003) analog LAWA ZV: 50 (Wenzel, 2003)
+ 3 Seiten Erläuterung und Begründung	

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Wie geht's weiter

- Okt. und Nov. 2004: Vorlage bei Amtschefkonferenz und Umweltministerkonferenz
- Veröffentlichung; ggf. Einführung bei den Ländern
- Ggf. Aufstellen von Anwendungsregeln

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz



Die Mitglieder des LAWA-Unterausschusses GFS

Dr. Michael Altmayer (Obmann)	Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
Dipl.-Ing. Thomas Bach	Landesamt für Umweltschutz Sachsen Anhalt
PD Dr. Hermann H. Dieter	Umweltbundesamt
Dipl.-Ing. Klaus Häfner	Staatliches Umweltfachamt Leipzig
Dr. Wolfgang Leuchs	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
Dipl.-Chem. Brigitte Moll	Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt der Freien und Hansestadt Hamburg
Dr. Günther Siegert:	Hessisches Ministerium für Umwelt, ländlichen Raum und Verbraucherschutz
Dr. K. Theo von der Trenck	Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Dipl.-Hydr. Ellen Six	Umweltbundesamt
Dr. Klaus-Michael Wollin (LABO)	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
<u>Gäste:</u>	
Dr. Rolf Altenburger	UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Dr. Thilo Hauck (LABO)	Gesellschaft zur Altlastensanierung in Bayern (GAB mbH)

Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

Prüfwertvorschläge Wirkungspfad Boden–Mensch für rüstungsspezifische Stoffe

Elisabeth Albrecht, LfU

Stoffgruppen	
Sprengstoffe und Abbauprodukte	TNT, Hexogen, Nitropenta, Pikrinsäure 2,4-DNT, 2,6-DNT, 1,3-DNB, Tetryl, Hexyl 2-A-4,6-DNT. 4-A-2,6-DNT. 1,3,5-TNB
Treibmittel und Zusätze	Nitrocellulose, Nitroglycerin, Nitroguanidin, Diethylenglykoldinitrat, Nitroglykol Diphenylamin, Arkardite, Centralite, u.a. Phthalate, 2,4-DNT, TNT, u.a.
Chemische Kampfstoffe	Haut: S-Lost, N-Lost, O-Lost, Lunge: Phosgen, Diphosgen, Chlorpikrin, u.a. Nase/Rachen: Clark I, Clark II, Adamsit, u.a. Augen: Chloracetophenon Nerven: Tabun, (Sarin, Soman)

© LfU / Abt.3 / Albrecht / Oktober 2004

Bayrisches Landesamt
für Umweltschutz

Prüfwertvorschläge für Sprengstoffe und Treibmittelzusätze und Abbauprodukte

	Prüfwertvorschläge (mg/kg)			
	Kinderspielplatz	Wohngebiet	Park-/Freizeitanlage	Industrie-/Gewerbegebiet
2,4-Dinitrotoluol¹⁾	3	6	15	50
2,6-Dinitrotoluol¹⁾	0,2	0,4	1	5
Diphenylamin	Unpraktikabel hoch			
Hexogen	100	200	500	500
Hexyl¹⁾	150	300	750	1500
Nitropenta	500	1000	2500	5000
Oktogen	Unpraktikabel hoch			
1,3,5-Trinitrobenzol²⁾	Unpraktikabel hoch			
2,4,6-Trinitrotoluol¹⁾	20	40	100	200

© LfU / Abt.3 / Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Behelfsmäßige Orientierungswerte für Sprengstoffe, Treibmittelzusätze und Abbauprodukte

	Prüfwertvorschläge (mg/kg)			
	Kinderspielplatz	Wohngebiet	Park-/Freizeitanl.	Industrie/Gewerbe
4-Amino-2,6-dnt¹⁾	20	40	100	200
2-Amino-4,6-dnt¹⁾	20	40	100	200
2,4-Dinitro-DPA²⁾	Keine Daten			
1,3-Dinitrobenzol¹⁾	15	30	75	150
2-Nitrodiphenylamin²⁾	Unpraktikabel hoch			
4-Nitrodiphenylamin²⁾	Keine Daten			
2-Nitrotoluol¹⁾	0,2	0,4	1	5
3-Nitrotoluol²⁾	-	1000	Unpraktikabel hoch	
4-Nitrotoluol²⁾	-	250	-	3000
Tetryl¹⁾	200	400	1000	2000
Pikrinsäure²⁾	8	15	40	80

© LfU / Abt.3 / Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz

Orientierungswerte für chemische Kampfstoffe und Abbauprodukte (CKS)

	Prüfwertvorschläge (mg/kg)			
	Kinderspielplatz	Wohngebiet	Park-/Freizeit	Industrie/Gewerbe
S-Lost	0,5	1	2,5	5
Thiodiglykol	Unpraktikabel hoch			
1,3-Di-, 1,4-Oxathian	Keine Daten			
1,4-Dithian	Unpraktikabel hoch, jedoch ohne Geruchsschwelle			
Chlorpikrin ²⁾	0,2			
Chloracetophenon ²⁾	7			
Acetophenon	1000	1000	-	1000
Clark I ²⁾	5			
Clark II ²⁾	1			
Adamsit ²⁾	2			
Pfiffikus ²⁾	3			
Triphenylarsin	Keine Daten			
Bis-Diphenylarsin ²⁾	2			

Erarbeitet durch FoBIG, Freiburg, i.A. des Bayer. Landesamts für Umweltschutz

© LfU / Abt.3 / Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Besondere Ableitungsmaßstäbe für CKS

Für die Ableitung der Orientierungswerte wurden zusätzlich folgende akute Expositionsszenarien berücksichtigt:

- Akute inhalative Aufnahme von gasförmigen Stoffen
- Akute inhalative Aufnahme von staubgebundenen Stoffen
- Akute dermale Exposition



Für die Mehrzahl der CKS ergab sich durch die Dominanz der akuten Szenarien ein gleichbleibender Orientierungswert für alle Nutzungen.

Die Orientierungswerte für CKS sind derzeit in der Endabstimmung

© LfU / Abt.3 / Albrecht / Oktober 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Anwendung der Orientierungswerte für CKS

Keine schematische Anwendung der Orientierungswerte!!

Beispiele

Die Kampfstoffrückstände liegen z.T. nicht gleichmäßig verteilt, sondern in engen Bereichen als Aggregate vor.

Gefahr der Risikounterschätzung durch Belastungs-Verdünnung in Mischproben (Vermischung von Kampfstoffaggregaten mit unbelastetem Boden)

Bei den Akutszenarien hängt die Höhe des Orientierungswertes stark von den Expositionsbedingungen (z.B. Staubgehalt der Luft) ab.

Keine abschließende Bewertung ohne Berücksichtigung der Expositionsbedingungen



Kombinationswirkungen

Kombinationswirkungen = verschiedene Stoffe haben gleiche Wirkungsendpunkte; bei den u.g. Stoffen geht man von additiven, nicht kanzerogenen oder kanzerogenen Wirkungen aus.

Wirkungsmechanismen:

Nitroaromaten Stoffgruppe 1 (= rot bzw. ¹⁾) kanzerogene Wirkung

Nitroaromaten Stoffgruppe 2 (= grün bzw. ²⁾) nichtkanzerogene Wirkung
z.B. auf Blut

Chemische Kampfstoffe (grün bzw. ²⁾) nicht kanzerogene Wirkung
durch Bindung an körpereigene SH-Gruppen
und Reaktion mit Glutathion



Berücksichtigung von Kombinationswirkungen bei der Bewertung von Bodenverunreinigungen

Berücksichtigung der Kombinationswirkungen getrennt nach

- Stoffen mit (potentiell) kanzerogener und
 - Stoffen mit nicht kanzerogener Wirkung
- separat für STV und CKS mit der Formel

$$\frac{C_1}{PW_1} + \frac{C_2}{PW_2} + \frac{C_3}{PW_3} + \dots \leq 1$$

C_n = Konzentration eines Stoffes im Boden (mg/kg)

PW_n = Prüfwert des betreffenden Stoffes (mg/kg)



Belastbarkeit der Werte für STV und CKS

Prüfwertvorschläge für STV

Diese Werte sind fachlich gleichwertig mit den Prüfwerten nach Anhang 2.

Behelfsmäßige Orientierungswerte für STV

Werte fachlich nicht gleichwertig mit Prüfwerten nach BBodSchV, da aber derzeit keine weiteren Daten zur Einschätzung vorliegen, können diese Werte verwendet werden. Endgültige Gefährdungsabschätzung durch Fachleute!


Orientierungswerte für CKS

Werte fachlich nicht gleichwertig mit Prüfwerten nach BBodSchV. Grund ist die z.T. sehr schlechte Datenlage. Endgültige Gefährdungsabschätzung durch Fachleute (z.B. bei Entlassung nach OU bzw. im Rahmen der DU).



Hexogen – aktueller Kenntnisstand zum umweltchemischen Verhalten

Dr. Lutz Nitschke, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft (Lfw), München

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft 

Allgemeine Information zu Hexogen (Römp)

O=[N+]([O-])C1CN(C(=O)N1)C(=O)N1

1,3,5-Trinitro-1,3,5-triazinan;
RDX; Cyclonit, T 4

CAS-Nr.: 121-82-4

1897 erstmals hergestellt; Großtechn. Herstellung aber erst ab dem 2.WK

Ist heute neben TNT einer der wichtigsten Explosiv- u. Sprengstoffe

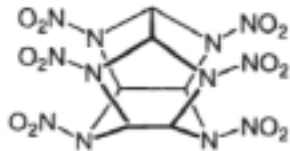
In phlegmatisierter Form relativ gefahrlos handhabbar

Gehört zu den brisantesten Explosivstoffen mit hohem Leistungsvermögen

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004 2



Brisanz = Detonationsgeschwindigkeit x Ladedichte



CL20 = Hexanitrohexaaza-
isowurtzitan

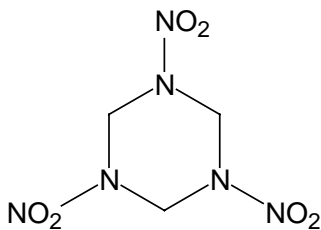
	Detonationsgeschw. [m/s]	Dichte [g/cm ³]
TNT	6930	1,63
Hexogen	8400	1,82
CL20	9380	1,98
Schwarzpulver	400	1,1-1,2

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

3



Wichtige umweltchemische Eigenschaften von Hexogen



- Wasserlöslichkeit: ca. 50 mg/l
- logP_{OW} 0,8 - 1,6
- K_{OC} 7,7 - 270 l/kg



- Geringe Adsorption an Boden
- Geringes Bioakkumulationspotential
- **Leichter Transport ins Grundwasser**

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

4



Gemessene Konzentrationen von Hexogen im Gw (Untersuchungen 2002, vom LfU in Auftrag gegeben)

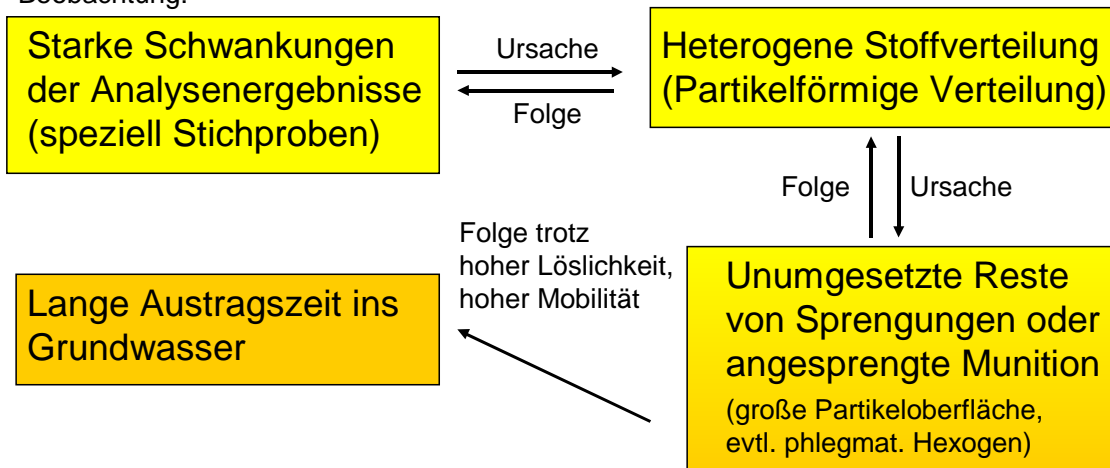
Beispiele aus dem Analysenbericht eines Labors:

Muna Klein-Kötz	18 - 31 µg/l
DAG-Werk Bobingen	n.n. - 80 µg/l
Muna Nürnberg-Feucht	2,1 - 3,1 µg/l



Hexogen im Boden

Beobachtung:





Vorläufige Geringfügigkeitsschwelle (GFS) für Hexogen im Grundwasser (Vorl. Abschlussbericht d. LAWA-UA „Geringfügigkeitsschwellen“)

Ökotox. Betrachtung

Basis: NOEC 500 µg/l für
Hemm. der Algenvermehrung;
PNEC-Ableitung entspr. TGD
der EU Kommission

→ PNEC: 50 µg/l

Humantox. Betrachtung

Ableitung über TRD-Wert für
orale Exposition (3 µg/(kg·d))
und üblichen Annahmen

→ GFS: 1 µg/l

→ **vorläufige GFS: 1 µg/l** (humantoxikologisch begründet)

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

7



Hexogen-Analytik in Trink-, Grund- und Oberflächenwasser:

DIN 38407-21 (DEV F21): Bestimmung **ausgewählter** Explosivstoffe und verwandter Verbindungen durch Hochleistungs-Flüssigchromatographie mittels UV-Detektion

untere Grenze des Arbeitsbereiches: 0,1 - 0,5 µg/l

E DIN EN ISO 22478 : 2004-06
ISO/DIS 22478 : 2004-04

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

8



DIN 38407-21 enthält **20 Explosivstoffe und verwandte Verbindungen**, deren Bestimmung mit diesem Verfahren erprobt wurde → Bestimmung weiterer Stoffe möglich!

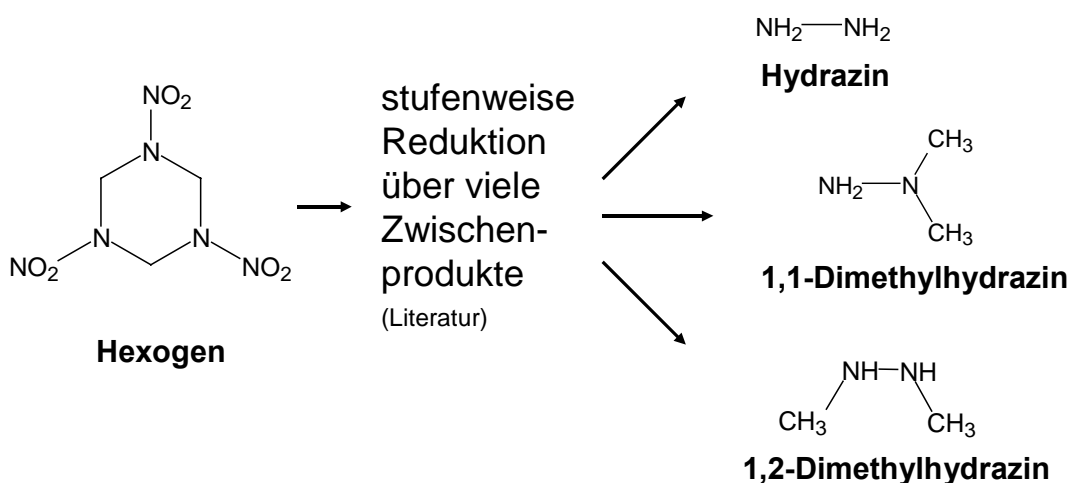
Beispiele für weitere, nicht in DEV F21 genannte STV:

- 2,4,6-Trinitroanisol
- 2,4,6-Trinitro-m-kresol
- 2,4,6-Trinitro-m-xylol

Ob Bestimmung weiterer STV mit DEV F21 möglich ist, muss erprobt werden!



Anaerober biologischer Abbau von Hexogen





Gemessene Umweltkonzentrationen von Hydrazin (Untersuchungen 2002, vom LfU in Auftrag gegeben)

	<u>Hexogen</u>	<u>Hydrazin</u>	
Grundwasser	Muna Klein-Kötz	3,8 µg/l	(0,02 µg/l)
	DAG-Werk Bobingen (1)	7,2 µg/l	n.n.
	(2)	n.n.	0,045 µg/l
	Muna Nürnberg-Feucht	1,0 µg/l	n.n.
Oberfl.-	TÜP Hohenfels (Talbach)	1,1 µg/l	0,041 µg/l

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

11



Vorläufige Geringfügigkeitsschwelle (GFS) für Hydrazin im Grundwasser (Ergebnis einer Besprechung zwischen LGL, LfW, LfU)

Ökotox. Betrachtung

PNEC: 0,01 µg/l

Basis: Algen-NOEC 0,08 µg/l
(*Microcystis aeruginosa*)

Humantox. Betrachtung

Hydrazin ist kanzerogen:

Abschätzung auf Grundlage
verfügbarer Daten:

Tolerierb. Konz. im TW: 0,1 µg/l

→ **vorläufige GFS: 0,01 µg/l** (entspr. LAWA-Kriterien zur GFS-Ableitung)

Fachtagung "Rüstungsaltslasten", LfU - Augsburg, 14.10.2004

12



Analytik von Hydrazin

DIN 38413-1 (DEV P1) - Bestimmung von Hydrazin

photometrisch; in reinen Wässern

untere Grenze des Anwendungsbereiches: 2 µg/l

2002 - LfU-Projekt: „Untersuchungen von Hexogen und Hexogenabbauprodukten in Grund-, Oberflächen- und Sickerwasser“

→ Entwicklung einer GC/MS-Bestimmungsmeth.; BG ≈ 0,1 µg/l

→ Entwicklung einer LC/MS-Bestimmungsmeth.; BG ≈ 0,02 µg/l

z. Zt. Projektantrag beim StMUGV: u.a. → Entw. eines Analyseverfahrens auf HPLC/MS/MS-Basis; **BG < 0,01 µg/l scheint möglich**



Hexogenelimination in der Umwelt durch biol. Abbau

1. Anaerober Abbau unter Zugabe einer C-Quelle (Cometabolismus)

- Reduzierung der Nitrogruppen

- Ringöffnung

2. Aerobe Mineralisierung der Abbauprodukte Formaldehyd, Methanol

Hydrazin, Dimethylhydrazine

→ **Biologischer Totalabbau in der Umwelt unter bestimmten Umständen möglich**



Nutzung biol. Abbauprozesse bei der Sanierung





Zusammenfassung

- **Hexogen ist relativ gut wasserlöslich und mobil;**
- **Hexogen ist biologisch abbaubar, Hydrazin als Metabolit wird in Gewässerproben gefunden;**
- **Hexogen und Hydrazin sind in Gewässerproben in Konzentrationen messbar, die die vorläufigen Prüfwerte übersteigen; Dimethylhydrazine konnten in Umweltproben bisher nicht gefunden werden;**
- **Entwicklung eines Analysenverfahrens mit dem Konzentrationen von 10 ng/l Hydrazin (und Dimethylhydrazine) überwacht werden können, ist notwendig**


Hexogen – Schadensfall Hohenfels

Dr. Albert Böhm, DPW, 282D BSB, Umweltabteilung, Hohenfels

282D BSB ENGINEER

Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **Combat Maneuver Training Center (CMTC) Hohenfels (Gefechtsübungszentrum)**
- **16.000 Hektar Übungsgelände**
- **Zwischen Nürnberg und Regensburg gelegen**
- **Von 1951 – 1989 als Schießplatz mit scharfer Munition in Betrieb**
- **Seit 1. April 1989 nur noch Manöverübungen**



Frankfurt, Berlin, Nürnberg, Regensburg, CMTC Hohenfels, München

SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltposten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004

282D BSB ENGINEER

Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **RDX wurde in Munition als Sprengstoff eingesetzt, vor allem nach dem 2. Weltkrieg**
- **Effektiver und handlungssicherer im Vergleich zu herkömmlichen TNT**
- **Im November 2001 wurde RDX (Royal Demolition Explosive) in den Trinkwasserquellen nachgewiesen**

=> Aktivkohlereinigungsanlage im Trinkwasserbereich eingebaut (Februar 2002)



SUPPORT THE PILLARS

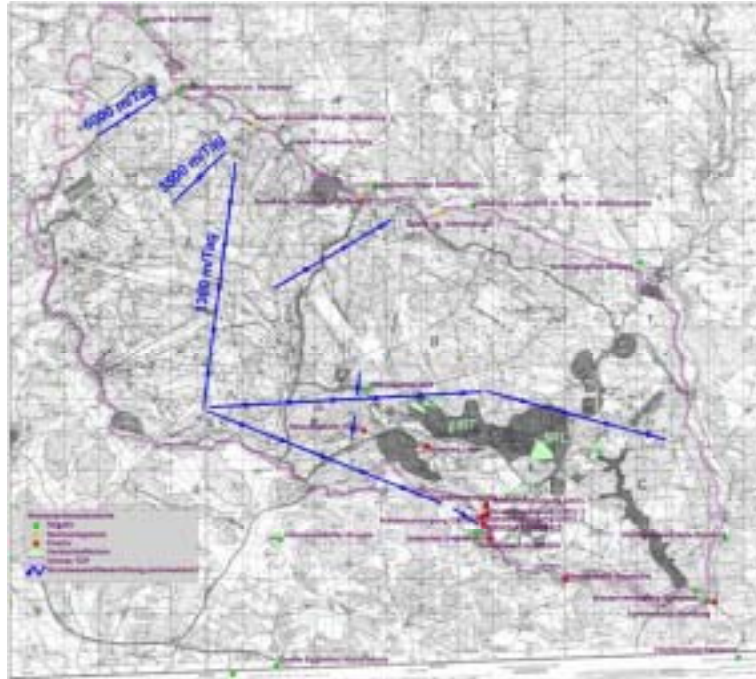
Fachtagung Rüstungsaltposten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels



Karte des CMTC Hohenfels mit Grundwasserfließrichtung und Beprobungsstandorten

SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

Mögliche Eintragswege von RDX

- Schießbahnen
 - Sprengstoffrückstände (aufgeplatzte und korrodierte Blindgänger, vergrabene Munition)
- Sprengplätze
 - Sprengstoffrückstände (nicht gezündete Munition, Korrosion von verbreiteter Munition, vergrabene Munition)



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

Mögliche Eintragswege von RDX

- **ETA Standorte**
 - Sprengstoffrückstände (Übungsflächen bzw. Krater)
 - Nicht vollständige Vernichtung von unbenutzten Sprengstoffen
 - Entsorgung von unbenutzten Sprengstoffen
- **Deponien**
 - Ablagerung von alter Munition
 - Ablagerung von losen Sprengstoffen
- **Steinbruch**
 - Sprengstoffrückstände
 - Entsorgung von unbenutzten Sprengstoffen



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **Suche nach Quelle/Ursprung des RDX-Schadens**
 - **Phase I: Schieß-/Sprengplätze**
 - Untersuchungen der Schießbahnen in der Nähe der Trinkwasserquellen (Frühjahr 2002)
 - Negative Ergebnisse bei den Bodenproben
 - Einziges positives Ergebnis im Oberflächenwasser der Sprenggräben, aber nach Fachbewertung zu vernachlässigen
- => Nach Auswertung aller Fakten können die Schießbahnen und Sprengplätze als Hauptverursacher ausgeschlossen werden



Ehemalige Schießbahn 5RL

SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- Suche nach Quelle/Ursprung des RDX-Schadens (Fortsetzung)
 - Phase II: Geländeanomalien/Vergrabungstellen
 - Auswertung historischer Luftbilder (Sommer 2002)
=> Bestimmung von Anomalien in Gelände (verfüllte Gräben, Dolinen, Löcher, etc.)
 - Wegen militärischer Übungen wurden die ersten Felduntersuchungen vor den Befragungen früheren Geländebetreuungspersonals durchgeführt
 - Felduntersuchungen von verdächtigen Standorten durch Schürfungen innerhalb der betroffenen Flächen (Oktober 2002)
 - Geophysikalische, nicht-intrusive Erkundungen vor dem Grabvorgang
 - Keine signifikanten Anzeichen von vergrabenen Material entdeckt



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- Suche nach Quelle/Ursprung des RDX-Schadens (Fortsetzung)
 - Phase II: Interviews von früherem Geländebetreuungs- und Munitionspersonal (November 2002)
 - Exakte Angaben gewonnen über die Schießbahnen
 - + Art der Nutzung/Nutzer
 - + Nutzungsplan
 - + Häufigkeit
 - + Arten von Munition
 - Steinbruchpersonal
 - + Military Dynamite (RDX-haltig) im Steinbruchbetrieb eingesetzt von 1955 - 1990!
 - + Art des Einsatzes und Mengen können den Eintrag in das Grundwasser erklären

SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **Suche nach Quelle/ Ursprung des RDX-Schadens (Fortsetzung)**

- **Steinbruchbetrieb**

- Gebrochenes Material für Unterhalt und Neubau
- Schotter (keine Kontamination) und Steinbruchfeinmaterial (RDX kontaminiert)
- 10,000 - 25,000 Tonnen Feinmaterial pro Jahr
- Verwendung bei vielen Bauprojekten als Auffüll- und Bodenmaterial (z.B. Abdeckungsschicht der zwei Deponien)



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **Deponien**

- Beide Deponien wurden 1998/1999 mit Vorabsiebungsmaterial in der Rekultivierungsschicht abgedeckt
- Drainagewasser unterhalb der Reku-Schicht hoch mit RDX belastet (bis zu 700 µg/l)
- Drainagesysteme beider Eintragungsorte im Umbau
 - Wasser wird gesammelt, über Aktivkohle gereinigt und auf Deponieoberfläche rückverrieselt
- Gegenwärtiger Stand
 - Sanierungsmaßnahme neue Deponie Im November 2003 abgeschlossen
 - Maßnahme alte Deponie in Vorbereitung (Abschluß in 2005)



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- Suche nach Quelle/Ursprung des RDX-Schadens (Fortsetzung)
 - Phase III: Weitergehende Untersuchungen
 - Erkundungen im Bereich von “Bauprojekten”
 - + Stellflächen/Parkplätze/Landebahn
 - + Wälle/Berme
 - + Sportplätze
 - + Verfüllbereiche bei Entnahmestellen
- ➔ Keine Kontaminationen feststellbar und daher kein Eintrag



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004

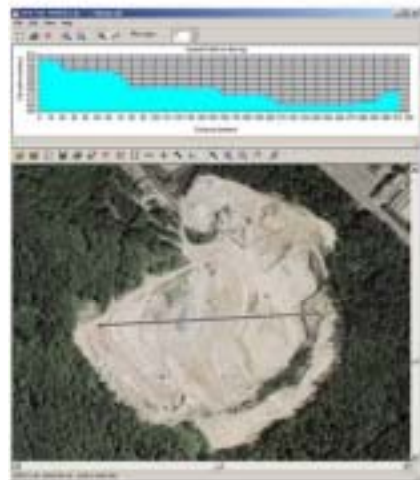


282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- Suche nach Quelle/Ursprung des RDX-Schadens (Fortsetzung)
 - Phase III: Weitergehende Untersuchungen
 - Erkundungen im Bereich des Steinbruchs
 - + Exakte betriebliche Erfassung
 - + Mengenermittlungen
 - + Detaillierte Analysen im Steinbruch/Vorabsiebung
 - + Eingrenzung des Schadens



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER

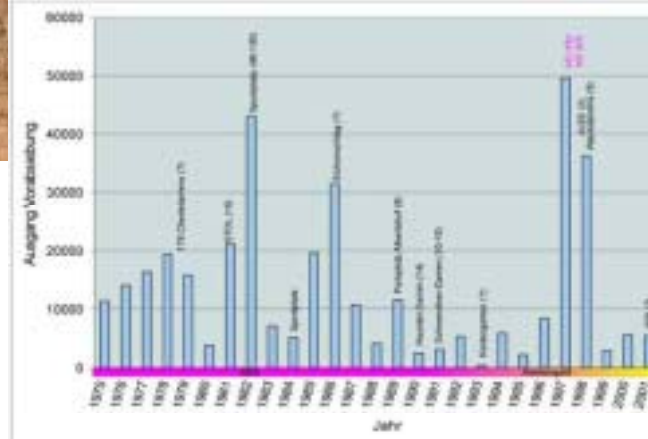


Hexogen – Schadensfall Hohenfels



Vorabsiebung

Zuordnung des Materialverbrauches



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltlasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004

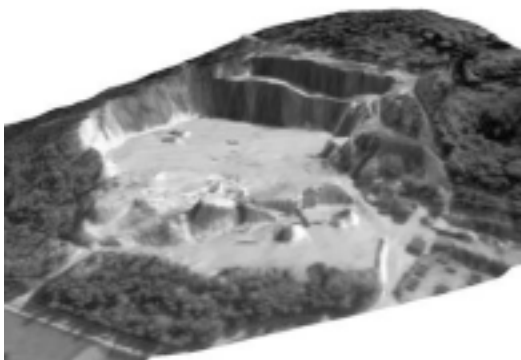


282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

3-D Analyse des Steinbruches



Zustand 1987

Problem: Gebrochenes Material nach 1990 weist RDX-Gehalte auf

Erklärung: Alte Abbaubereiche kontaminiert



Zustand 2003

SUPPORT THE PILLARS

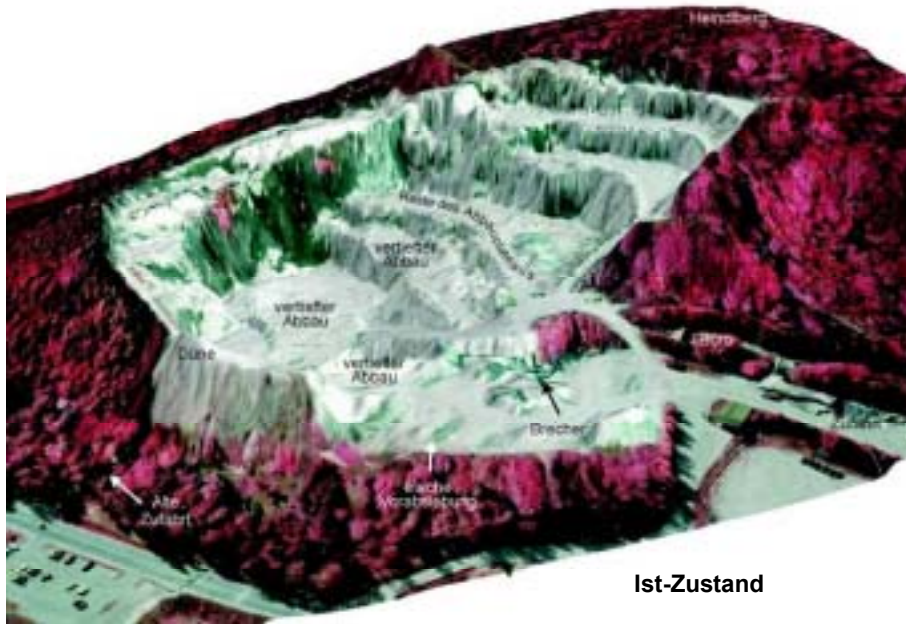
Fachtagung Rüstungsaltlasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels



Ist-Zustand

SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004



282D BSB ENGINEER



Hexogen – Schadensfall Hohenfels

- **Status**
 - **Eintragungsschwerpunkte ermittelt: Steinbruch und Deponien**
 - **Maßnahmen im Steinbruch**
 - z.Zt. nur eingeschränkter Abbau auf höheren Niveaus
 - Antrag zur Erweiterung des Steinbruches zur Sicherstellung des Verbrauchsmaterials
 - Konzeptstudie zur Sanierung



SUPPORT THE PILLARS

Fachtagung Rüstungsaltslasten, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 14. Oktober 2004

Rüstungsaltslasten und Rechtsstrukturen

Johannes Köppler, IBL Umwelt- und Biotechnik GmbH, Ludwigshafen

DIE UMWELT FACTORY

IBL UMWELT
ABFALL
SICHERHEIT

Übersicht

- **Block 1** Einführung, Ziele, Erfahrungshintergrund
- **Block 2** Rüstungsproduktion im 1. Weltkrieg
- **Block 3** Rüstungsproduktion im 2. Weltkrieg
- **Block 4** Rechtsverfahren zu Haftungsfragen, RüstAltFG, Ausblick
- **Block 5** Diskussion

Lösungen für die Zukunft

Block 1 Einführung, Ziele, Erfahrungshintergrund

- **Kenntnis der Rechtsstrukturen notwendig für Prüfung der Haftungsfragen**
- **These:**
Prüfung der Haftungsfragen lohnt sich, da häufiger ein (Gesamt-) Rechtsnachfolger existiert, als allgemein angenommen
- **Erfahrungen aus der HE von Rüstungsaltsstandorten, insbesondere der Ermittlung von Rechtsstrukturen und Rechtsverhältnissen zur Prüfung von Haftungsfragen**
- **Erfahrungen als Gutachter, kein Jurist!**

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919

1. **Reichseigene Produktionsstätten**
2. **Privatbetriebe der Rüstungsindustrie in Bayern**
3. **Munitionszerlegestellen/Munitionsvernichtung nach dem 1. Weltkrieg**



1. Reichseigene Produktionsstätten

- Sprengstoff-/Pulverfabriken Ingolstadt, Dachau
- Munitionsanstalten und Munitionsanfertigungsstellen der Artilleriedepots
München, Augsburg, Würzburg, Ingolstadt, Fürth, Bamberg, Amberg, Grafenwöhr, Lechfeld, Neu-Ulm
(mehrere Standorte je Artilleriedepot möglich)
- Hauptlaboratorium, Geschößfabrik Ingolstadt

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 1. Reichseigene Produktionsstätten

Lösungen für die Zukunft



Rechtsstrukturen / Merkmale

- Betreiber: Bayerisches Kriegsministerium
- Verwaltung: Bayerische Feldzeugmeisterei

Verantwortlich für die im hoheitlichen Bereich verursachten (eigenen) Rüstungsaltslasten ist das Deutsche Reich

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 1. Reichseigene Produktionsstätten

Lösungen für die Zukunft

2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie in Bayern

- Sprengstoff-/Pulverfabriken Hasloch, Thansau, Bobingen
- Füllstellen
Neumarkt, Weißenburg, Krumbach, Karlstadt, München
- Ladewerk Roth
- Geschoßentladewerk Mering
- Zünderfertigung: Nürnberg, Fürth, Stadeln, Schweinfurth

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

Rechtsstrukturen / Merkmale

- Viele Einzelbetriebe, nur teilweise konzernzugehörig
- Trotz Kriegszwangswirtschaft („Ermächtigungsgesetz“, „Hindenburg-Programm“) war das Reich nicht „Zweckveranlasser“ und die Industrie nicht „bloßes Werkzeug“
- Daher keine Haftung des Deutschen Reiches
- Für Rüstungsaltslasten von Privatbetrieben haften allein die unmittelbaren Verursacher bzw. deren Rechtsnachfolger
- Beispiele:
Espagit AG Hallschlag, Carbonit AG Leverkusen

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

Beispiel ESPAGIT AG Hallschlag, Rheinland-Pfalz (I)

- 1914** Gründung der Eifeler Sprengstoffwerke im Auftrag der Heeresverwaltung, zunächst unabhängig vom marktbeherrschenden Dynamit-Trust (DAG), später vertragliche Unterwerfung nach Kreditverweigerung
- 1916** ESPAGIT AG, Auflösung des Vertrags mit DAG
- 1917** finanzielle Unterstützung durch Wumba
Sicherungshypothek für Reichsmilitärfiskus
- 1920** Explosion und Zerstörung der Werksanlagen
Spekulation um gewinnbringende Nachfolgegesellschaft

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

Beispiel ESPAGIT AG Hallschlag, Rheinland-Pfalz (II)

- 1922** Beginn der Liquidation – ESPAGIT AG i. L.
- 1923** Gründung Eifeler Industrierwerke AG AG (EIAG)
Erwerb des Werksgeländes durch EIAG
- 1925** Beginn der Liquidation der EIAG i. L.
- 1964** Wiederbelebungsversuche Fa. Josef Meissner Köln
Widerspruch gegen Konkurs wg. vorhandener Aktiva
Erwerb des Werksgeländes durch Fa. Meissner
- 1990er Jahre** Abschluss der Liquidation der ESPAGIT AG und der EIAG

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

DIE UMWELT FACTORY

IBL UMWELT
ABFALL
SICHERHEIT



Lösungen für die Zukunft

DIE UMWELT FACTORY

IBL UMWELT
ABFALL
SICHERHEIT

Beispiel CARBONIT AG Leverkusen (I)

- 1887** gegründet
- 1890** Umwandlung in AG, Gewinnverteilungsvertrag mit engl. und dt. Sprengstoffindustrie
- 1900** Vertrag mit DAG auf 25 Jahre, Dividende 75% der NOBEL-DYNAMITE-TRUST-COMPANY Ltd., London
- 1911** Erhöhung Stammkapital um 1,4 Mio. durch Aktienausgabe an DAG, Dauer der Gesellschaft 25 Jahre, zum Ablauf Veräußerung an DAG, Erhöhung der Dividende auf 85% des Trust

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

Beispiel CARBONIT AG Leverkusen (II)

- 1915** Beteiligungen der dt. Sprengstoffindustrie am Trust werden zugunsten von Beteiligungen an der DAG aufgelöst, Stammkapital der DAG wird von 12 auf 36 Mio. erhöht. Neuer Vertrag mit weitreichender Einflussnahme der DAG auf GF und AR der CARBONIT AG
- 1920** immense GW-Verunreinigung wird aktenkundig
- 1935** Umwandlung der CARBONIT AG „unter Ausschluss der Liquidation“, Übertragung der Vermögenswerte auf die Hauptgesellschafterin DAG
- 1988** Umbenennung der DAG in HÜLS TROISDORF AG
= (Gesamt-?) Rechtsnachfolgerin der CARBONIT AG ?

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 2. Privatbetriebe der Rüstungsindustrie

Lösungen für die Zukunft

3. Munitionsvernichtung nach dem 1. Weltkrieg

- Zahlreiche Zerlegestellen in Bayern in den ehem. Munas und Munitionslagern sowie auf freiem Feld
- Interalliierte-Militär-Kontroll-Kommission (IMKK)
- Verwaltung durch Reichstreuhand AG
- Delaborierung durch Munas und Privatbetriebe
- Konsortialführer Berlin-Burger Eisenwerk AG (Reich), in Bayern: Bayerische Sprengstoff AG, Metallwerke Trampusch & Eckel, Metallwerke Flörsheim
- Beispiel HOPPECKE AG, Dynamit- und Sprengstofffabrik, im 1.WK zentrale Aufarbeitungsstelle für Nahkampfmittel, Betreiber mehrerer Zerlegestellen

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 3. Munitionsvernichtung nach 1. WK

Lösungen für die Zukunft

Beispiel Sprengstoff-Fabriken HOPPECKE AG

- 1905 in Hamburg gegründet, ab 1909 Sitz in Köln
- 1925 Umbenennung in DOMINITWERKE AG
- 1932 Übernahme durch die AFA AG / VARTA AG
- 1971 Verschmelzung mit der CEAG zur CEAG-Dominit AG
- 1982 Eingliederung in die CEAG Industrie-Aktien und Anlagen AG
- 1989 Verschmelzung mit und Umbenennung in Gesellschaft für Industrie-Interessen und Investitionen mbH (GFI)
- 1992 Umbenennung in CeDo Ges. für Beteiligungen mbH
- 1998 Verschmelzung mit und Übertragung des Vermögens auf die übernehmende DELTON AG, Grundkapital 32 Mio. EUR

Block 2 Rüstungsproduktion bis 1919 – 3. Munitionsvernichtung nach 1. WK

Lösungen für die Zukunft

Block 3 Rüstungsproduktion im 2. Weltkrieg

1. Staatliche Rüstungsproduktion
2. Privatwirtschaftliche Rüstungsproduktion nach dem Rüstungsviereck (sog. „Montan-Schema“)

Lösungen für die Zukunft

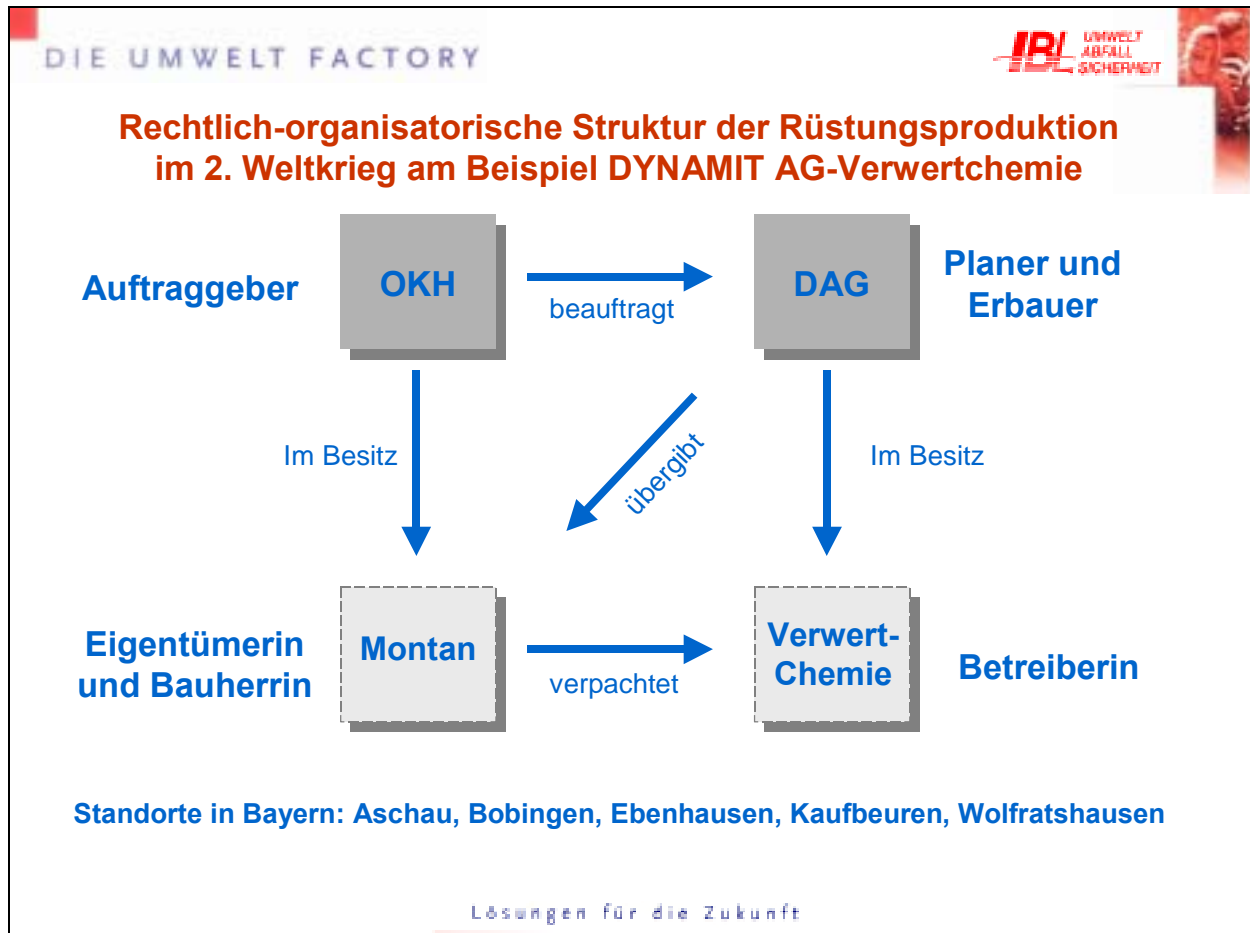


1. Staatliche Rüstungsproduktion

- Keine staatliche Sprengstoff-/Pulvererzeugung
- Beschränkung auf Munitionsfertigung in den Munitionsanstalten des Deutschen Reiches
- Betreiber waren die Teilstreitkräfte der Wehrmacht Heer, Luftwaffe, Marine
- Verantwortlich für Rüstungsaltposten der Munas ist die BRD als Rechtsnachfolgerin des Deutschen Reiches



2. Privatwirtschaftliche Rüstungsproduktion nach dem Rüstungsviereck (sog. „Montan-Schema“)



DIE UMWELT FACTORY **IRI** UMWELT ABFALL SICHERHEIT

Weitere Beteiligte im sog. „Rüstungsviereck“

Auftraggeber	Oberkommandos der Luftwaffe bzw. Marine
Eigentümerin	Luftfahrtanlagen GmbH (LAG)
Planer/Erbauer	Betreiber (Standorte in Bayern)
WASAG	Deutsche Sprengchemie (DSC) Geretsried, Kraiburg
DEGUSSA	Paraxol (Schrobenhausen, Welden)
GOLDSCHMIDT/ DEGUSSA/AUER	Orgacid (St. Georgen/ Traunreuth)
IG Farben	Anorgana (Gendorf)
DWM	DWM (Kaufbeuren-Neugablonz)

(insgesamt 128 Montan-Werke im 2. WK, davon 35 Explosivstoffbetriebe)

Lösungen für die Zukunft

Was wurde aus den Beteiligten im Rüstungsviereck und wer haftet für die Rüstungsaltslasten? (I)

Betreiberesellschaften/GmbH-Töchter (DSC, Paraxol, Orgacid ...)

- sind die unmittelbaren Verursacher der Rüstungsaltslasten
- wurden nach Kriegsende weitgehend liquidiert
- keine Rechtsnachfolger, daher keine Haftung

Ausnahme Verwertchemie?

Nach Auskunft der Dynamit Nobel wurde die „Gesellschaft zur Verwertung chemischer Erzeugnisse“ (VC) als „Betriebsführungsgesellschaft“ nach dem Krieg liquidiert.

Nach Becker wurde die VC weiterbetrieben und erst 1990 mit der Dynamit Nobel AG verschmolzen. Somit wäre die DN AG Rechtsnachfolgerin der VC.

Was wurde aus den Beteiligten im Rüstungsviereck und wer haftet für die Rüstungsaltslasten? (II)

Mutterkonzerne (DAG, WASAG, DWM ...)

- Muttergesellschaften sind nach Jorczyk polizeirechtlich als Störer zu qualifizieren

Gründe:

- die Betreiberfirmen waren weisungsabhängige Verrichtungsgehilfen (organisatorisch verlängerter Arm)
- die Verursacherhandlungen der Töchter sind den jeweiligen Muttergesellschaften zuzurechnen

Was wurde aus den Beteiligten im Rüstungsviereck und wer haftet für die Rüstungsaltslasten? (III)

Beispiel DWM

- 1889 als Metallpatronen AG in Karlsruhe gegründet
- 1896 umbenannt in Deutsche Waffen- und Munitionsfabriken AG (DWM)
- 1922 umbenannt in Berlin-Karlsruher Industrie-Werke AG (BERKA)
- 1936 erneut umbenannt in Deutsche Waffen- und Munitionsfabrike AG (DWM)
- 1949 umbenannt in Industrie-Werke Karlsruhe AG (IWK)
- 1970 umbenannt in Industrie-Werke Karlsruhe-Augsburg AG (IWKA)

IWKA

Was wurde aus den Beteiligten im Rüstungsviereck und wer haftet für die Rüstungsaltslasten? (IV)

MONTAN GmbH

- 1916 Verwertungsgesellschaft für Montanindustrie GmbH gegründet
- 1934 Erwerb durch Beauftragte des Heereswaffenamtes (GF Johann Martin, genannt Max Zeidelhack)
Dreh- und Angelpunkt des Rüstungsvierecks durch
 - Erwerb und Verwaltung der Liegenschaften
 - kaufmännische Überwachung der Rüstungsproduktion
- 1944 Übernahme durch Reichsfiskus, Umbenennung in Montan-Industriewerke GmbH
- 1951 Umbenennung in Industrieverwaltungsgesellschaft mbH (IVG)
100% Bundesbesitz
- 1986 Umwandlung in AG, Teilprivatisierung, 55% Bundesbesitz
- 1993 Privatisierung der IVG AG durch Verkauf der Bundesanteile

IVG AG

Block 4 Rechtsverfahren zu Haftungsfragen

1. **CARBONIT AG, Leverkusen (1. WK)**
Stadt Leverkusen ./. Hüls Troisdorf AG
2. **Herzberg am Harz (Montan-Standort, 2. WK)**
LK Osterode ./. IVG AG (Montan)
http://www.bundesverfassungsgericht.de/entscheidungen/frames/rk20010308_1bvr165399
3. **Lufthauptmunitionsanstalt Hambühren (2.WK)**
LK Celle ./. BRD
(Az.: 7 LC 97/02 2 A 261/01 und 7 LC 98/02 2 A255/01)

Block 4 Rechtsverfahren zu Haftungsfragen

Lösungen für die Zukunft

Außergerichtliche Einigungen

**1990 Vergleich Land Hessen mit IVG AG über die
Sanierung der hessischen IVG/ Montan-Standorte, u. a.**

- **Hessisch Lichtenau (DAG-VC),**
- **Stadtallendorf (DAG-VC),**
- **Lippoldsberg (Paraxol)**

gegen einmalige Zahlung von 25 Mio. DM

Block 4 Rechtsverfahren zu Haftungsfragen

Lösungen für die Zukunft

Rüstungsaltslastenfinanzierungsgesetz

Entwurf eines Gesetzes über die Finanzierung der Beseitigung von Rüstungsaltslasten in der Bundesrepublik Deutschland (RüstAltFG)

Gesetzentwurf des Bundesrates vom 05.11.2003/Drucksache 15/1888

- Gesetzesinitiativen 1992 und 1997 vom Bundestag abgelehnt
- Entwurf von 2001 nicht zur Abstimmung gelangt
- 2003 Erneute Initiative des Landes Brandenburg mit überarbeitetem Gesetzentwurf

Block 4 Rechtsverfahren zu Haftungsfragen

Lösungen für die Zukunft

Block 5 Diskussion

Lösungen für die Zukunft

Produktionsstrukturen und Schadstoffpotenzial von Rüstungsaltsstandorten des 1. Weltkrieges

Tobias Bausinger, Johannes Gutenberg-Universität Mainz

1 Problemstellung

Der Erste Weltkrieg (1. WK) ist bekannt für seine Materialschlachten. Nach einer amerikanischen Quelle kamen neben 50 Mrd. Schuss Infanteriemunition die in Tabelle 1 wiedergegebenen Mengen Artilleriemunition zum Einsatz.

Tab. 1: Geschätzter Verbrauch an Artilleriemunition während des 1. Weltkrieges (Mio. Schuss) (Prentiss 1937)

Land	Chemische Munition	Konventionelle Munition	Summe
Deutschland	33	485	518
Frankreich	16	334	350
England	4	178	182
USA	1	7	8
Rußland	3	69	72
Österreich	5	170	175
Italien	4	146	150
Summe	66	1.389	1.455

Herstellung und Verwendung derartigen Kriegsmaterials sowie die Beseitigung von Restbeständen nach 1918 können zu Umweltbelastungen geführt haben, die stellenweise auch heute noch von ökologischer Relevanz sind. Um den Stellenwert einzelner Standorte im Gesamtsystem der Materialbeschaffung des Deutschen Reiches bewerten zu können, müssen die Produktionsstrukturen der Jahre bis 1918 bekannt sein. Im Folgenden soll versucht werden, anhand ausgewählter Quellen einen knappen Einblick in die Organisation der Heeresrüstung und die Einstufung des von derartigen Standorten ausgehenden Schadstoffpotenzials zu geben. Das auf Rüstungsaltsstandorten des 1. Weltkrieges zu erwartende Schadstoffspektrum wird exemplarisch anhand der Betrachtung von Delaborierbetrieben dargestellt.

2 Produktion von Heeresmaterial zu Kriegsbeginn

In der Vorkriegszeit wurde zur Beschaffung von Material für das Reichsheer sowohl die Privatindustrie als auch staatliche Betriebe herangezogen. Neben großen Rüstungsfirmen wie Krupp und Rheinmetall waren die als „Technische Institute“ (TIs) oder „Heereswerkstätten“ bezeichneten Einrichtungen dafür zuständig „Streitmittel und Feldgerät zu entwerfen, anzufertigen, umzuändern, instandzusetzen und an deren Vervollkommnung mitzuwirken“ (Genth 1926). Rund 60 % des Materialetats des Kriegsministeriums flossen an die Privatindustrie, rund 40 % an die Technischen Institute. Zugeordnet waren die TIs der Feldzeugmeisterei, diese wiederum unterstand dem Allgemeinen Kriegsdepartement des Kriegsministeriums. Es wurden folgende Betriebstypen unterschieden (Genth 1926; Trimborn 2002):

Technische Institute der Artillerie

- Pulverfabriken: Herstellung von Pulvern und Sprengstoffen, Munitionsfüllung
- Feuerwerkslaboratorien: Herstellung von Zündern und Zündhütchen, Initialsprengstoffen, Zünd- und pyrotechnischen Sätzen, Munitionsfüllung
- Geschützgießereien: Herstellung von Geschützrohren und Geschosshüllen, Munitionsfüllung
- Geschossfabriken: Herstellung von Geschosshüllen, Munitionsfüllung
- Artilleriewerkstätten: Fertigung von Lafetten und Protzen für die Feld-, Fuß- und Küstenartillerie, Boots- und Landungslafetten, allen Fahrzeugtypen für Train und Truppen, Geschirr- und Stallsachen, Geschützzubehör, Werkzeugen, Pulvertonnen
- Artilleriekonstruktionsbüros: Weiterentwicklung von Artilleriegerät

Technische Institute der Infanterie

- Gewehrfabriken: Herstellung von Gewehren, Revolvern, Maschinengewehren
- Munitionsfabriken: Herstellung von Infanteriemunition
- Infanteriekonstruktionsbüros: Weiterentwicklung von Infanteriegerät

Neben diesen staatlichen Beschaffungsstellen waren die ebenfalls der Feldzeugmeisterei unterstellten Artilleriedepots (Ads) und Nebenartilleriedepots (NAds) zuständig für Lagerung, Verwaltung, Nachschub und Transport dieses Materials: „Sie haben die ihnen zugewiesenen, aus Handwaffen, Feldartillerie-Material, Feldartilleriegeräth und Munition bestehenden Bestände aufzubewahren, instandzuhalten, zu ergänzen, an die Truppen abzugeben und die bei diesen außer Gebrauch tretenden Gegenstände anzunehmen“ (Kriegsministerium 1903). Artilleriedepots konnte neben einem Munitionslager auch eine Munitionsanstalt („Laboratorium“) angegliedert sein, deren Aufgabe wie folgt definiert war: „Munitionsgegenstände, soweit sie von den technischen Instituten nicht fertig zu liefern, sowie Instandsetzungen, die nach den Bestimmungen von diesen Instituten nicht zu bewirken sind, werden in den Munitionsanstalten der Ad. angefertigt, zusammengestellt und instandgesetzt“ (Kriegsministerium 1903).

Listen der bekannten Ads, NAds und Marindepots vor Ausbruch des 1. Weltkrieges, sowie von Privatfirmen, die in die Munitionsversorgung der Armee involviert waren, finden sich in Preuß (2002).

3 Produktion von Heeresmaterial während des 1. Weltkrieges

Schon zu Beginn des Krieges zeigte sich, dass Kriegsdauer und Materialbedarf vom Kriegsministerium völlig unterschätzt worden waren. An manchen Tagen des 1. Weltkrieges wurde mehr Artilleriemunition verbraucht, als im gesamten sieben Monate dauernden Deutsch-Französischen Krieg 1870/71, welcher auf deutscher Seite lediglich 0,66 Mio. Schuss erforderte (Riebicke 1936).

Diesem Versorgungsdefizit wurde durch Erweiterung und Modernisierung vorhandener sowie Schaffung neuer militärischer Produktionskapazitäten in den Technischen Instituten und Artilleriedepots entgegengewirkt. So wuchs die Arbeiterzahl der preußischen TIs von 21.800 im Jahre 1913 auf 133.600 im Jahre 1918 an (Hassenstein 1942).

Die Privatindustrie wurde in großem Stil in die Materialbeschaffung einbezogen. Beispielsweise wuchs die Belegschaftsstärke der Kruppschen Gußstahlfabrik von 39.090 Personen im Zeitabschnitt 1913/14 auf 105.741 im Oktober 1918 an. Infolgedessen und durch zunehmende Mechanisierung der Herstellungsverfahren konnte in diesem Werk die Produktion von Zündern auf das Vierfache und die Geschossfertigung auf das Neunfache des Vorkriegsstandes erhöht werden (Burchardt 1987).

Ein großes Problem stellte die Rohstoffversorgung dar. Im industriellen Sektor mangelte es an Metallen und Rohstoffen für die chemische Industrie. Aus diesem Grund mussten Ersatzprodukte gefunden werden. Beispiele aus dem Munitionswesen waren Graugussgeschosse oder Ersatzsprengstoffe wie Dinitrobenzol, Trinitroanisol und Trinitronaphthalin. Ersatzsprengstoffe, zu denen auch Mischungen auf Ammoniumnitrat- oder Kaliumperchlorat-Basis zählen, nahmen einen bedeutenden Raum in der Gesamtproduktion von Explosivstoffen ein (Schwarte 1920). Einen Eindruck von ihrer Bedeutung im Rahmen der Gesamterzeugung von Explosivstoffen können die Angaben in Tabelle 2 vermitteln. Leider geht aus Schoen (1936) nicht hervor, auf welche Fabriken bzw. Regionen Deutschlands sich diese Zahlen beziehen. Es kann sich aber kaum um die Gesamtfertigung im Deutschen Reich handeln, da hierfür höhere Produktionsziffern anzunehmen sind.

Tab. 2: Fertigung von Explosivstoffen (t) in Deutschland während des 1. Weltkrieges, exakter Bezugsrahmen unbekannt (Schoen 1936)

Explosivstoffe	Chemische Bezeichnung	1914	1915	1916	1917	1918	Gesamtmenge
Rauchschwaches Pulver		2.093	4.812	6.830	10.519	13.380	37.634
Rauchstarkes Pulver		149	283	508	420	519	1.879
Fp. 02	2,4,6-Trinitrotoluol	952	3.271	6.011	6.280	6.048	22.562
Grf. 88	2,4,6-Trinitrophenol	85	111	1.126	2.130	2.656	6.108
Aushilfssprengstoffe		1.352	5.573	10.375	13.818	11.615	42.733
Ammonsalpeter	Ammoniumnitrat	1.142	3.742	3.940	10.821	12.402	32.047
Gesamtmenge		5.773	17.792	28.790	43.988	46.620	142.963

Aufstellungen der bekannten TIs, Ads, NAds und Marinedepots im Jahr 1918 können Thieme (1998) entnommen werden. Nähere Informationen zu einzelnen staatlichen und privatwirtschaftlichen Explosivstoffwerken gibt Trimborn (2002).

4 Schadstoffpotenzial

Zur Bewertung von Altlastflächen muss das Schadstoffinventar in qualitativer und quantitativer Hinsicht ebenso berücksichtigt werden, wie die geowissenschaftliche Standortcharakteristik und die aktuelle oder geplante Flächennutzung.

Zur Abschätzung der Gefährlichkeit des Stoffinventars wird das Schadstoffpotenzial bestimmt, welches nach Bartetzko et al. (1999) wie folgt definiert ist:

„Das Schadstoffpotenzial beschreibt die Konzentration und Menge sowie die Eigenschaften (insbesondere Toxizität und Mobilität) der verschiedenen umweltrelevanten Schadstoffe und Schadstoffgruppen“.

Die zu erwartenden Stoffmengen und -konzentrationen können häufig im Zuge einer historischen Standorterkundung näher ermittelt werden. Die Stoffgefährlichkeit wird gemäß Gefahrstoffverordnung bewertet und die Mobilität leitet sich aus chemisch-physikalischen Größen wie Adsorbierbarkeit, Dampfdruck, Löslichkeit etc. ab.

Es scheint sinnvoll, obige Definition des Schadstoffpotenzials eines Standortes um die Punkte „Kontaminationspotenzial“ und „Abbaubarkeit der Schadstoffe“ zu ergänzen. „Das Kontaminationspotenzial eines Altstandortes ist bedingt durch die Wahrscheinlichkeit bzw. Möglichkeit, dass aufgrund gewerblicher, industrieller oder sonstiger Vornutzungen Schadstoffe freigesetzt werden“ (Preuß & Eitelberg 1996). Es werden fünf Kategorien unterschieden:

- Kategorie I (hoch): Kampfstoff-, Pulver- und Sprengstoffproduktion; Füllstellen; Delaborierwerke u. a.

- Kategorie II (mäßig): Herstellung von Vor-, Zwischen- und Hilfsprodukten; Munitionsanstalten u. a.
- Kategorie III (niedrig): Kasernen; Munitionsdepots; Gerätelager u. a.
- Kategorie IV (fraglich): Exerzierplätze; Sanitätsdepots u. a.
- Kategorie V (kein): Militärische Dienststellen (Verwaltung)

Die Abbaubarkeit unter den herrschenden Umweltbedingungen muss ebenfalls Eingang in die Bewertung eines Schadstoffs finden.

Somit handelt es sich bei dem Kontaminationspotenzial und Stoffinventar um flächenbezogene Größen, da diese von Art und Umfang der betrieblichen Tätigkeit abhängen. Toxizität, Mobilität und Abbaubarkeit stellen stoffbezogene Werte dar, wobei Abbaubarkeit und Mobilität von den naturräumlichen Rahmenbedingungen mitbestimmt werden (Abb. 1).



Abb. 1: Das Schadstoffpotenzial eines Standortes wird durch fünf Einflussgrößen bestimmt.

Einen Eindruck von der Vielfalt potenzieller Schadstoffe von Rüstungsaltsstandorten des 1. Weltkrieges kann man bei der Betrachtung von Delaborierbetrieben erhalten. Auf derartigen Flächen wurden oftmals unterschiedlichste Kampfmittel nicht nur deutschen Ursprungs, sondern auch fremde Munition aus Beutebeständen verarbeitet. Daher muss auf diesen Standorten mit einem breiten Schadstoffspektrum gerechnet werden.

5 Delaborierbetriebe

Die Aufgabe von Delaborierbetrieben bestand im Wesentlichen in der

- Beseitigung von Kriegsmaterial (Artillerie-/Infanteriemunition, sonstige Kampfmittel)
- Wiedergewinnung von nutzbaren Rohmaterialien (Metallen, chemischen Produkten)

Der Arbeitszeitraum erstreckte sich vom 1. Weltkrieg bis in die 1920er Jahre, ein erkennbarer Schwerpunkt liegt in den Jahren 1919 – 22. Charakteristische Tätigkeiten waren u.a. (Thieme 1998; Preuß et al. 2002):

- Zerlegen, Sprengen und Ausbrennen von Munition bzw. Munitionsbestandteilen
- Verbrennen von Explosiv- und Kampfstoffen
- Ausschmelzen, Auswaschen oder Ausdüsen von Sprengstoffen
- Gewinnung von Metallen (Stahl, Blei, Kupfer, Messing etc.)
- Gewinnung von Ammoniumnitrat aus Explosivstoffen und Verkauf als Düngemittel

Hierbei wurde eine Vielzahl von Schadstoffen verarbeitet. Neben Arsen und seinen Verbindungen, welches aus Kampfstoffen, Rauchentwicklern und Metallegierungen (z. B. Hartblei) stammen konnte, spielten Blei aus Geschosskugeln, Gaskampf- und Initialzündmitteln, Kupfer aus Führungsbändern und Munitionshülsen sowie gelegentlich Quecksilber aus Initialzündmitteln eine Rolle. Hinzu kamen verschiedenste Sprengstoffe, von denen z. B. Di- und Trinitrobenzole,

-naphthaline und -toluole sowie deren Metabolite auf derartigen Flächen gefunden werden. Im Kampfstoffsektor kommen als heute noch bedeutsame Kontaminanten insbesondere aromatische Arsenverbindungen, S-Lost („Senfgas“) und als Kampfstofflösemittel eingesetzte Chlorkohlenwasserstoffe in Betracht. Infolge von Verbrennungsprozessen können PAKs, Dioxine und Arsenverbindungen (z. B: Arsen(III)-oxid) freigesetzt worden sein (Thieme 1998; Preuß & Eitelberg 1999). Darüber hinaus kann von verbliebener Munition eine zusätzliche Gefahr ausgehen.

6 Schlussfolgerungen

Die Rüstungsproduktion des Deutschen Reiches basierte während des 1. Weltkrieges neben der Privatwirtschaft auch auf unter militärischer Führung stehenden staatlichen Fabriken. Diese unter dem Begriff der „Technischen Institute“ zusammengefassten Einrichtungen wurden unterstützt durch Fertigungskapazitäten in Artilleriedepots.

Insbesondere Standorte der Produktion und Verarbeitung munitionsbezogener Güter weisen ein mäßiges bis hohes Kontaminationspotenzial auf. Die Stoffgefährlichkeit der dort verarbeiteten und infolge der Betriebstätigkeit freigesetzten Produkte (Explosiv- und Kampfstoffe, Arsen, PAKs, Schwermetalle etc.) ist gemäß Gefahrstoffverordnung und MAK-Werte-Liste oftmals hoch zu bewerten (giftig, sehr giftig, explosionsgefährlich, umweltgefährlich, karzinogen etc.). Infolge begrenzter Abbaubarkeit und Mobilität unter Umweltbedingungen ist die Persistenz vieler dieser Stoffe häufig vergleichsweise hoch, so dass auch nach über acht Jahrzehnten noch Schadstoffe des 1. Weltkrieges auf Altstandorten anzutreffen sein können. Hieraus ergibt sich ein entsprechend hohes Schadstoffpotenzial für Fabriken zur Herstellung und Füllung von Explosiv- und Kampfstoffen sowie Delaborierplätzen. Für Standorte mit reiner Lagertätigkeit ist ein geringeres Schadstoffpotenzial anzunehmen.

Grundsätzlich kann von Altstandorten des 1. WK eine ähnliche Gefährdung ausgehen wie von Standorten des 2. WK, da ökotoxikologisch ähnlich zu bewertende Stoffe in quantitativ vergleichbarer Größenordnung gehandhabt wurden. Es ist jedoch mit einem teilweise abgewandelten Stoffspektrum zu rechnen. Viele Kampfstoffe des 1. Weltkrieges wurden nach 1918 nicht mehr hergestellt, andererseits wurden im 2. Weltkrieg Spreng- und Kampfstoffe produziert, die 1914 – 18 keine Bedeutung hatten.

7 Quellen

Bartzko, G.; Rippen, G.; Wiesert, P. (1999): Erarbeitung von Programmen zur Überwachung von altlastverdächtigen Flächen und Altlasten. UBA-Text 96/99 Bd. 1. Berlin: Umweltbundesamt.

Burchardt, L. (1987): Zwischen Kriegsgewinnen und Kriegskosten: Krupp im Ersten Weltkrieg. In: Zeitschrift für Unternehmensgeschichte 32: 71 – 123.

Genth, A. (1926): Die preußischen Heereswerkstätten, ihre Entwicklung, allgemeine volkswirtschaftliche Bedeutung und ihr Übergang in privatwirtschaftliche Betriebe. Dissertation. Berlin.

Hassenstein, W. (1942): Aus der Gründungszeit der alten preußischen Waffenschmiede. München: Schrimppf.

Kriegsministerium (1903): Verwaltungsvorschrift für Artilleriedepots (Vv. f. Ad.). D. V. E. No. 31. Berlin: Mittler.

- Prentiss, A. M. (1937): Chemicals in war. A treatise on chemical warfare. New York u.a.: McGraw-Hill.
- Preuß, J.; Eitelberg, F. (1996): Rüstungsaltposten Teil 2: Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltposten. Wiesbaden: HLFU.
- Preuß, J.; Eitelberg, F. (1999): Hallschlag. Mainzer Geographische Studien 45. Mainz: Geographisches Institut der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.
- Preuß, J. (2002): Zahlencode-System des Heeres von 1925 bis 1940. Schwäbisch Hall: Schwend.
- Preuß, J.; Eitelberg, F.; Albrecht, G. et al. (2002): Modellhafte Altpostenuntersuchung an ausgewählten Standorten der Munitionszersetzung und -vernichtung nach dem Ersten Weltkrieg. UBA-Text 49/02. Berlin: Umweltbundesamt.
- Riebicke, O. (1936): Was brauchte der Weltkrieg? Leipzig: Hase & Koehler.
- Schoen, E. (1936): Geschichte des deutschen Feuerwerkswesens der Armee und Marine mit Einschluß des Zeugwesens. Berlin: Paul.
- Schwarte, M. (1920): Die Technik im Weltkriege. Berlin: Mittler.
- Thieme, J. (1998): Umweltrelevante und technische Aspekte der Zerlegung von Munition und Waffen nach dem 1. Weltkrieg. UBA-Text 3/99. Berlin: Umweltbundesamt.
- Trimborn, F. (2002): Explosivstofffabriken in Deutschland. Köln: Locher.

Erfahrungen aus der Praxis (Vortragsthemen und Stichpunkte)

Alexander Schwendner, LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten, Nürnberg

Bisheriger Stand der Bearbeitung

Phase 1a – Bestandsaufnahme und Priorisierung, Phase 1b – Vertiefte historische Erkundung; Vorteile der bayerischen Vorgehensweise: effektiv, kostengünstig; zeitsparend; Nachteile: keine Historische Erkundung im eigentlichen Sinn; Querprüfung zwischen den Teilschritten fehlt; Probleme bei der Ausweisung der Verdachtsflächen; Beispiele

Folgerungen

Vor dem Erstellen des Erkundungskonzepts bzw. vor der OE:

- Gewissenhafte Durchsicht aller zusammengetragenen Archivunterlagen
- Evtl. ergänzende Anfrage bei der OFD Hannover
- Vorhandene Luftbilder beschaffen und sichten – Querprüfung
- Überprüfung der Georeferenzierung sowie ggf. ergänzende Digitalisierung
- Detailliertes Beschreiben der Historie und der relevanten Arbeiten
- Festlegen des Schadstoffinventars, Entwickeln des Austragsmodells
- Probenahmeplan? muss anknüpfen an vorhandene GIS-Daten

Lokalisieren von Sprengtrichtern

Möglich über Georeferenzierung von Luftbildern und GPS oder über Geländehinweise; nicht möglich bei unbrauchbaren Luftbildern oder fehlenden Geländehinweisen; Beispiele

Schadstoffverteilung im Boden / Probenahmetechniken

Fall 1: Spreng- bzw. Schießplatz; Homogener Eintrag über Luft – alle Probenahmetechniken geeignet

Fall 2: Impactbereich einer Schießbahn bzw. Umfeld eines Hartziels; heterogene Rückstände (Korngröße), heterogener Eintrag in den Boden; Methode 4 Einstiche mit Pürckhauerbohrstock ungeeignet

Fall 3: Sprengtrichter, heterogene Rückstände von Staub- bis Brockengröße; heterogener Eintrag; Sondierbohrung ungeeignet;

Fall 4: LGA-Probenahmemethode; Schürfen, Mischtechnik; Doppelbestimmungen; gute Übereinstimmungen erzielt

Schadstoffverteilung im Boden / Analysenmethoden

Rest-Heterogenitäten trotz Homogenisierung innerhalb von Bodenproben möglich; daher neue Analysenmethode nach SCHWENDNER/HAAS entwickelt;

Beispiel 1: Gegenüberstellung Methanolextrakt – Methode n. SCHWENDNER/HAAS –Standard-Eluat bei RDX/HMX

Beispiel 2: Gegenüberstellung Methanolextrakt – Methode n. SCHWENDNER/HAAS –Standard-Eluat bei NA

Fazit: Methanol-Extrakt hat Nachteile (zu unempfindlich; bei RDX; evtl. unerkannte GW-Gefährdung wegen zu geringer Empfindlichkeit. Methode nach SCHWENDNER/HAAS liefert bessere NWG und repräsentativere Ergebnisse

Schadstoffspektrum Wasser (HMA) – Leitparameter

Verteilung und Häufigkeit von Standardparametern im Grundwasser; Rolle der Phthalate noch zu wenig beachtet, Hexogens häufig problematischer als TNT trotz geringerer Bedeutung im WKII und schlechterer Wasserlöslichkeit

Stoffspektrum Wasser (HMA) – Standardmethode (HPLC)

Schadstoffvielfalt im GW möglich; Einschränkungen bei der (Standard)-HPLC-Methode bezüglich des Erfassungsgrads

Konzentrationsschwankungen Wasser (HMA) – Inhomogene Aquifere

STV/PTV-Konzentrationsschwankungen bei Pumpversuchen in einem vermeintlich homogenen Aquifer (Abstrom)

Konzentrationsschwankungen Wasser (Quelle im Abstrom)

Wöchentliche Untersuchung eine Quelle; extreme Konzentrationsschwankungen; Parallelisierung mit Niederschlagsereignissen nicht möglich;
viel Regen = viel Austrag oder viel Regen = viel Verdünnung?

Konzentrationsschwankungen Wasser (Messstelle innerhalb Sprengplatz)

Starke Konzentrationsschwankungen; temporäre parallele Bildung von anaeroben und aeroben Abbauprodukten des TNT

Fazit:

- im Grundwasser können starke Schwankungen (Konzentration und Zusammensetzung) auftreten
- für eine fundierte Gefährdungsabschätzung sind unbedingt mehrfache Untersuchungen erforderlich
- „homogene“ Grundwasserleiter gibt es allenfalls im Kies
- der Untergrund ist i. d. R. wesentlich komplexer als unsere Modelle es darzustellen versuchen
- „wenn alles passt, dann stimmt was nicht“

Arbeitsschutz – Toxikologische Aspekte (ohne Kampfstoffe)

Extrem hohe Prüfwerte für Pfad Boden – Mensch in Vorbereitung; sollten auch bei Arbeitsschutzmaßnahmen Berücksichtigung finden; Overall oder Einwegschutzanzug, Handschuhe, Gummistiefel, bei Staubentwicklung Staubmaske ausreichend

Arbeitsschutz – Sicherheitsaspekte (Detonationsgefahr)

Handhabungssichere Munition = unbezündete Munition und bezündete Munition, mit einem Zünder, der nur bei Einwirkung (größerer) mechanischer Energie aktiviert wird; Ausnahmen: Munition mit Zerlegesatz oder stark korrodierten Zündsystemen.

Handhabungsunsichere Munition = Munition mit Zündsystem, das die Auslöseenergie in sich trägt, z.B. Munition mit vorgespanntem Zünder, wie die Splitterbombe SD 2 oder die Panzer- bzw. Sprenggranate 8,8 cm

Munition unklarer Stellung = angesprengte Munition und Munition mit Pikrinsäurefüllung – bezündert und unbezündert

Arbeitsschutz – Freimesspraxis

Freigabe aufgefüllter Bereiche (z.B. Sprengtrichter) über den oberflächennahen Bereich hinaus widerspricht dem, was technisch machbar ist; Gefahr der Detonation in freigegebenen Bereichen

Arbeitsschutz – Sicherheitskonzept beim Schürfen mit Munitionsverdacht

Probeschürfen = Räumen = Entschärfen = Sprengen (Rechtl. Graubereich); Ausweisen von Gefahren- bzw. Sicherheitsbereichen erforderlich; Markierungen, Sicherheitsposten; persönliche Schutzmaßnahmen

Schluss


- Ziel ist belastbare Gefährdungsabschätzung bzw. eine wirtschaftliche Detailerkundung und Sanierung.
- Das am besten geeignete Konzept entscheidet über Erfolg und Wirtschaftlichkeit von Maßnahmen.
- Voraussetzung um Daten und Geländeergebnisse in den richtigen Kontext zu stellen und zu interpretieren ist umfangreiches Wissen zu: Rüstungs-, Kriegs- und Nachkriegsgeschichte, Munitions-, Explosiv- und Kampfstoffkunde, geochemischen Zusammenhängen.

Erstellen von Untersuchungskonzepten

Jürgen Thieme, Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Hannover

1. **Sichtung und Auswertung der Standortunterlagen (Ergebnisse der HE)**
2. **Festlegung der kontaminationsverdächtigen Flächen und der Verteilung der Probennahmepunkte**
3. **Entscheid über Untersuchungsparameter**
4. **Ablauf der analytischen Arbeiten**

Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH



Relative Kosten der Stufen der Rüstungsaltpostenbearbeitung

Arbeitsschritt	Kostenfaktor	durchschnittliche Kosten
Vorrecherche	1	
HE	5	5 ... 50 T€
OU	50	80 ...300 T€
DU	100	

Eine Abnahme lückenhafter historischer Erkundungen und darauf basierender Untersuchungskonzepte führt zu erheblichen Mehrkosten bei Folgeuntersuchungen durch unnötige Probennahmen, chemische Analysen und ggf. Gefährdungen oder Baustillstandszeiten aufgrund von "Überraschungen" im Untergrund.



1.b. Ursachen von Mängeln der HE

Trotz Erfüllung von Grundvoraussetzungen Mängel:

- **Kostengründe (Beauftragung von Firmen mit unangemessen niedrigem Angebotspreis)**
- **Fehlen relevanter Unterlagen (Akten, Fachbücher, Luftbilder)**
- **Verneinung umfangreicher Recherchen durch Auftraggeber**
- **Fehlen von speziellen Fachkenntnissen (Gebiete: Rüstungs- und Militärgeschichte, Munitionstechnik, Chemie der Explosiv- und Kampfstoffe, Analytik, Luftbildauswertung, Archivwesen)**
- **Unzureichende Luftbildauswertetechnik und unerfahrene Interpreten**
- **fehlende Weiterbildung (z. B. Besuch von Fachveranstaltungen, Zeitschriftenauswertung)**



1.c. Historische Erkundung

Fehlen relevanter Akten

- Unkenntnis einschlägiger Archive und Bestände
- „Anfragen bei den Bundesarchiven Freiburg und Koblenz ergaben keine relevanten Bestände.“

Abschätzung der rüstungsaltslastrelevanten Archivalien:

- Ca. 75 bis 100 relevante Archive auf internationaler, Bundes-, Landes- und überregionaler Ebene, mit ca. 50.000 relevanten Akten
- Diverse Firmenarchive (Betreiberfirmen, Kampfmittelräumfirmen)
- Diverse Behördenarchive

- Recherchen zur Bearbeitung eines einzelnen Standortes ineffektiv
- Bearbeitung verschiedener Standorte erfordert oft mehrfache Auswertung von Akten mit unterschiedlicher Fragestellung



Keine effiziente historische Erkundung ohne Nachnutzung von einschlägigen Archivalsammlungen!

Bekannte Archivalsammlungen:

OFD Hannover (bundesweit, einschl. Archivalien-Datenbank, gepflegt bei M&P)

Sammlung zu Standorten in Bayern (IABG)

Ingenieurbüros und Einrichtungen, die langjährig einschlägige Arbeiten durchführten



1.d. Archivaliendatenbank der OFD Hannover

Aktueller Stand

- Ergebnisse aus Recherchen in 63 Archiven
- ca. 43.000 bearbeitete Archivalien
- Bestand ca. 355.000 Seiten aus ca. 16.000 Archivalien
(Medienformen: Papierkopien, Mikrofilme, -fiches, Fotonegative, -positive, Dias und Scans)
- Daten zu ca. 5.600 Einzelstandorte in Deutschland
- Rechnergestützte Erfassung mit verschiedenen Abfragemöglichkeiten

Nachnutzungsbedingungen

- Anfrage bei der OFD Hannover
- Initiale Archivaliendatenbankabfrage
- Übergabe Ergebnisliste
- Reproduktion von Archivalien und Übergabe an Besteller
(Einhaltung der Copyright-Bestimmungen)
(Begleitende Beschaffung von Archivalien)



2. Kontaminationsverdächtige Flächen

Übliche Varianten der Darstellung/ Zuordnung:

- Ganze Anlage
- Funktionaler Teil mit mehreren Gebäuden bzw. Anlagen
- Einzelne Gebäude bzw. Anlagen

Für effektive Erarbeitung eines Erkundungskonzeptes ist erforderlich:

Zu einer KVF nur Zuordnung von Anlagen bzw. Flächen, deren Infrastruktur und Handlung, damit Schadstoffspektrum und Kontaminationspotenzial vergleichbar sind
Ggf. Zusammenführung mehrerer KVF zu Gruppen (z. B. Munitionshäuser in Munas)

Eingrenzung einer KVF

- Berücksichtigung der Handlungen (oft Standardhandlungen lt. Vorschriften) und von singulären Ereignissen
- Berücksichtigung der Vor-Ort-Bedingungen (bauliche Anlagen, Vegetation, Geländestruktur, auffällige Flächenbereiche)
- Abwasserkanalisation

Verteilung und Anzahl der Probennahmepunkte auf der KVF

- Empfehlung der LAGA-AG QS
- Verteilung nach o. g. Nutzungsspezifika und örtlichen Gegebenheiten (ggf. Beachtung heterogener Verteilung)



3.a. Ausgewählte Analyseergebnisse

Verdachtsfläche	944	944	944	944
Sondierung	1	1	2	2
Probenkennzeichnung	944/1-1	944/1-3	944/2-1	944/2-2
Teufenbereich	0,1 - 0,5	3,0 - 4,0	0,2 - 1,0	1,0 - 2,0
Bodenart	AF, S	fS	AF, S	fS
Entnahmedatum	27.10.99	27.10.99	27.10.99	27.10.99
Labor-Nr.	9903938	9903939	9903940	9903941
Maßeinheit	mg/kg TM	mg/kg TM	mg/kg TM	mg/kg TM
Summe STV	8,62	n.n.	0,35	n.n.
2-Nitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
3-Nitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4-Nitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,4-Dinitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,6-Dinitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
3,4-Dinitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
3,5-Dinitrotoluol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2,4,6-Trinitrotoluol	4,99	< 0,01	< 0,01	< 0,01
1,3-Dinitrobenzol	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Oktogen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hexogen	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Hexyl	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Tetryl	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
1,3,5-Trinitrobenzol	0,27	< 0,01	< 0,01	< 0,01
2-Amino-4,6-Dinitrotoluol	1,41	< 0,01	0,15	< 0,01
4-Amino-2,6-Dinitrotoluol	1,95	< 0,01	0,20	< 0,01



3.b. Ermittlung relevanter branchentypisch-spezifischer Parameter

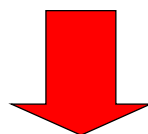
Ziel eines UBA-Forschungsvorhabens:

Schaffung der Grundlagen für die rechnergestützte Erstellung von Analysenpläne mit

- Zusammenstellung aller wichtigen rüstungsaltslastspezifischen Branchen und sowie der einzelnen Produktions- bzw. Nutzungsbereiche
- Zusammenstellung der wesentlicher umweltgefährdenden Stoffe, mit denen während des 1. bzw. 2. Weltkrieges umgegangen wurde
- Hinweise für die durchzuführenden analytischen Untersuchungen, unterteilt nach verschiedenen Untersuchungsphasen und nach Medien (Boden bzw. Wasser)

Anhang:

Angaben zu analytischen Verfahren für Sprengstoffe, Treibmittel, Initialsprengstoffe chemische Kampfstoffe sowie ihren Abbau- und Umwandlungsprodukten (mit Hinweisen zu NWG)



Umsetzung: Programm XUMA-A^{MOR}
Ergänzung: Stoffdatenbank STARS



4.b. Vor-Ort-Analytik

Ziel

- **Eingrenzung von kontaminierten Bereichen durch Untersuchung auf vermutete Hauptkontaminante**
- **gezielte Vorauswahl der Proben für die spätere analytisch-chemische Untersuchung**
- **Durchsetzung Arbeitsschutz (bei TNT-Belastungen)**



TNT-Schnelltest
NWG ca. 1-5 mg/kg

**Durchsetzung Arbeitsschutz (bei potenziellen Kampfstoffbelastungen):
Ionenmobilitätsspektrometer**



Praxishilfen für die Bearbeitung von Rüstungsaltslasten

Im Auftrag des Umweltbundesamtes erstellte Praxishilfen:

- **Branchentypische Inventarisierung von Bodenkontaminationen auf Rüstungsaltslast-Standorten**
- **Systematische Untersuchung eines Rüstungsaltslastverdachtsstandortes – Ein Praxisleitfaden**
- **Ermittlung branchentypisch-spezifischer Parameter für eine effektive Untersuchung von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten**
- **Nachschlagewerke:**
 - Explosivstofflexikon
 - Kampfstofflexikon
 - Katalog Übungs-, Nachweis- und Entgiftungsmittel



UBA-Texte 33/2003: Militärische und Rüstungsaltslasten (Sammelband)

Arbeitshilfen der Bundesländer (u. a. Bayern, Sachsen, Nordrhein-Westfalen)

Kampfmittelräumdienst des Landes Hessen

Gerhard Gossens, Regierungspräsidium Darmstadt

Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



Definition Kampfmittel:

Kampfmittel sind sämtliche zur Kriegführung bestimmte Munition aus dem Ersten und Zweiten Weltkrieg wie zum Beispiel:

- Bomben
- Minen
- Granaten
- Spreng- und Zündmittel
- Patronen
- Zünder
- oder Teile von Munition



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



Bombenblindgänger



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



Gesprengrter Bunker



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

Gesprengter Bunker



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

Gesprenchter Bunker – nach der Kampfmittelräumung

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

Gesprenchter Bunker – nach der Kampfmittelräumung

HESSEN



Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung

Zwischenfläche – nach der Kampfmittelräumung



Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



Möglichkeiten der Bearbeitung (Kampfmittelräumung)

- Oberflächendetektion mit Metallsuchgerät
- Umsetzen manuell und maschinell
- Einsatz von Siebanlagen

**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



Bezünderung:

Aufschlagzünder

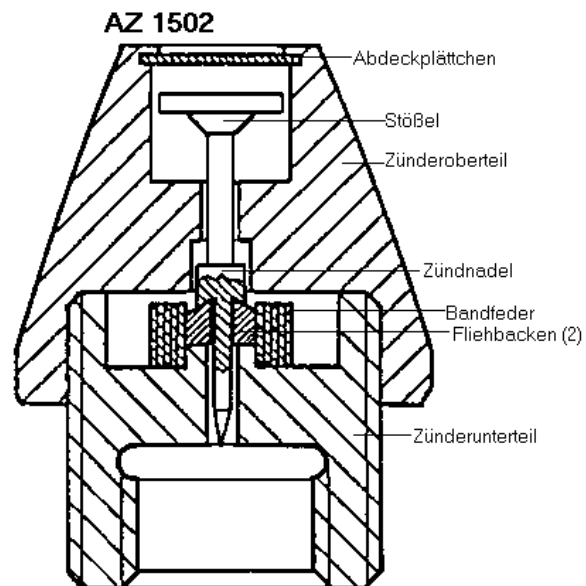
Zerlegezünder

Initialzünder

Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



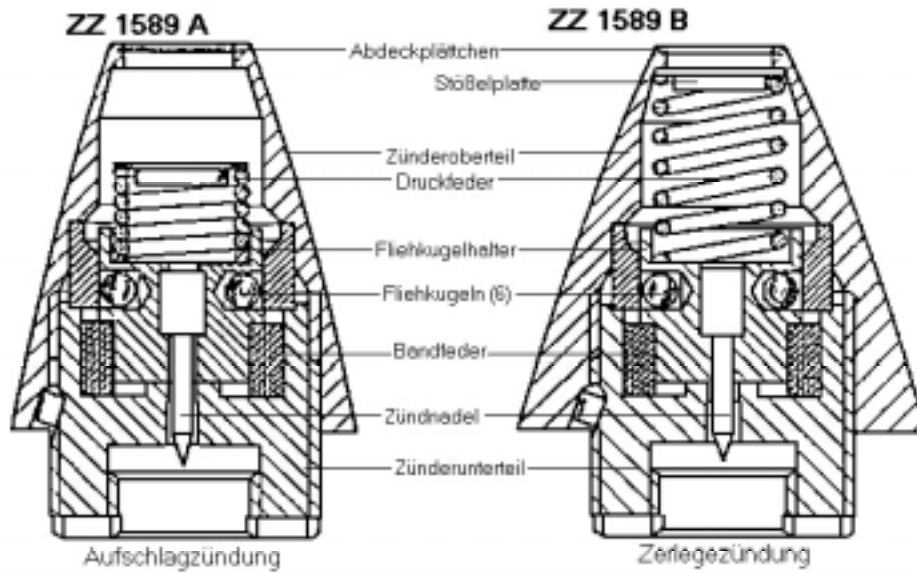
Aufschlagzünder



Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



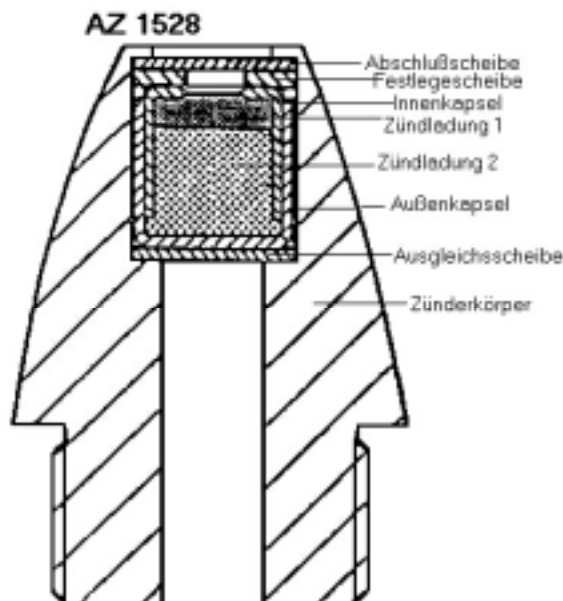
Zerlegezünder



Kampfmittelgefahren und Kampfmittelbergung



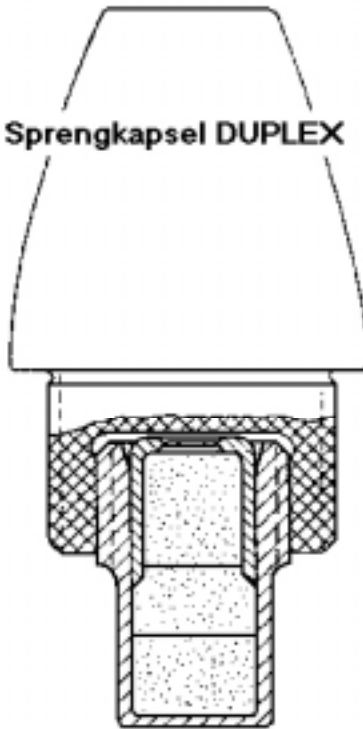
Initialzünder



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



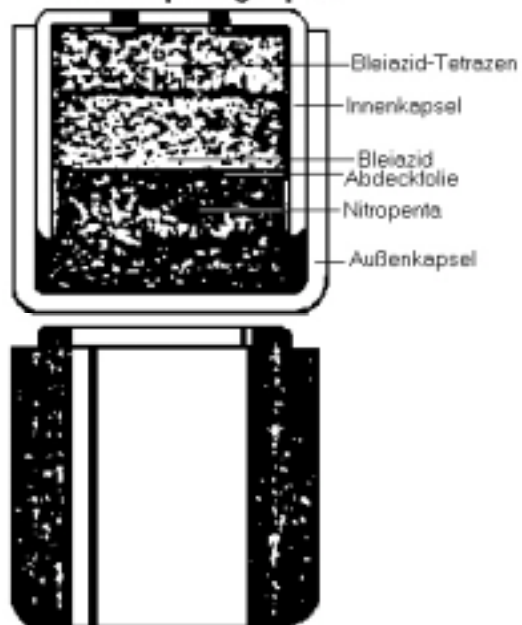
Sprengkapsel DUPLEX



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



13 mm Sprengkapsel



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



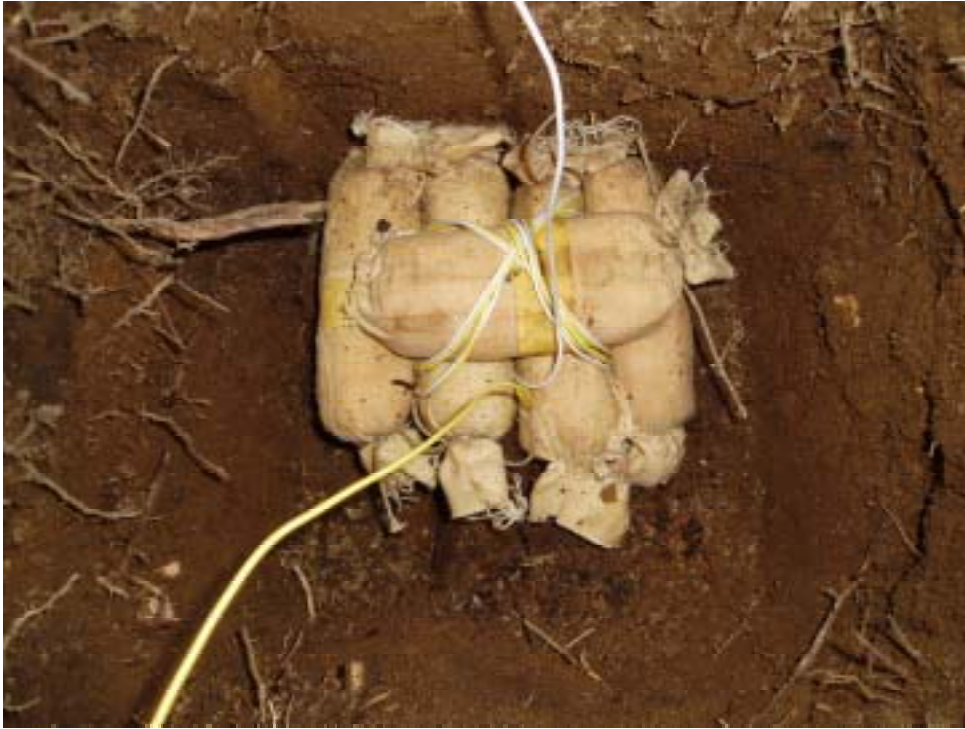
Kampfmittel sind grundsätzlich nicht handhabungs- und transportsicher!

Sie können vom Fachkundigen für transportfähig erklärt werden!

**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



**Kampfmittelgefahren und
Kampfmittelbergung**

HESSEN



Fachliteratur Rüstungsaltslasten

Alexander Schwendner, LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten, Nürnberg

Elisabeth Albrecht, LfU

Anmerkungen der Referenten kursiv

Nachschlagewerke

Headquarters, Department of the Army (Hrsg.)(1984): Military Explosives – Technical Manual; TM 9-1300-214.

gute Zusammenfassung der Entwicklung des Explosivstoffwesens

IABG (1999): Arbeitshilfe „Nutzungsspezifische Kontaminationsspektren“; erstellt im Auftrag des Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen.

IABG (2001): Arbeitshilfe „Orientierende und Detailuntersuchung von Rüstungsaltslastverdachtsstandorten“; erstellt im Auftrag des Bayer. Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen.

MARTINETZ, D./RIPPEN, G. (1996): Handbuch Rüstungsaltslasten, Sonderdruck 1. Auflage.- eco-med-Verlag, Landsberg a. Lech.

Umfassendes Nachschlagewerk für Rüstungsaltslasten.

PREUSS, J./EITELBERG, F. (1996): Rüstungsaltslaststandorte, Teil 2: Materialien über ehemalige Anlagen und Produktionsverfahren auf Rüstungsaltslaststandorten.- Handbuch Altlasten, Band 4, Hessische Landesanstalt für Umwelt; Wiesbaden.

Sehr anschauliche Aufschlüsselung von Betriebskonstellationen und Produktionsverfahren.

TRIMBORN, F. (1995): Explosivstofffabriken in Deutschland – Ein Nachschlagewerk zur Geschichte der deutschen Explosivstoffindustrie. - 216s;

UMWELTBUNDESAMT (2003): „Militärische und Rüstungsaltslasten (Sammelband als CD-Version).- UBA-Texte 33/2003; Bezug: Fa. Werbung und Vertrieb, Ahornstraße 1-2, 10787 Berlin. (Preis: 10 €). Enthält alle bisher beim Umweltbundesamt erschienenen Schriften zu Rüstungs- und militärischen Altlasten, wie die Stofflexika, branchentypische Inventarisierung (Produktionsabläufe, Stoffspektrum, Analytik), Leitfaden für die Untersuchung von Rüstungsaltslasten, Zerlegestellen 1. Weltkrieg, u.a..

Sprengstoffe

FRANKE, S. (1977): Militärchemie.

KÖHLER, J., MEYER, R. (1991): Explosivstoffe. - 435s, VCH Weinheim

STETTbacher, Dr. A. (1948): Spreng- und Schießstoffe. Atomzerfallselemente und ihre Entladungserscheinungen. - 185s; Zürich

Munition 2.WK

ANONYMUS (1946): German Explosive Ordnance. Vol.1 (Bombs, Fuzes, Rockets, Land Mines Grenades and Igniters), 1-346; Vol.2 (Projectiles, Projectile Fuzes), 347-545
umfangreiche detaillierte Zusammenstellung über Wehrmachtsmunition

HOGG, I. V. (1985): Munition für Leichtwaffen, Mörser und Artillerie.
sehr gute geschichtliche Zusammenstellung von Waffen und Munition

NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1990): Deutsche Brisanzmunition als Grundlage für eine Kontaminationsabschätzung.
sehr gute Zusammenstellung mit 83 Munitionskennblättern

PAWLAS, K.R. (1977): Munitionslexikon.
umfangreiche Zusammenstellung deutscher und Beutemunition

Munition 1.WK

ANONYMUS (1987): Guerre de 1914/1918 - Les projectiles allemands. Artillerie et Matériels de tranchée. – Metz

DISSBERGER, K.-H. (1984): Artillerie- und Minenwerfer Munition 1914 – 1918. - 167s; Düsseldorf

SCHMIDT-TAPKEN, D. (1983): Deutsche Artillerie- und Minenwerfer Munition 1914 – 1918. - 177s; Ratingen

KATTHÖFER, H. (1998): Die deutsche Rohrmaschinenmunition im 1. Weltkrieg.

Arbeitssicherheit

RAPSCH, H.-J./ THIEDEMANN, M. (Hrsg.) (1994): Schutzmaßnahmen bei der Gefährdungsabschätzung von Rüstungsaltposten. Arbeits-, Personen- und Emissionsschutz.- Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Munitionsanstalten

FABISCH, R. (2003): Lufthauptmunitionsanstalt 1/XI Muna Hambühren, Hambühren.
Ausführliche textliche und bildliche Darstellung der Geschichte der Muna Hambühren.

PREUSS, J./ EITELBERG, F. (2003): Heeresmunitionsanstalt Lübecke – Vorgeschichte der Stadt Espelkamp.
Ausführliche Darstellung (auch bildlich) der Heeresmunitionsanstalt und Kampfstofffüllstelle Lübecke im 2. Weltkrieg und der Nachkriegszeit. Hervorragender allgemeiner Teil über Munas.

Chemische Kampfstoffe

LOHS, K.H./SPYRA, W. (1992): Chemische Kampfstoffe als Rüstungsaltposten.- EF-Verlag für Energie und Umwelttechnik, Berlin.

MARTINETZ, D. (1996a): Vom Giftpfeil zum Chemiewaffenverbot. - 274 S.; Thun, Frankfurt a. M.
Gut zu lesende Zusammenfassung über die Entwicklung chemischer Kampfstoffe.

MARTINETZ, D. (1996b): Der Gaskrieg 1914 – 1918 – Entwicklung Herstellung und Einsatz chemischer Kampfstoffe. - 200s; Bonn.

Ausführliche Zusammenstellung der deutschen Gaskriegsvorbereitung und -führung.

SARTORI, M. (1939): Die Chemie der Kampfstoffe. - 377s; Berlin.

Sonstiges

UMWELTBUNDESAMT (Hrsg): Berechnung von Prüfwerten zur Bewertung von Altlasten.- Loseblattsammlung, Erich Schmidt Verlag, Berlin.

Enthält die Ableitung der Prüfwertvorschläge für sprengstofftypische Substanzen für den Wirkungspfad Boden-Mensch.

Interessante Links

http://www.umweltbundesamt.de/altlast/web1/deutsch/3_1_1.htm

Umweltbundesamt – online verfügbare Berichte – auch zur Untersuchung von Rüstungsaltposten.

http://www.ofd-hannover.de/BGWS/BGWSDocs/Downloads/Arbeitshilfen_Altlasten/

Leit-OFD Hannover: download aller Arbeitshilfen für die Altlastenbearbeitung

<http://www.relikte.com/>

Informationen über ehem. Rüstungsstandorte in Niedersachsen und Bremen

<http://www.luftarchiv.de>

Informationen über die Luftwaffe des Dritten Reiches

<http://www.crrel.usace.army.mil/library/pub02fyo.htm>

Cold Regions Research Laboratory – Berichte zu sprengstofftypischen Verbindungen (Analytik, Umweltverhalten, Untersuchung) !nur mit aktuellem Acrobat Reader herunterladen!

<http://www.wes.army.mil/el/elpubs/irrp.html>

Installation Restoration Research Program (IRRP) – Berichte zu sprengstofftypischen Verbindungen (Umweltverhalten, Sanierung)

<http://www.frtr.gov/matrix2/section1/toc.html>

Matrix für Sanierungstechnologien, verfahrensbezogen und stoffbezogen, u.a. auch für sprengstofftypische Verbindungen

<http://hq.environmental.usace.army.mil/tools/it/itsuccess/itsuccess.html>

Über Sanierungstechnologien

http://www.bmi.gv.at/emd/weltkriege_kampfmittel_identifizierung.asp

Kleine Munitionskunde unserer Nachbarn

Behördliche Ansprechpartner

Wirkungspfad Boden-Wasser: Dr. Lutz Nitschke, Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft, Tel. 089-9214-1492, Mail: lutz.nitschke@lfw.bayern.de

Wirkungspfad Boden-Mensch: Elisabeth Albrecht, Bayer. Landesamt für Umweltschutz, Tel. 0821-9071-5384, Mail: elisabeth.albrecht@lfu.bayern.de

Moderation / Referenten

Dipl.-Geol. Elisabeth Albrecht
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 53 84
Fax: (0821) 90 71 – 55 53
E-Mail: elisabeth.albrecht@lfu.bayern.de

Dipl.-Geol. Alexander Schwendner
LGA Institut für Umweltgeologie und Altlasten
GmbH
Tillystraße 2
90431 Nürnberg

Tel.: (9011) 6 55 55 66
Fax: (9011) 6 55 56 99
E-Mail: alexander.schwendner@lga.de

Peter Heuschneider
IABG
Einsteinstr. 20
85521 Ottobrunn

Tel.: (089) 60 88 – 31 35
E-Mail: heuschneider@iabg.de

Dipl.-Chem. Dr. Michael Altmayer
Bayer. Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit
und Verbraucherschutz (StMUGV)
Postfach 81 01 40
81901 München

Tel.: (089) 92 14 – 43 21
Fax: (089) 92 14 – 43 02
E-Mail: michael.altmayer@stmugv.bayern.de

Dipl.-Geogr. Tobias Bausinger
Johannes Gutenberg – Universität
J.J. Becherweg 21
55099 Mainz

Tel.: (06131) 3 92 – 43 32
Fax: (06131) 3 92 – 47 35
E-Mail: t.bausinger@geo.uni-mainz.de

Dipl.-Geol. Joachim Beyer
IABG
Einsteinstraße 20
85521 Ottobrunn

Tel.: (089) 60 88 – 35 05
E-Mail: beyerj@iabg.de

Dipl.-Geogr. Dr. Albert Böhm
Leiter Umweltschutz BSB
DPW Environmental Department, 282D
Lager Nainhof, Geb. 34
92366 Hohenfels

Tel.: (09472) 83 26 58
Fax: (09472) 83 20 58
E-Mail: albert.boehm1@us.army.mil

Josef Giglberger
Abteilungsleiter Abfall, Altlasten, Bodenschutz
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 53 46
Fax: (0821) 90 71 – 55 53
E-Mail: josef.giglberger@lfu.bayern.de

Gerhard Gossens
Regierungspräsidium Darmstadt, Kampfmittel-
räumdienst des Landes Hessen
Postfach 11 12 53
64278 Darmstadt

Tel.: (06151) 12 65 01 oder 0171 / 7 28 04 62
E-Mail: g.gossens@rpda.hessen.de

Dipl.-Chem. Dr. Rainer Haas
Büro für Altlastenerkundung und Umweltfor-
schung
Stadtwaldstraße 45a
35037 Marburg

Tel.: (06421) 9 30 84
Fax: (06421) 9 30 73
E-Mail: haas@gmx.net

Dipl.-Ing. Johannes Köppler
IBL Umwelt und Biotechnik GmbH
Lagerhausstraße 24
67061 Ludwigshafen

Tel.: (0621) 5 61 05 – 19
E-Mail: j.koeppler@ibl-umweltfactory.de

Dipl.-Chem. Dr. Lutz Nitschke
Bayer. Landesamt für Wasserwirtschaft
Postfach 19 02 41
80602 München

Tel.: (089) 92 14 – 14 92
E-Mail: lutz.nitschke@lfw.bayern.de

Dipl.-Ing. Jürgen Thieme
Mull und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Joachimstraße 1
30159 Hannover

Tel.: (0511) 12 35 59 33
E-Mail: thieme@mullundpartner.de