

Karlheinz Lohs

Militärchemische und Rüstungsaltpasten in Deutschland¹

1. Vorbemerkung

In diesen Tagen erscheint das Sondergutachten "Altlasten II" des Rates von Sachverständigen für Umweltfragen, welches zum Januar des Jahres 1995 fertiggestellt wurde. (1) Als Mitbeteiligter an diesem Sondergutachten kann ich für mich in Anspruch nehmen, die derzeitige Altlastensituation in Deutschland hinreichend gut zu kennen. In besonderem Maße trifft dies auf das Gebiet der militärischen Altlasten und Rüstungsaltpasten zu, die in schicksalhafter Weise seit 1955 mein Berufsleben geprägt haben. Damals erhielt ich die Aufgabe, die Vernichtung der auf dem Territorium der DDR noch vorhandenen Reste chemischer Munition und chemischer Kampfstoffe aus beiden Weltkriegen wissenschaftlich-technisch zu leiten. Dies tat ich bis Ende 1961; danach ging diese Aufgabe an den inzwischen aufgebauten Chemischen Dienst der Nationalen Volksarmee (NVA) der DDR über. Einige meiner Mitarbeiter und ich wurden vom Institut für Verfahrenstechnik in der organischen Chemie, Leipzig, der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin übernommen. Akademiemitglied Eberhard Leibnitz übertrug mir den Aufbau einer Abteilung für chemische Toxikologie, aus welcher dann die selbständige Forschungsstelle für chemische Toxikologie der Akademie hervorging und deren Direktor ich bis zur Schließung der Akademie gewesen bin.

Die praktischen Erfahrungen aus den Jahren 1955 bis 1961 im Umgang mit extrem giftigen Substanzen des militärischen Wahnsinns führten dazu, daß ich neben meiner Akademietätigkeit über Jahre hin als Berater bei den Genfer Verhandlungen des Abrüstungsausschusses mitwirkte, wenn dort die Thematik des angestrebten (1993 verwirklichten) Chemiewaffenabkommens zur Diskussion stand. Zu eben dieser Thematik bin ich als zeitweiliger Vorsitzender des Internationalen Abrüstungsausschusses der WFSW (World Federation of Scientific Workers), Sitz Lon-

¹ Vortrag gehalten vor der Klasse Naturwissenschaften der Leibniz-Sozietät am 20. April 1995

don, der Internationalen Pugwash-Bewegung sowie über 20 Jahre als Berater, davon 10 Jahre, d.h. 2 Wahlperioden, als Mitglied des Governing Board des SIPRI (Stockholm International Peace Research Institute) und im Friedensrat der DDR tätig gewesen.

Alle diese gesammelten Erfahrungen kamen mir in meiner Tätigkeit nach der "Abwicklung" der o.g. Forschungsstelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Firma LOBBE GmbH in Iserlohn, einem führenden Unternehmen der Entsorgungs- und Sanierungsbranche Deutschlands, zugute; dort habe ich bis zum Eintritt ins Rentnerdasein am 1.9.1994 neben zivilen Altlastproblemen auch wieder mit militärischen Altlasten zu tun gehabt, da die LOBBE GmbH u.a. auch auf den ehemaligen Liegenschaften der Sowjet-Armee tätig war (und ist).

Man möge aus diesem Sachverhalt ersehen, daß die nachfolgenden Darlegungen unmittelbar praxisbezogen sind. Ein Teil der Erfahrungen ist von mir sowohl vor wie auch nach der Wende in Fachpublikationen niedergelegt. (2)

Soweit diese Vorbemerkungen, die im Blick auf die später einmal von Wissenschaftshistorikern (mit einer dann hoffentlich tages- und parteipolitisch ungetrübten Betrachtungsweise!) zeigen mögen, wie sehr über Jahrzehnte hinweg in der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin - der späteren Akademie der Wissenschaften der DDR - ganz in der Leibnizschen Tradition Theorie und Praxis verflochten waren sowie die "Pflicht als Forderung des Tages" (Goethe!) auf das Gemeinwohl orientiert gewesen ist.

2. Genereller Überblick

Der Raumordnungsbericht 1991 der Bundesregierung enthält eine auf Daten von Preuß und Wiegandt aufbauende Übersichtskarte der Altstandorte der Rüstungsindustrie vor 1948, d.h. vor der Installierung der späteren zwei deutschen Teilstaaten (siehe Anhang). Ohne hier dieses Bild in seinen Einzelheiten zu erläutern (es sei auf die Originalpublikation verwiesen), ist es allein schon aus der bloßen Ansicht der das gesamte Land über deckenden rüstungsrelevanten Anlagen und militärischen Liegenschaften höchst eindrucksvoll, welches Vernichtungspotential sich in einer solchen Landkarte widerspiegelt.

Inzwischen ist vom Umweltbundesamt (UBA) in Berlin eine fünfbändige Dokumentation veröffentlicht worden; sie gibt eine Darstellung über die

in den alten wie in den neuen Bundesländern aus der Kriegszeit sowie als Resultat der Besatzungsmächte und späteren Gaststreitkräfte vorhandenen und noch zu entsorgenden militärischen Liegenschaften. In diesem Zusammenhang werden auch die Rüstungsaltsandorte sowie militärischen und in Sonderheit militärchemischen Altlasten (gleichbedeutend mit einer schrittweisen Sanierung der betreffenden Areale im Sinne einer Revitalisierung weiträumiger Gebiete) nahezu lückenlos aufgelistet. (3)

Für Deutschland insgesamt betrug 1991 die Gesamtfläche der militärischen Liegenschaften 1 Million Hektar (d.h. 2,8 % des deutschen Territoriums). Auf die Gaststreitkräfte der NATO-Staaten USA, Großbritannien, Frankreich und Kanada entfielen ca. 200.000 ha, die Westgruppe der sowjetischen Truppen besaß mit 1026 Liegenschaften ca. 256.000 ha, die NVA mit 2300 Liegenschaften 240.000 ha, und die damalige Bundeswehr verfügte über ca. 7000 Liegenschaften mit 253.000 ha. Zählt man hierzu noch die bis zum 31.12.1993 erfaßten Altlastverdachtsflächen vormaliger ziviler Industrienutzung hinzu, so kommt das Umweltbundesamt auf die Zahl von 138.722 derartiger erfaßter Flächen (wobei amtlicherseits davon ausgegangen wird, daß nach weiteren, derzeit noch laufenden Erhebungen, sich diese Zahl um mehr als 100.000 Flächen erhöhen kann; die Schätzungen des UBA liegen bei an nähernd 250.000 Altlastverdachtsflächen; hiervon liegen etwa 80.000 in den neuen Bundesländern). Einige Daten hierzu sind im Anhang zu finden. Auf Einzelheiten dieser Problematik kann hier nicht näher eingegangen werden, aber die volkswirtschaftliche Dimension bedarf wohl kaum einer weiteren Kommentierung. Nachfolgend sei die Thematik auf die militärchemischen und Rüstungsaltslasten eingeeengt, die uns zwei Weltkriege und über 40 Jahre Kalter Krieg hinterlassen haben.

3. Militärchemische und Rüstungsaltslasten

"Der Krieg endet nicht am Tag des letzten Schusses", so hatte ich einen Artikel betitelt, welcher in einem der letzten Hefte der langjährigen Hauszeitschrift der Akademie, dem "spectrum", 1991 erschien. (4) Eine solche Feststellung wurde (und wird bis auf den heutigen Tag) in ihrer Tragweite verkannt oder auch "nur" verdrängt.

In der Wiederaufbau-Euphorie nach dem Zweiten Weltkrieg hatte die Erinnerung an Bomben und Granaten keinen Platz. Dies dann schon gar nicht, weil - wie im Fall chemischer Kampfstoffe - Gifte als Waffen nicht

zum Einsatz kamen sowie kaum Informationen über die Standorte der Produktions-, Lager- und Erprobungsstätten in der Bevölkerung vorhanden waren. Konkretes Wissen blieb nur auf die vergleichsweise geringe Zahl von Personen begrenzt, die in derartigen Stätten tätig gewesen sind.

Unter den militärchemischen Altlasten sind an erster Stelle die chemischen Kampfstoffe zu nennen, das heißt synthetische Gifte, die in Kombination mit militärischen Einsatzmitteln (Bomben, Granaten, Raketen, Minen, Sprühgeräten etc.) als chemische Waffen definiert werden. Nach dem heutigen Völkerrechtsverständnis gehören sie in die Kategorie der Massenvernichtungsmittel (neben biologischen und atomaren Waffen). Der Begriff "chemische Waffe" reicht jedoch über die chemischen Kampfstoffe hinaus, denn auch Brandmittel (z. B. Napalm) sowie Sabotagegifte und spezielle Mittel der Umweltkriegführung (z. B. Totalherbizide) werden in der Militärliteratur dazu gerechnet.² An die Öffentlichkeit dringen Nachrichten über solches "Erbe" der Militärs meist dann, wenn bei Bauarbeiten Fliegerbomben oder Artilleriegranaten als Blindgänger gefunden werden oder wenn Unglücksfälle mit solcher Fundmunition auftreten; meist bleiben aber für die Medien selbst Todesfälle nur Tagesmeldungen mit regionalem Charakter. Daß noch Tausende Tonnen von Sprengstoffen den Boden ebenso wie das Wasser und damit die Menschen bedrohen, aber daneben zusätzlich auch Reste von chemischen Kampfstoffen als "Zeitbomben" im Boden und in unvollkommen demontierten Anlagen ein schwer kalkulierbares Gefährdungspotential darstellen, dies ist nach wie vor unzureichend bekannt.

Hinzu kommt in unseren Tagen, daß mit dem 1993 in Paris nach jahrzehntelangen, zähen Verhandlungen zustande gekommenen Chemiewaffenabkommen - über welches noch nachfolgend einige Anmerkungen erforderlich sind - die Illusion genährt wird, daß nun das Problem eines chemischen Krieges endgültig erledigt sei.

² Definition:

Unter Rüstungsaltlasten versteht die Bundesregierung alle Boden-, Wasser- und Luftverunreinigungen durch Chemikalien aus konventionellen und chemischen Kampfstoffen. Hierbei handelt es sich besonders um:

- chemische Kampfstoffe
- Brand-, Nebel- und Rauchstoffe,
- Chemikalien, die den KS zur Erreichung takt. Erfordernisse zugesetzt wurden,
- Sprengstoffe, Pulver und Treibmittel,
- produktionsbedingte Vor-, Zwischen- und Abfallprodukte
- Rückstände aus der Vernichtung konventioneller und chemischer Kampfmittel

Um die derzeitige Situation richtig zu verstehen, sind einige Darlegungen zum geschichtlichen Hintergrund chemischer Waffen angebracht.

Schon in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zeichnete sich mit dem Entstehen der chemischen Großindustrie auch die Möglichkeit der Entwicklung chemischer Kampfstoffe und damit entsprechender Waffen ab. 1868 fand auf der Konferenz von St. Petersburg das Verbot von Giftwaffen in einer entsprechenden Erklärung zwar erstmals Erwähnung, aber ein ausdrückliches völkerrechtlich relevantes Giftverbot wurde erst durch die Haager Landkriegsverordnung vom 29. Juli 1899 festgelegt und 1907 in den Artikeln 22 und 23 präzisiert. Danach haben die Kriegführenden kein unbeschränktes Recht in der Wahl der Mittel zur Schädigung des Feindes. Trotz dieser Landkriegsordnung wurde der Ausbruch des chemischen Krieges nicht verhindert; er begann am 22. April 1915 mit dem Einsatz des Chlorgases durch die kaiserlich-deutschen Truppen. Damit war das Zeitalter der modernen Massenvernichtungsmittel eröffnet.

4. Altlastrelevante chemische Kampfstoffe

Nach übereinstimmender Auffassung in der internationalen Fachliteratur sind die nachfolgend beschriebenen chemischen Kampfstoffe von herausragender militärischer Bedeutung; sie müssen daher im Zusammenhang mit der risikoreichen Sanierung von Altlasten aus ehemaligen Rüstungsbetrieben sowie von militärisch genutzten Territorien besonders beachtet werden.

Wenden wir uns zuerst den militärisch relevanten Nervengiften zu, die zu den bedeutendsten chemischen Kampfstoffen zählen. Der Begriff "Nervengift" ist unter toxikologischen Aspekten sehr weit zu fassen. Die militärische Einordnung der Wirkung weicht dabei von der zivilen toxikologisch-medizinischen Einordnung ab und folgt mehr den militärhistorischen Umständen ihres stattgefundenen oder geplanten Einsatzes.

Die mit Abstand gefährlichsten Nervengifte gehören zur Gruppe substituierter organischer Phosphorsäurederivate, insbesondere substituierte Ester der Phosphorsäuren und der Phosphonsäuren. Zu den bekanntesten Vertretern gehören das Tabun (Dimethylaminozyanphosphorsäureethylester), das Sarin (Methylfluorphosphonsäureisopropylester) und das Soman (Methylfluorphosphonsäurepinakolyester), die vor und während des 2. Weltkrieges in Deutschland entwickelt worden waren. Tabun und Sarin wurden damals bereits großtechnisch produziert; Soman befand

sich noch im Erprobungsstadium. VX ist erst nach 1960 in die Militärarsenale der Großmächte aufgenommen worden. Es ist nicht auszuschließen, daß inzwischen auch Entwicklungsländer sich in den Besitz der extrem giftigen VX-Kampfstoffe gebracht haben. Bei diesen VX-Stoffen handelt es sich um Derivate von Cholin- bzw. Thiocholinphosphor- bzw. Thiocholinphosphonsäureestern.

Allen diesen phosphororganischen Giften bzw. Kampfstoffen ist gemeinsam, daß es sich um enzymatische Hemmstoffe der Cholinesterasen handelt. Die Cholinesterasen, vorzugsweise die Azetylcholinesterase, die bestimmend für die Elementarprozesse der Nervenleitung sind und damit Schlüsselfunktionen für die Aufrechterhaltung der Lebensprozesse im Organismus des Menschen sowie der meisten Tiere besitzen, stehen seit über fünfzig Jahren im Mittelpunkt der therapiebezogenen Studien von Pharmakologen und Toxikologen. Das durch phosphororganische Kampfstoffe des vorgenannten Tabun/Sarin/Soman/V-Typs ausgelöste akute Vergiftungsbild ist durch eine im Vordergrund stehende endogene Azetylcholinvergiftung mit starken Krämpfen, Speichelfluß, Sehstörungen und Verwirrheitszuständen gekennzeichnet. Daneben sind generelle Herz-Kreislauf-Sensationen sowie biochemische Fehlregulationen der Leber, der Nieren und im Gastrointestinaltrakt kennzeichnend für das sehr komplexe Vergiftungsgeschehen.

Neben der akuten Giftwirkung, die bereits bei Kampfstoffmengen von 100 bis 200 Milligramm für eine Person den Tod innerhalb weniger Minuten zur Folge hat, besteht für den Fall der Vergiftung mit "unterkritischen" Mengen (sie liegen für den Menschen im Bereich von Mikrogramm) die Gefahr von Spätschäden, z.B. psychopathologisch-neurologischer Natur. Auch mögliche kanzerogene und mutagene Wirkungen sind in diesem Zusammenhang zu beachten.

Unter dem Aspekt des Arbeits- und Gesundheitsschutzes sind diese Probleme für alle auf ehemaligen militärischen Standorten und Rüstungsbetrieben der einschlägigen chemischen Industrie von großer Bedeutung, da sich im Schadensfall hieraus auch weitreichende versicherungsrechtliche Fragen ergeben können.

Wie hoch das Risiko im Fall des plötzlichen Freisetzens von Kampfstoffen wie Schwefel-Lost oder Sarin ist, dies belegt die darauf bezügliche Tabelle im Anhang sehr eindrucksvoll.

Am Rande sei erwähnt, daß in der Industrie auch neurotoxische Organophosphorverbindungen eine Rolle spielen, die militärtoxikologisch nicht

unter dem Aspekt chemischer Waffen, aber in Ausnahmefällen als "Hilfsprodukte" - z.B. das sogenannte Torpedool und spezielle Lösungsmittel - Verwendung finden. Bei der Erkundung militärischer Altlasten sind Funde solcher Hilfsprodukte durchaus mit in die Möglichkeiten einzubeziehen, dies vor allem dann, wenn es auf die Bewertung von Vergiftungsgefahren sowie die Einleitung von Schutz- und Hilfsmaßnahmen ankommt.

Die chemischen und biochemischen sowie physikalischen Nachweis- und Bestimmungsfaktoren für phosphororganische Kampfstoffe gelten als gelöst, ebenso ihre technische Entgiftung. Im Blick auf die Beseitigung der militärischen und Rüstungsaltlasten ergeben sich jedoch erhebliche ökonomische Probleme.

Die ärztliche Behandlung von durch phosphororganische Kampfstoffe Vergifteten ist prinzipiell möglich, und geeignete Gegenmittel (Antidote) sind vorhanden bzw. gehören zu den unabdingbaren Voraussetzungen des Arbeitsschutzes bei der Entsorgung resp. Vernichtung entsprechender Altlasten. Ein Massenankunft Vergifteter wirft jedoch für die medizinische Versorgung organisatorisch unlösbare Probleme auf. Selbst bei intakter Infrastruktur und hochentwickelter Medizintechnik, wie sie in den meisten EG-Staaten als Standard gilt, würde die Notwendigkeit einer Sofort-Behandlung von mehreren hundert akut Vergifteten die vorhandenen Einrichtungen eines Landes überfordern. Hierfür hat das jüngste Beispiel des Terroranschlages mit Sarin in der U-Bahn von Tokio einen eindrucksvollen Beleg geliefert.

Nur der Vollständigkeit halber sei erwähnt, daß man neben den sofort tödlich wirkenden phosphororganischen Nervengiften auch einigen Psychogiften militärische Bedeutung zumißt; es sind weder chemisch noch toxikologisch "Nervengifte" im vorstehend genannten Sinn. Sie werden in der Militärliteratur in Verbindung mit den auf das Nervensystem wirkenden Stoffen besprochen. Die von solchen militärischen Psychogiften ausgelösten Verhaltensstörungen beruhen letztendlich auf Hirnfunktionsstörungen. Derartige Verbindungen gelten als "nichtletale" Kampfstoffe, die das psychische Verhalten der damit Überfallenen für mehrere Stunden und Tage derart beeinflussen können, daß jeglicher Widerstand oder andere organisierte Gegenaktionen unterbunden werden. Als Beispiel seien hier die Piperidylbenzilate genannt, vor allem der chemische Kampfstoff mit der Code-Bezeichnung BZ, chemisch ist es 3-Chinuklidinylbenzilat; diese Verbindung gilt als Prototyp für militärisch relevante Psychogifte. Im Falle der Vergiftung großer Personengruppen mit sol-

chen psychoaktiven Verbindungen entstehen extreme Paniksituationen, die komplizierte Fragen der ärztlichen Versorgung und medizinisch-technischen Organisation aufwerfen (auch wenn solche Vergiftungen nicht unmittelbar lebensbedrohend sind).

Ebenfalls nur der Vollständigkeit wegen sollen hier die formal zu den Sabotagegiften gehörenden Nervengifte erwähnt werden. Sie wurden im 2. Weltkrieg vor allem in England entwickelt; es handelt sich um Monofluorkarbonsäurederivate, insbesondere um Fluoracetate. Die toxikologische Literatur trifft für sie gelegentlich auch die Einordnung als "Nerven- und Kampfgifte". Aufgrund ihrer hohen Warmblüter-Toxizität vor allem gegenüber zahlreichen Nutztieren wurden und werden sie zur Schädigung bzw. Vernichtung von Tierbeständen und zur Vergiftung der Trinkwasservorräte bevorratet. Aber auch als Gifte für Menschen, insbesondere zum individuellen Terror sowie bei der "Ausschaltung" wichtiger Personengruppen, erfordern sie Beachtung. Die Vergiftung mit Fluorkarbonsäureestern beruht auf der Störung des Zitronensäure-Zyklus und der hieraus abgeleiteten Kaskade biochemischer Fehlleistungen. Brauchbare Antidotpräparate bzw. Behandlungsmöglichkeiten beim Massenansturm Vergifteter sind bisher nicht bekannt; auch der Nachweis und die Entgiftung solcher Fluoracetate sind noch nicht befriedigend gelöst.

Als Beispiel eines wichtigen "klassischen" Nervengiftes, welches schon im 1. Weltkrieg erprobt wurde, sei noch der Zyanwasserstoff bzw. die Blausäure genannt. Als sogenanntes Zyklon B hat die Blausäure auch als Tötungsmittel in den Konzentrationslagern des Dritten Reiches traurige Berühmtheit erlangt.

Die leichte technische Zugängigkeit der Blausäure und die verfahrenstechnisch notwendige Bevorratung in großen Mengen in der zivilen chemischen Industrie sowie die hohe Toxizität legen die militärische Verwendung anscheinend auch heute noch nahe. Zumindest spielt die Blausäure offensichtlich im terroristischen Untergrund erneut eine Rolle, wie dies derzeit in Japan der Fall zu sein scheint. Doch auch das Thema der Rüstungsaltslasten "berührt" hin und wieder die militärische Relevanz der Blausäure. In den Jahren nach dem 2. Weltkrieg wurde in "Granatengräbern" mit Blausäure gefüllte Munition gefunden; allerdings lag in den meisten Fällen die Blausäure in einer polymerisierten Form vor, die keine toxikologischen Gefahren für Menschen und die Umwelt aufwirft. Es sind in jüngster Zeit auch Funde bekanntgeworden, die reine Blausäure gänzlich unzersetzt in Glasampullen enthielten. Es ist dies auf

den Zusatz geringer Mengen von chemischen Stabilisatoren zurückzuführen und bedarf keiner näheren Begründung dafür, daß derartige Funde ein außerordentlich hohes Gefahrenpotential darstellen. In jedem Fall müssen solche Funde zunächst Alarm auslösen. Zusätzlich problematisch kann die Situation werden, wenn - wie erst vor wenigen Jahren geschehen - durch unrichtige Meldung statt von Blausäure-Granaten von Blaukreuz-Granaten gesprochen wird; letztere sind Granaten, welche arsenorganische Kampfstoffe enthalten (s.u.) und die natürlich ein völlig anderes toxikologisches Gefahrenpotential darstellen.

Das Fehlen eines einfach zu handhabenden Gegenmittels für den durch Blausäure Vergifteten spielt angesichts der in Sekundenschnelle eintretenden Giftwirkung eine wesentliche Rolle. Der in der Notfall-Therapie erfahrene Arzt kann einen Blausäurevergifteten retten; bei einem Massenansturm Vergifteter ist die Situation allerdings vergleichbar jener, wie sie sich im Falle der o.g. phosphororganischen Kampfstoffe darstellt.

Wenngleich bis heute die vorstehend besonders hervorgehobenen phosphororganischen Nervengifte als die wohl bedeutsamsten chemischen Kampfstoffe anzusehen sind, dürfen die nachfolgend zu behandelnden hautwirksamen Kampfstoffe, allen voran das Schwefel-Lost, nicht unterschätzt werden. Dies gilt sowohl hinsichtlich seiner noch immer vorhandenen militärischen Bedeutung als auch unter dem Aspekt der militärischen Altlasten. Dichlordiethylsulfid sowie das Dichlordiethylmethylamin und das Trichlortriethylamin gehören zur Gruppe der Lose (auch Yperite oder Senfgase genannt). Sie gelten als die Prototypen der Hautgifte im Arsenal der chemischen Waffen. Die Bestände, insbesondere aus der Zeit des 2. Weltkrieges, sind noch so beträchtlich, daß mit einem Einsatz im Kriegsfall gerechnet werden müßte (besonders zur Geländevergiftung und damit der Behinderung der Landstreitkräfte). Zu den Tücken der Vergiftung durch Lose gehört, daß die Einwirkung auf die Haut ohne sofort erkennbare Reizwirkungen erfolgt und das Vergiftungsbild erst nach einer Latenzzeit von 30 bis 40 Minuten sichtbar wird. Im Falle der Einatmung treten die Reizerscheinungen im Atemtrakt und an den Augen bereits nach wenigen Minuten auf; allerdings ist in solchen Fällen die Prognose für den Betroffenen meist hoffnungslos. Für die ungeschützten Zivilbevölkerung stellen Verbindungen wie Schwefel oder Stickstoff-Lost nach wie vor eine sehr ernste Gefahr dar.

Das Schwefel-Lost galt im 1. Weltkrieg als "König der Kampfstoffe". Die Ereignisse im Irak/Iran-Konflikt sowie im Golfkrieg zeigten mit erschreckender Deutlichkeit die Bedeutung des Schwefel-Lostes.

Neben der akuten Giftwirkung besitzen die Lose zusätzlich noch ein beachtliches Gefährdungspotential durch Spät- und Dauerschäden (Leber- und Nierengiftwirkungen; Gefahr der Krebszerzeugung etc.).

Therapeutisch werfen die Lose sehr komplizierte Fragen auf und binden das ärztliche sowie das Hilfspersonal mehrere Wochen. In diesem Zusammenhang müssen auch noch einige arsenorganische Hautgifte Erwähnung finden, besonders das alpha-Lewisit (2-Chlorvinylarsindichlorid), welches den Beinamen "Tau des Todes" er hielt. Die Latenzzeit ist gegenüber dem Schwefel- und dem Stickstoff-Lost kürzer. Der Heilungsprozeß ist nicht so langwierig, aber die Neben- und Spätwirkungen sind wie im Fall der Lose sehr problematisch.

Zu den Überraschungen der Offenlegung des vormals sowjetischen Arsenal chemischer Waffen gehört die Tatsache, daß das Lewisit eine dominierende Rolle für die Rote Armee gespielt hat (siehe Tab. im Anhang). Jetzt werfen die Entsorgung und Entgiftung der russischen Lewisit-Vorratslager ganz außerordentliche Probleme auf, sowohl ökologisch-ökonomisch als auch technisch, denn der Zustand dieser Lager ist - wie Dokumentarfilmaufnahmen aus Rußland belegen - in geradezu dramatischer Weise besorgniserregend für die Menschen dieser Regionen und ihre Umwelt.

Schließlich ist noch auf die "Nesselstoffe" hinzuweisen, obwohl ihr militärischer Wert als Hautgifte seit Jahrzehnten bezweifelt wird. Die Reizwirkung mit Blasenbildung tritt innerhalb weniger Minuten auf. Behandlung und Heilung sind wesentlich günstiger als bei den anderen Hautgiften. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß aus den Zeiten des 1. und 2. Weltkrieges noch Vorräte an solchen Nesselstoffen vorhanden sind, so daß sie bei der Altlast-Erkundung entsprechend berücksichtigt werden müssen.

Wir haben noch kurz auf eine weitere Gruppe militärisch relevanter Substanzen hinzuweisen, die als Phytogifte bereits traurige Berühmtheit erlangt haben. Seit etwa dreißig Jahren wird dem Einsatz von Phytogiften zur militärisch motivierten Vernichtung der Sichtschutzgewächse (Bäume, Sträucher) und der Nutzpflanzen Beachtung geschenkt. Anwendung fanden z.B. in Südostasien hauptsächlich handelsübliche Verbindungen, wie die Herbizide aus der Reihe der Phenoxyessigsäurederivate (z.B. 2,4-D und 2,4,5-T), chlorierte Phenolderivate sowie Triazine und auch arsenorganische Gifte wie die Kakodylsäure.

Bei der großflächigen Anwendung derartiger Herbizide hat es sich in Vietnam gezeigt, daß für die in diesen Gebieten lebenden Menschen neben schweren Hautschäden vor allem Schädigungen des Nervensystems und des Verdauungstraktes sowie der Leber zu beobachten waren. Neben den akuten Vergiftungserscheinungen wird auch über Spät- und Dauerschäden berichtet; einem Teil der angewendeten Verbindungen werden mutagene und auch kanzerogene Eigenschaften zugeschrieben. Insbesondere das als Verunreinigung der chlorierten Phenoxyessigsäuren und der Chlorphenole vorkommende 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin (Dioxin) ist in diesem Zusammenhang zu nennen.

Für die Altlastproblematik haben in Deutschland einige dieser Herbizide Bedeutung erlangt, weil damit der "Todesstreifen" entlang der Grenze der ehemaligen DDR sowie um Berlin jahrzehntelang von jeglichem Pflanzenwuchs freigehalten worden war und dadurch tonnenweise diese Phytogifte ins Erdreich gelangt sind. Humantoxikologisch gehen von diesem chemischen Todesstreifen insofern noch Gefährdungen aus, als ein Durchtritt ins Grundwasser und damit der Transport in Trinkwasserreservoirs möglich ist. Sollten Sanierungsarbeiten durch Behandeln oder Transport des Bodens im Bereich dieser Todesstreifen erforderlich werden, dann bedarf es für die damit betrauten Arbeitskräfte angemessener Schutzvorkehrungen (Atem- und Hautschutz) sowie der ärztlichen Überwachung und Nachsorge. (5)

Einige wenige Bemerkungen zu den Reizstoffen bzw. Reizkampfstoffen. Den überwiegend aus Beständen der beiden Weltkriege stammenden Reizstoffen (Augen-, Nasen- und Rachen- sowie Lungenreizstoffe) kommt heute für den militärischen wie auch den polizeilichen Einsatz durchaus noch Bedeutung zu (z.B. gegen die ungeschützte Zivilbevölkerung). Beispiele für solche Substanzen sind Bromazeton, Chlorazetophenon, Brombenzylcyanid, Phenarsazinchlorid (Adamsit), Diphenylarsindichlorid bzw. -cyanid (Clark I und Clark II) sowie besonders das Benzylidenmalodinitril (CS-Stoff) und das Dibenzooxazepin (CR-Stoff).

Die ärztliche Versorgung Geschädigter wirft keine unlösbaren Probleme auf, wengleich auch hier bei der Behandlung größerer Personengruppen organisatorische Schwierigkeiten zu erwarten sind, die durch sekundäre Begleiterscheinungen (Panik) noch gesteigert würden. Im Zusammenhang mit militärischen Altlasten dürfte es bei Einzelschäden bleiben, die medizinisch beherrschbar sind.

Für das Problem der Rüstungsaltlasten sind die o.g. arsenorganischen Verbindungen, besonders Clark I und Adamsit, ein unvermindert großes

Problem, denn diese Substanzen ebenso wie ihre Abbauprodukte belasten nahezu unvermindert militärische Liegenschaften und alte Rüstungsbetriebe (in Mecklenburg-Vorpommern ist die ehemalige Munitionsanstalt der Wehrmacht in Löcknitz hierfür geradezu ein Paradebeispiel).

Man kann die Kampfstoffthematik nicht behandeln, ohne wenigstens kurz auch die Lungengifte, die heute oftmals als "klassische Kampfstoffe" eingeordnet werden, zu erwähnen.

Als chemische Kampfstoffe haben im 1. Weltkrieg hauptsächlich das Chlor und das Phosgen eine dramatische Rolle gespielt. Diese beiden Gifte, die unter Normalbedingungen gasförmig sind, haben für die chemischen Kampfstoffe den Begriff "Giftgase" geprägt, d.h. auch für die Flüssigkeiten und Feststoffe, die erst durch spezielle Anwendungsverfahren in Form von Dämpfen und von Stäuben sowie als Aerosole in der Atmosphäre "verteilt" werden. Als militärische Altlasten können vor allem Phosgen in Bomben und Granaten sowie das mengenmäßig nicht so gravierende, jedoch als Lungengift sehr gefürchtete Chlorkipkrin in Kanistern aus dem 1. Weltkrieg durchaus noch gefährvoll sein. Chlorkipkrin hat neuerdings im Zusammenhang mit Altlasten bei der Beräumung von Standorten der Westgruppe der sowjetischen Streitkräfte in Deutschland Aufmerksamkeit erregt. Die sowjetische Armee verwendete das Chlorkipkrin für Dichtigkeitsprüfungen der Schutzkleidung sowie insbesondere der Gasmasken (in anderen Ländern wird für solche Zwecke Bromazeton eingesetzt, was wesentlich ungefährlicher ist).

Immer wieder werden auf den Liegenschaften der vormaligen Westgruppe der russischen Streitkräfte Fässer mit Chlorkipkrin gefunden, die aufwendig entsorgt werden müssen. Inzwischen ist auch bekanntgeworden, daß die Truppen des russischen Innenministeriums Chlorkipkrin gegen die Bevölkerung, z.B. in Tblissi, eingesetzt haben. Hierüber liegen jetzt Berichte von Ärzten vor, die an der Nachuntersuchung der Betroffenen beteiligt waren. (6) Wenn man selbst jahrzehntelang am Zustandekommen eines Verbotes chemischer Waffen beteiligt war, liest man diese Perversionen militärischer Gewalt mit blankem Entsetzen!

Das vorstehend über chemische Kampfstoffe Mitgeteilte kann im Rahmen einer solchen Darlegung zwangsläufig nur eine Skizze sein. Wer an einem vertieften Eindringen in die Chemie und Toxikologie der chemischen Kampfstoffe interessiert ist, der sei auf meine diesbezüglichen Bücher und Publikationen in Fachzeitschriften verwiesen. (2a, 2e).

Hierzu bedarf es noch einer persönlichen Anmerkung. Die publizierten wissenschaftlich-technischen Daten und Fakten waren damals und sind bis heute in Ost wie West unstrittig, (was nicht zuletzt auch durch den Vertrieb der Übersetzungen im englischen wie im russischen Sprachraum belegbar ist). Aber aus den inzwischen erlangten Kenntnissen über die militärchemischen Kriegsvorbereitungen der damaligen Großmächte muß man als Autor eingestehen, wie "einäugig" die tagespolitischen Schlußfolgerungen in einigen dieser Publikationen gewesen sind. Daran ändert auch die Tatsache nichts, daß man im persönlichen Bemühen um konkrete Schritte zur Abrüstung auf einem sehr schmalen Grat wandelte und im eigenen Land von manchem der "Hardliner" innerhalb wie außerhalb der Akademie äußerst skeptisch betrachtet, ja - in Anlehnung an ein böses Wort der Kriegszeit insgeheim der Kategorie der "Wehrkraftzersetzer" zugeordnet wurde.

Noch einmal zurück zum Hauptthema dieser Darlegungen, den chemischen Kampfstoffen als Altlasten.

Wie gezeigt, gehören chemische Kampfstoffe zu chemisch wie auch toxikologisch sehr unterschiedlichen Substanzgruppen, so daß es auch keine summarische "Kampfstoff-Therapie" geben kann. Die Erkundung von Kampfstoffen im Gelände, ihre chemische Identifizierung respektive die qualitative und die quantitative Analytik sowie die erforderlichen Entgiftungsmethoden und ärztlichen Behandlungskomplexe sind entsprechend unterschiedlich. Die sich hieraus ergebenden Konsequenzen für die Standorte von Rüstungsaltlasten stellen sehr spezielle Anforderungen an das damit betraute medizinische Personal.

Zur Gefährdung der mit Erkundungs- und Sanierungsarbeiten befaßten Personen durch die chemischen Kampfstoffe und ihre mehr oder minder giftigen Abbauprodukte kommt noch als weiteres Risiko das von Explosivstoffen oder Treibladungen chemischer Munition ausgehende hinzu, wenn es sich um solche Kampfstoffe in chemischen Waffen - also in munitionierter Form (Granaten, Bomben, Raketen, Minen etc.) - handelt.

Bei den chemischen Kampfstoffen und chemischen Waffen stammt die Mehrzahl der Rüstungsaltlasten aus der Zeit des 2. Weltkrieges. Hin und wieder stößt man jedoch auch noch auf solche aus dem 1. Weltkrieg. Je nach der Art der Bevorratung kann es sich dabei um kaum zersetzte, d.h. biologisch noch nahezu voll wirksame chemische Kampfstoffe handeln oder um ins Erdreich und damit bis ins Grundwasser freigesetzte Abbauresp. Zersetzungsprodukte. Solche Produkte sind von sehr unterschiedlicher Giftigkeit; sie werden oftmals hinsichtlich des ärztlichen

Handlungsbedarfs unterschätzt, aber ebenso auch in ihren ökologischen Konsequenzen nicht ernst genug genommen. Damit stehen humantoxikologische wie auch umwelttoxikologische Erfordernisse für die Erkundungs- und die Sanierungsbetriebe auf der Tagesordnung, so daß entsprechende Aus- und Weiterbildungsprogramme für das medizinisch-technische Personal, aber auch für die zur Betreuung der Beschäftigten erforderlichen Ärzte notwendig sind bzw. umgehend verwirklicht werden müssen.

Diese knappe Übersicht umfaßt naturgemäß nicht alle militärisch aktuellen Gifte, wie es überhaupt grundsätzlich schwierig ist, zu verlässlichen Einschätzungen über das tatsächliche Ausmaß von Kampfstoffaltlasten zu gelangen. Es steht zu befürchten, daß wir in zahlreichen Fällen erst die "Spitze des Eisberges" gesichtet haben.

Die ständige Verfügbarkeit der militärmedizinischen Spezialeinheiten sowie der in der Bundeswehr vorhandenen Ausbilder wird für den zivilen Bereich nicht durchgängig möglich sein, so daß zivile Initiativen von Sanierungsfirmen und Fachverbänden unumgänglich sind. Erste Bemühungen in dieser Richtung gibt es seit kurzem. Aber auch eine aus der jüngsten Vergangenheit herrührende Zurückhaltung, manchmal sogar deutliche Abneigung und Ablehnung einer Beschäftigung mit medizinischen Problemen der Therapie von Kampfstoff-Schäden ist bei Ärzten und ärztlichem Hilfspersonal anzutreffen. Wer von chemischen Kampfstoffen etwas versteht, der kann vorschnell in den Verdacht der Mitwisserschaft um chemische Kriegsvorbereitungen geraten; die Geschichte der Militärmedizin hat dafür nicht nur im Deutschland der 1. Hälfte dieses Jahrhunderts bedrückende Beispiele. Dessenungeachtet muß sich das medizinische Personal im Hinblick auf die lebensbedrohlichen chemischen Rüstungsaltlasten den präventiven und kurativen Herausforderungen stellen. Ein solches Erfordernis ergibt sich nicht zuletzt auch aus den Auflagen des oben bereits kurz erwähnten Pariser Abkommens von 1993 zum Verbot chemischer Waffen, denn dieses Abkommen (s. Tabellen im Anhang) bezieht nicht nur die jetzigen Besitzer aktueller chemischer Kampfstoffe ein, sondern es legt auch explizit die sich aus Altlasten chemischer Kampfstoffe erwachsenden Pflichten resp. Erfordernisse fest.

5. Einige spezielle Aspekte seeversenkter Altlasten

Auch dem der Altlastenthematik Fernstehenden verdeutlicht das vorstehend Dargelegte, daß militärische Altlasten und Rüstungsaltlasten ein

Umweltproblem besonderer Art darstellen. Obwohl die hauptsächlichsten Probleme hierzu "an Land", d. h. im Bereich der ursprünglichen Herstellungs-, Lager- und Erprobungsstätten sowie auf den Einsatzgebieten bzw. Kriegsschauplätzen, liegen, wurde in unterschiedlichem Ausmaß, aber doch auch in erheblichen Mengen nicht mehr benötigtes Kriegsmaterial vom Waffenschrott bis hin zu extrem gefährlichen chemischen Kampfstoffen in die überdimensionalen "Abfallgruben" der Meere versenkt. Mehrfache internationale wie auch nationale Bemühungen um eine Aufklärung der Situation und um Abschätzung der umwelttoxikologischen Konsequenzen der unterseeischen Waffenhalde sowie möglicher Risiken für die Anwohner der Küstenregionen sind bislang in den Ansätzen steckengeblieben. Weitere wissenschaftlich-technische Erhebungen sind unbedingt erforderlich. Allerdings ist bereits jetzt absehbar, daß eine flächendeckende Entsorgung weder technisch noch finanziell durchführbar sein wird. Hierzu nachfolgend einige Ausführungen.

Die Thematik der Versenkung chemischer Kampfstoffe und anderer Militärchemikalien in der Ost- und Nordsee sowie im Atlantik bzw. in den Weltmeeren ist seit dem Ende des 1. Weltkrieges - und fortdauernd bis in die Gegenwart - von Interesse. Dies betrifft sowohl die Aspekte des Reaktionsverhaltens und damit der Toxizitätswandlung unter extremen Umweltbedingungen als auch die Möglichkeiten und Grenzen der Entsorgung überlagerter Bestände chemischer Kampfstoffe sowie kampfstoffgefüllter Munition.

In der Öffentlichkeit werden die aus der seeversenkten Munition resultierenden Probleme in den letzten Jahren verstärkt diskutiert, nachdem hierzu jahrzehntelanges Schweigen geherrscht hatte. Die Gründe für das neuerliche Interesse an diesem speziellen Kapitel der militärischen und Rüstungsaltslasten sind höchst unterschiedlich; sie reichen von sachlich begründeter Sorge über diffuse Angst und Ungewißheit bis hin zu boulevardjournalistisch geschürter Hysterie.

Was nun die sachlich begründete Sorge über die Gefährdung der marinen Umwelt sowie die Rückwirkungen auf Küstenregionen und ihre Bewohner betrifft, so wurden insbesondere in Deutschland seit 1989 durch die Offenlegung von bis dahin unter Verschuß gehaltenen Unterlagen und das Bekanntwerden der "Entsorgungspraxis" der vormals sowjetischen Armee in den Nachkriegsjahren (anteilig jedoch auch der anderen Siegermächte des 2. Weltkrieges) viele bis dahin verdrängte Probleme - in doppeltem Wortsinn - zutage gefördert.

Im Nachfolgenden steht das Problem der versenkten chemischen Kampfstoffe und chemischer Waffen im Vordergrund. Auf andere militärische und Rüstungsaltslasten, für die ebenfalls das "Seadumping" als scheinbare Endlösung der Entsorgungspraxis zur Anwendung gekommen ist, kann an dieser Stelle nicht eingegangen werden; es sei lediglich darauf hingewiesen, daß auch für konventionelle Munition, Sprengstoffe und Waffen aller Art die Weltmeere zur internationalen Abfallgrube gemacht worden sind. Die Waffenhalden auf dem Grund der Meere betreffen nicht allein die Nord- und Ostsee; als außereuropäisches Beispiel sei auf die Tatsache verwiesen, daß als Altlast des 2. Weltkrieges in der Truk-Lagune im Pazifik eine Flotte japanischer Munitionsschiffe durch Versenkung "entsorgt" wurde. Derzeit häufen sich die Hinweise auf von der damaligen UdSSR bzw. ihren Nachfolgestaaten absichtlich versenkte U-Boote mit atomarer Bewaffnung und atomaren Antriebssystemen, so daß hier eine noch wesentlich dramatischere Situation für die Umwelt zu berücksichtigen wäre.

Am Rande sei erwähnt, daß einem Bericht der Süddeutschen Zeitung vom 26.8.1992 zufolge die Schweizer Armee in den Nachkriegsjahren mehrere Tausend Tonnen alter Waffen und Munition in verschiedenen Seen (Genfer-, Urner-, Neuenburger- und Thunersee) "entsorgt" hat. Dieses Beispiel demonstriert die - heute hoffentlich überwundene - Ignoranz mancher Militärs gegenüber der Umwelt. Man geht sicherlich nicht fehl in der Annahme, daß auch anderenorts Armeemüll nicht nur im Erdreich vergraben sowie in den Meeren versenkt wurde, sondern Flüsse und, wie das vorstehende Schweizer Beispiel zeigt, Binnenseen noch manche böse Überraschung aus Kriegs- und Nachkriegszeiten "aufbewahren".

1993 ist ein Dokument über die in der Ostsee versenkten chemischen Kampfstoffe und entsprechender chemischer Waffen vorgelegt worden; es gilt als erster umfassender Versuch zur Bestandsaufnahme und Bewertung dieser Problematik und enthält erste Empfehlungen zum weiteren Vorgehen. (7)

Parallel hierzu wurden vom Niedersächsischen Umweltministerium Erhebungen über Rüstungsaltslasten in der Nordsee publiziert. (8) Diese Erhebungen betreffen generell die in den Nachkriegsjahren versenkte Munition, d.h. es wurden chemische Waffen zwar nicht ausgeschlossen, aber die Datenlage fokussierte das Interesse auf Sprengmunition in vergleichsweise küstennahen Gewässern. Vorerst sind die in der nördlichen Nordsee versenkten chemischen Kampfstoffe resp. chemischen Waffen

außer Betracht geblieben. Demgegenüber gibt es Erhebungen insbesondere von norwegischer und auch von schwedischer Seite, die den Versuch unternehmen, die in der Nordsee von den Alliierten versenkten chemischen Waffen zu erkunden, um damit dieser Problematik "auf den Grund zu gehen".

Von Versenkungsaktionen der USA ist bekannt geworden, daß z.B. 1967 und 1968 vor der Küste New Jerseys 50 000 "Nervengas"-Granaten (d.h. mit phosphororganischen Kampfstoffen des Tabun/Sarin-Typs gefüllt) dem Atlantik überantwortet wurden; seit 1972 ist der US-Armee diese Entsorgungspraxis verboten worden.

Wenn sich unsere Ausführungen vorzugsweise auf die Ostsee (und hierbei vor allem das westliche sowie südliche Seegebiet) konzentrieren, dann deshalb, weil hierzu - bei aller Lückenhaftigkeit der Datenlage - bislang die verlässlichsten Unterlagen vorhanden sind. Sollte man überhaupt jemals eine Entsorgung dieser durch Munition und chemische Kampfstoffe belasteten Seengebiete ernsthaft in Betracht ziehen (und wäre es auch nur in engbegrenzten Regionen), dann ständen entsprechende Maßnahmen zunächst für diese westlichen und südlichen Gebiete der Ostsee zur Debatte.

Nach übereinstimmenden Schätzungen alliierter Dienststellen anhand aufgefundener Dokumente besaß Deutschland am Ende des 2. Weltkrieges etwa 300 000 Tonnen Kampfstoffmunition. Hiervon sind zwischen 42 000 Tonnen und 65 000 Tonnen in der Ostsee versenkt worden, gleichbedeutend mit einem Anteil von 6 500 bis 10 000 Tonnen chemischer Kampfstoffe (wenn man die Annahme macht, daß durchschnittlich 15 % des Gesamtgewichtes der chemischen Munition auf den Kampfstoffanteil entfällt). Der Hauptteil dieser Munition ist auf Veranlassung resp. Weisung der Alliierten in den ersten fünf bis sechs Nachkriegsjahren versenkt worden. Hierbei sind nicht mitgerechnet die Mengen an chemischer Munition aus alliierter Produktion; man kann davon ausgehen, daß derartige Versenkungen alliierter Munition (hauptsächlich aus britischen, französischen, russischen und polnischen Beständen) erfolgt ist, konkrete Unterlagen hierzu sind bisher nicht veröffentlicht worden.

In dem 1993 erarbeiteten Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe, unter Federführung des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie in Hamburg, heißt es: "- Gesicherte Erkenntnisse über Versenkungen:

Wie durch mehrere Quellen sicher bestätigt ist, wurden in 3 Gebieten die folgenden Munitionsmengen versenkt:

Kleiner Belt: 69 000 Tabungranaten und 5 000 t Bomben und Granaten, gefüllt mit Tabun und Phosgen - 1945 versenkt durch die Deutsche Wehrmacht. Die 69 000 Tabungranaten wurden 1959/60 gehoben und im Golf von Biscaya versenkt.

Bornholm Becken (östlich von B.): 35 000 t Bomben und Granaten, gefüllt mit S-Lost, Zähllost und arsenhaltigen Kampfstoffen (Clark I, II, Adamsit), möglicherweise auch mit N-Lost, Phosgen, Tabun, Chloracetophenon und Zyklon B - veranlaßt durch die Sowjetische Militäradministration in Deutschland (SMAD) in den Jahren 1947 bis 1948, ca. 200 t durch Behörden der DDR in den Jahren 1952 - 1965.

Gotland Becken (südlich von G., südwestlich Liepaja): rd. 2 000 t, unbekannter Zusammensetzung - veranlaßt durch die SMAD, 1947.---

Transportwege zu den Versenkungsgebieten: Nach zahlreichen Zeugenberichten wurde Kampfstoffmunition auf den Zufahrtswegen von dem Ostseehafen Wolgast in das Versenkungsgebiet östlich von Bornholm versenkt. Mengen und die genauen Positionen sind unbekannt.

- Weniger gesicherte Erkenntnisse über Versenkungen:

Bornholm Becken (östlich B.): Nach Zeugenaussagen wurden weitere 8000 t Munition auf Veranlassung der Britischen Militäradministration in Deutschland (BMAD) 1946 in dem Gebiet östlich Bornholms versenkt.

Gebiet südwestlich von Bornholm: Nach Zeugenaussagen wurden 15 000 t Munition auf Veranlassung der BMAD 1946 südwestlich von Bornholm versenkt."

Soweit ein kurzer Auszug aus diesem Bericht der Bund/Länder Arbeitsgruppe. (7)

Der Sachverhalt wird zusätzlich auch durch schwedische und norwegische Erhebungen bestätigt. Entsprechende Mitteilungen erfolgten u.a. anläßlich einer 1993 mit Unterstützung der Volkswagen-Stiftung durchgeführten Expertentagung des Stockholmer Friedensforschungsinstitutes (SIPRI) und der Wehrwissenschaftlichen Dienststelle der Bundeswehr für ABC-Schutz in Munster. (9)

Außerhalb der Ostsee wurden - wie bereits vorstehend kurz erwähnt - ebenfalls Kampfstoffversenkungen durchgeführt. So hat Großbritannien in den ersten Nachkriegsjahren eigene überlagerte Munition im Nordatlantik versenkt. Weitere Versenkungen überlagerter Kampfstoffmunition

sowie chemischer Kampfstoffe sind in den fünfziger Jahren von den USA vor ihrer Südostküste im Atlantik erfolgt.

Aus Belgien ist bekannt, daß dort deutsche ebenso wie eigene chemische Munition im Seegebiet vor Zeebrügge sowie 1954, 1972 und 1980 im Golf von Biscaya versenkt worden ist. Hierzu ist anzumerken, daß Belgien schon 1920 Kampfstoffmunition vor seiner Küste versenkt hat, so wie auch damals bereits Restbestände der chemischen Munition des 1. Weltkrieges in der Ostsee, im Gebiet des sogenannten Adlergrundes, versenkt worden waren.

Damals wie später war (und ist bis heute) der tatsächliche Umfang von Versenkungsaktionen der russischen bzw. sowjetischen Armee unbekannt geblieben. Hohen russischen Militärs zufolge sollen noch Mitte der achtziger Jahre über 250 000 t überlagerter Munition östlich von Bornholm versenkt worden sein (da es sich hierbei um Presseberichte handelt und auch keine Spezifizierung der Munitionsarten gemacht wurde, sind derartige Angaben mit gebotener Zurückhaltung aufzunehmen, wenngleich es als ziemlich sicher gelten kann, daß in der damaligen USSR das Militär nicht von Umweltskrupeln beherrscht war).

Hinsichtlich der hauptsächlichen Arten chemischer Kampfstoffe des 2. Weltkrieges, die seeversenkt wurden, sind hier zu nennen: Chlorazetophenon, Phenarsazinchlorid (Adamsit), Diphenylarsinchlorid (Clark I), Diphenylarsincyanid (Clark II), Lewisite (alpha, beta und gamma bzw. techn. Mischungen), Phenylarsindichlorid, Phosgen, Chlorpikrin, Schwefel-Lost und takt. Mischungen, Stickstoff-Loste, Tabun, Sarin sowie Blausäure (Zyklon B). Hinzu kommen noch eine Vielzahl technischer Vor- und Zwischenprodukte der Kampfstoffchemie, Sprengstoffe, Nebelmittel sowie sonstiger Militärchemikalien (z.B. Entgiftungsmittel, übungs- und Imitationsstoffe, Zündmittel, Brandmittel), wobei es sich bei den letztgenannten Militärchemikalien um vergleichsweise geringe Tonnen gehandelt hat.

Wie an Land die geologischen Gegebenheiten vielgestaltig sind, so ist auch der Meeresboden geologisch höchst unterschiedlich strukturiert; feinkörnige Sande wechseln mit Kiesen, Geröllen und Festgesteinen, überwucherndem Pflanzenbesatz oder schlickigen Schlämmen sowie sandigen Sedimenten. Hinzu kommen die Temperaturschichtungen mit unterschiedlichen horizontalen und vertikalen Salzgehalten. Auf diese Weise sind die "Reaktionsräume" für alle Arten von seeversenkten Materialien, sei es kompakt (als Munitionsbehälter) oder feinverteilt bzw. im Wasser gelöst (als Kampfstoffe, Sprengstoffe sowie Abbauprodukte)

sehr unterschiedlich. Am Meeresboden und im Seewasser erweisen sich oxidative Prozesse bestimmend, während im Schlick die Reduktionsbedingungen vorherrschen. Dementsprechend verlaufen die chemischen Abbauprozesse nicht nur zeitlich sehr unterschiedlich, sondern die einzelnen Reaktionsabläufe variieren erheblich (gleichbedeutend mit der Bildung unterschiedlicher Zwischen- und Endprodukte). Alle diese Abbauprozesse sind ihrerseits mit Transportprozessen in den salinen Schichtungen verknüpft, da der stoffliche Austausch zwischen der "freien" Wasserphase und den Sedimenten oder dem Schlick über diffusionsbedingte Abläufe geregelt wird.

Eine Vergleichbarkeit mit "Laborbedingungen" ist bei allen diesen Prozeßabläufen nur in Ausnahmefällen gegeben. Umweltchemie als "Realchemie" erweist sich hier - wie generell - als außerordentlich viel komplizierter als das lehrbuchgemäße Geschehen im Reagenzglas. Dieser Sachverhalt wird vorerst noch allzuoft übersehen, insbesondere dann, wenn es um Forderungen nach der Festlegung von behördlich zu fixierenden sogenannten Grenzwerten als vermeintlich konstante d.h. reproduzierbare Größen geht. Gelegentlich in der Fachliteratur publizierte Modellrechnungen und mathematisierte "Gleichungen" haben bisher in der Praxis die Erwartungen und Versprechungen nicht erfüllt, was jedoch nach dem vorstehend Dargelegten wohl verständlich ist.

Ogleich hier die seeversenkten chemischen Kampfstoffe vorrangig betrachtet werden, hat eine umwelttoxikologische Bewertung zu berücksichtigen, daß mengenmäßig auch die versenkten Sprengstoffe in ein Monitoring-Programm einzubeziehen sind. Hierbei müssen sowohl die Sprengstoffe und insbesondere ihre toxikologisch noch weitaus problematischeren Abbauprodukte (mit teilweise genotoxischer, insbesondere kanzerogener Wirkung!) als auch die metallischen Anteile aus den Zündmitteln und Munitionsbehältern in dieser chemisch-toxikologischen Gesamtsituation Beachtung finden.

Die vorstehend skizzierte Problematik der umwelttoxikologischen Vielfalt von Substanzen, die mitbestimmend für das Gefahrenpotential sind, welches aus seeversenkter Munition erwächst, ist beeindruckend und für die Verantwortung Tragenden eine besondere Herausforderung sowohl fachwissenschaftlich wie auch politisch-administrativ.

Nach dem 2. Weltkrieg wurde man auf bestehende Gefahren seeversenkter Munition zunächst dadurch aufmerksam, daß sich in den küstennahen Gewässern eine auf die illegale Buntmetallgewinnung gerichtete "Munitionsfischerei" (einschließlich der Rückversenkung von nicht an-

landungsfähiger Munition) entwickelt hatte, bei der Explosionsunglücke die nahezu zwangsläufige Folge waren. Damit in Verbindung kam es im Fall von geborgener Kampfstoffmunition auch zu Vergiftungen, insbesondere durch "Gelbkreuz"-Granaten, d.h. mit Schwefel-Lost (chemisch 2,2-Di-chlordiethylsulfid) gefüllte Granaten.

Im Verlaufe der Nachkriegsjahre sind dann vor allem die mit Grundnetzen arbeitenden Fischer häufig zu unfreiwilligen "Munitions-Entsorgern" und damit zu in doppeltem Sinn Geschädigten geworden; sie haben Vergiftungen sowie Verletzungen davongetragen, und zusätzlich hatten sie den wirtschaftlichen Schaden. Dies, weil sowohl ihr gefangener Fisch ungenießbar war als auch in zahlreichen Fällen durch die an Deck gehievten Fangnetze der Fischkutter großflächig durch den chemischen Kampfstoff derart vergiftet wurde, so daß danach aufwendige Entgiftungs- und Spezialreinigungsmaßnahmen an Land durch Sonder-einheiten der Armee notwendig waren.

Als zusätzlich beunruhigend erwiesen sich in diesem Zusammenhang die an die Strände gespülte Munition sowie leckgeschlagene Abwurfbehälter mit darin noch teilweise vorhandenen Kampfstoffresten oder Resten von weißem Phosphor aus Brandbomben und -kanistern. Dies war (und ist) eine besondere Gefährdung für Unkundige, die zum Beispiel als Spaziergänger am Meer derartiges "Strandgut" finden, denn der ausgelau-fene Inhalt, der oberflächlich "verharzt", kann weitab vom eigentlichen Behälter an den Strand gespült werden und in seinem Aussehen zunächst für ein Stück Bernstein gehalten werden. Beim Anfassen bricht die harzige Umhüllung und gibt dann den noch hochwirksamen Kampfstoff (in solchen Fällen hauptsächlich Schwefel-Lost) oder den bei Luftzutritt un- vermindert brandaktiven Phosphor frei; nur sofortige ärztliche Hilfe vermag dann die schweren akuten Schädigungen in Grenzen zu halten. Aber selbst das mit der Bergung und Entsorgung beauftragte Personal ist beim Umgang mit chemischen Kampfstoffen noch dem Risiko von ge- sundheitlichen Spätschäden ausgesetzt. Nach wie vor besteht jedoch das größte Gefährdungsrisiko für die Fischereifahrzeuge, da trotz wesentlich verbesserter Seekarten, die heute die Hauptlagerplätze seeversenkter Munition ausweisen, immer wieder Zufallsfunde vorkommen und durch Strömungsvorgänge am Meeresboden Verlagerungen der Munition auf- treten. Leider kann bislang auch nicht völlig ausgeschlossen werden, daß es in den letzten Jahren z.B. im östlichen Teil der Ostsee noch zu "Nacht- und Nebelaktionen" der Munitionsentsorgung gekommen ist.

Vorerst steht eine lückenlose Neukartierung der gesamten Ost- und Nordsee sowie weiterer Verdachtsflächen des Atlantik (z.B. Biscaya) und anderer Meereszonen (Nordmeer!) noch aus. Abgesehen von diesen sehr aufwendigen Kartierungsvorhaben wird zumindest punktuell auch eine meeres-chemische Beprobung mit moderner Analysetechnik vorzunehmen sein, weil beispielsweise durch arsenhaltige chemische Kampfstoffe die Meeresfauna beeinträchtigt werden kann und so die Anreicherung von Arsen in Fischen, Muscheln oder Seevögeln die Folge wäre. Damit hat die Giftbelastung der Gewässer auch veterinärtoxikologische und ernährungswirtschaftliche Aspekte.

Seeversenkte chemische Kampfstoffe sowie anderweitige militärische Altlasten haben stellenweise den Meeresboden zu einer "Sondermülldeponie" gemacht. Vor dieser Tatsache kann man nicht die Augen verschließen und muß demgemäß seehydrographische Vorkehrungen durch genaue Kartierungen ebenso treffen wie die ständige Arbeitsschutz- und Sicherheitsbelehrung für die Beschäftigten im Bereich der Schifffahrt, insbesondere der Fischerei und Fischverarbeitung. Es ist allerdings aus wirtschaftlichen und technischen Gründen derzeit völlig unrealistisch, an eine Entsorgung der inzwischen bekannten Meeresbodgebiete zu denken. Wenn es überhaupt zu technischen Entsorgungsmaßnahmen kommt, werden sich diese regional engbegrenzt auf küstennahe Bereiche von Hafenzufahrten, auf Urlaubsreservate und sensible Versorgungsbereiche (Seekabelverläufe, Bohrinsel-Standorte, Marinestützpunkte usw.) beschränken. Neben dem Ausbau eines Monitoring Programmes zur weiteren Präzisierung der umwelttoxikologischen Situation in sensiblen maritimen Bereichen ist die besondere Aufmerksamkeit darauf zu richten, daß entsprechend der bestehenden internationalen Konventionen zum Schutz der Umwelt jegliche weitere Versenkungsaktionen verhindert werden. Die inzwischen hierfür vorhandenen technischen Möglichkeiten satellitengestützter Überwachungssysteme dürften die Gewähr für einen diesbezüglichen Schutz der Meere und Seengebiete geben. Dort, wo punktuelle Entsorgungsmaßnahmen auf See oder an den Küsten durchzuführen sind, bedarf es nicht nur einer Hochleistungstechnik, sondern ebenso eines Fachpersonals mit vieljähriger praktischer Erfahrung zur Entgiftung und Entsorgung von besonders gefährlichen Chemikalien. Allerdings kann wohl davon ausgegangen werden, daß die Problematik der militärischen "Sonderdeponie" auf dem Meeresgrund auch noch den Enkeln unserer Enkel Entsorgungssorgen machen wird.

6. Schlußbemerkungen

Abschließend sei es darauf hingewiesen, daß eine Vielzahl von Problemen der Rüstungsalasten, die weit über das hier Zusammengefaßte hinausreichen, auf drei Kongressen 1992/93 hier in Berlin von uns und zahlreichen Fachkollegen behandelt sowie in einem dreibändigen Bericht zusammengetragen worden ist. (10) Inzwischen haben zahlreiche weitere Symposien, Kongresse und Kolloquien zu diesem Themenkreis stattgefunden. Eine große Zahl von Publikationen liegt vor. Es bedarf keiner Prophetie, daß uns diese Thematik mit all ihren doppelbödigen Problemen noch weit über die Schwelle des Jahrtausends hinaus begleitet. Wenngleich schon heute die technische Lösbarkeit der Probleme gegeben ist, sind die Kosten und damit die volkswirtschaftlichen Belastungen als extrem hoch einzuschätzen. Um so makabrer stellt sich daher die Tatsache dar, daß das Kriegsgeschehen auf unserer Erde anhält, was gleichbedeutend mit der fortdauernden Anhäufung militärischer und Rüstungsalasten einhergeht!

Literatur

- (1) Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen: Altlasten II. Sondergutachten, Februar 1995. Verlag Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1995.
- (2) a. Lohs, Kh.: Synthetische Gifte. 4. Aufl., Militärverlag der DDR, Berlin, 1974.
 - b. Appler, B. und Lohs, Kh.: Chemische Kampfstoffe. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Eigenschaften. Wehrwissenschaftliche Dienststelle der Bundeswehr für ABCSchutz, Munster, 1992.
 - c. Lohs, Kh. und Martinetz, D.: Entgiftung - Mittel, Methoden und Probleme. Akademie-Verlag, Berlin, 1978; Verlag Vieweg, Braunschweig, 1978.
 - d. Lohs, Kh. und Martinetz, D.: Entgiftung und Vernichtung chemischer Kampfstoffe. Militärverlag der DDR, Berlin, 1983.
 - e. Lohs, Kh.: Aus militärischen Altlasten erwachsende ärztliche Erfordernisse. Z. ärztl. Fortbild. 85(1991), 1063 - 1067.
 - f. Lohs, Kh.: Zur Bewertung von ehemals militärisch genutzten Flächen der neuen Bundesländer. Abfallwirtschafts-Journal 3(1991), H. 4, 223 - 225.
- (3) Umweltbundesamt: Verdachtsstandorte von Rüstungsalasten in Deutschland. Bde. 1 - 5. UBA-Forschungsbericht 93-029, UBA-Texte 08/93, Berlin, 1993.

- (4) Lohs, Kh.: Der Krieg endet nicht am Tag des letzten Schusses. spectrum 22(1991), H. 2, 24 - 26.
- (5) Lohs, Kh. und Martinetz, D.: Der Grenzstreifen als Herbizid-Altlast. UWSF - Z. Umweltchem. Ökotox. 3(1991), H. 4, 217.
- (6) Hilgart, D.: Einsatz chemischer Waffen in Tbilissi/Georgien - gesundheitliche Folgen einer Massenkatastrophe am 9. April 1989. Diss., Universität Witten-Herdecke, 1993; sowie Schmidt-Troschke, St.: Massenpsychogene Erkrankung und posttraumatische Belastungsstörungen - gesundheitliche Folgen einer Massenkatastrophe am 9. April 1989. Diss., Universität Witten-Herdecke, 1993.
- (7) Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie Hamburg: Chemische Kampfstoffmunition in der südlichen und westlichen Ostsee - Bestandsaufnahme, Bewertung und Empfehlungen. Bericht der Bund/Länder-Arbeitsgruppe Chemische Kampfstoffe in der Ostsee, Hamburg, 1993.
- (8) Rapsch, H.-J.: Ist die Nordsee eine Rüstungsaltpost? AbfallwirtschaftsJournal 4(1992), H. 12, 1002 - 1005; siehe hierzu auch Lohs, Kh.: Seeversenkte chemische Kampfstoffe. Entsorgungspraxis 6/95, 102 - 105 (dort weitere Literatur).
- (9) Stock, Th. und Lohs, Kh.: SIPRI-Monograph. Stockholm, 1995 (im Druck).
- (10)a. Thom.-Kozmiensky, Spyra, Lohs, Preussner, Rüden: Untersuchung von Rüstungsaltposten. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 1991/93.
- b. Thom.-Kozmiensky, Spyra, Lohs, Preussner, Rüden: Verfahren zur Sanierung von Rüstungsaltposten. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 1991/93.
- c. Thom.-Kozmiensky, Spyra, Lohs, Preussner, Rüden: Management zur Sanierung von Rüstungsaltposten. EF-Verlag für Energie- und Umwelttechnik, Berlin, 1991/93.

Anlage 1

Als „Chemische Waffen“ gelten, zusammen oder einzeln:

(nach Artikel II der Chemiewaffenkonvention)

- a) toxische Chemikalien und deren Vorprodukte, mit den Ausnahmen, daß diese für Zwecke genutzt werden, die nicht durch die Konvention verboten, sind sowie die Arten und Mengen dieser Stoffe, soweit sie in Übereinstimmung mit den durch die Konvention verbotenen Zwecken stehen,
- b) Munition und Vorrichtungen, die speziell so ausgelegt sind, daß sie den Tod oder andere Schädigungen durch die toxischen Eigenschaften dieser Chemikalien (siehe a)) als Resultat der Anwendung solcher Munition und Vorrichtungen, herbeiführen;
- c) jegliches Gerät, welches speziell entwickelt wurde für die direkte Nutzung in Verbindung mit der Anwendung solcher Munition oder entsprechender Vorrichtungen.

Anlage 2

**„Alte Chemische Waffen“
unter der Chemiewaffenkonvention**

**Artikel I
generelle Verpflichtungen**

§ 2 (Verpflichtung zur Vernichtung - generell -) und § 3 (Verpflichtung zur Vernichtung von zurückgelassenen Chemiewaffen auf dem Territorium eines anderen Vertragsstaates.

**Artikel II
Definition und Kriterien**

alte chemische Waffen	zurückgelassene chemische Waffen
a) produziert vor 1925	Chemiewaffen, auch alte Chemiewaffen, die durch einen Staat auf dem Territorium eines anderen Staates nach dem 1. Januar 1925 ohne dessen Zustimmung zurückgelassen wurden.
b) produziert in der Zeit zwischen 1925 und 1946; nicht länger als Chemiewaffen nutzbar, da soweit „zerfallen“	

**Artikel III
Deklarierungen**

30 Tage nach Inkrafttreten der Konvention für den betreffenden Staat erfolgt die Übergabe folgender Deklarationen:

- Deklaration über das Vorhandensein von alten Chemiewaffen (nach Definition) und Übermittlung aller verfügbaren Informationen gemäß dem Verifikationsanhang
- Deklaration über das Vorhandensein von zurückgelassenen Chemiewaffen auf seinem Territorium und Übermittlung aller verfügbaren Informationen gemäß dem Verifikationsanhang

- c) Deklaration darüber, ob Chemiewaffen auf dem Territorium eines anderen Staates zurückgelassen wurden und Übermittlung aller verfügbaren Informationen gemäß dem Verifikationsanhang

Artikel IV **Chemische Waffen**

generelle Verpflichtung zur Vernichtung von Chemiewaffen

SONDERREGELUNG:

Alle Bestimmungen für die Vernichtung unter diesem Artikel sollen nicht für Chemiewaffen angewandt werden, die vergraben wurden oder vergraben bleiben (auf dem Territorium des Vertragsteilnehmers vor dem 1. Januar 1977) und für Chemiewaffen, welche vor dem 1. Januar 1985 „seeversenkt“ wurden.

Anlage 3

Tabelle 1
Anzahl erfaßter und geschätzter Altlastverdachtsflächen in der Bundesrepublik Deutschland (Stand: 31.12.1993)

	Altlastverdachtsflächen	
	erfaßt	geschätzt
Alte Bundesländer	69.029	161.678
Neue Bundesländer	69.693	83.248
Gesamt	138.722	244.926

Ausdehnung der Flächen: rund 1.000.000 ha

Anlage 4

Technische Möglichkeiten der Kampfstoffvernichtung**A. Thermische Verfahren**

- a) Pyrolyse
- b) Hochtemperaturverbrennung
- c) Katalysierte Verbrennung

B. Chemische Verfahren (ggf. in Kombination mit Bodenwäsche)

- a) Hydrolytische Spaltung
- b) Chemische Oxidation
 - mit chlorierenden Mitteln (Calciumhypochlorit)
 - mit Sauerstoffträgern (Persäuren)
- c) Katalytische Reaktion
- d) Spezielle Entgiftungsreaktionen
- e) Immobilisierung („Einbetten“ in Polymere, Verglasung etc.)

C. Physikalische Verfahren

- a) Strahlungschemischer Abbau
- b) Kryofraktion

D. Biologische Verfahren

- Bakterieller Abbau
- Enzymatischer Abbau

Anlage 5

