



März 2003

**Die Bedrohung der Zivilbevölkerung
durch erdeindringende Atomwaffen
geringer Sprengkraft:**

Nukleare "Bunkerknacker" und ihre medizinischen Folgen

**Dr. med. Victor W. Sidel, Dr. med. H. Jack
Geiger, Dr. med. Herbert L. Abrams, Dr. phil.
Robert W. Nelson John Loretz**

Die Bedrohung der Zivilbevölkerung durch erdeindringende Atomwaffen geringer Sprengkraft:

Nukleare „Bunkerknacker“ und ihre medizinischen Folgen.

Zusammenfassung

Die Befürworter einer neuen Generation erdeindringender Atomwaffen geringer Sprengkraft (*low-yield nuclear earth-penetrating weapons*, EPW) – gemeint sind damit beispielsweise modifizierte Varianten der B61-11-Bombe aus dem bestehenden US-Arsenal – behaupten, dass solche Waffen bei „minimalen Kollateralschäden“ gegen tief im Boden verborgene und verstärkte Untergrundbunker einsetzbar wären. Allerdings würde schon eine nukleare EPW mit nur sehr geringer Sprengkraft, die innerhalb oder in der Nähe eines dicht besiedelten Gebiets zur Detonation käme, mit ihrem Fall-out radioaktiven Staub, Trümmer und anderes radioaktives Material über mehrere Quadratkilometer verteilen.

Auch Atomwaffen mit geringer Sprengkraft fordern Zehntausende von Opfern

Eine nukleare EPW mit weniger als einem Zehntel der Sprengkraft der Hiroshima-Bombe könnte Zehntausende von Opfern einer tödlichen Strahlendosis aussetzen. In den angegriffenen Bunkern gelagerte biologische oder chemische Kampfstoffe könnten, ohne von der EPW unschädlich gemacht worden zu sein, in die Atmosphäre gelangen und ungeschützte Zivilisten verletzen oder töten. Die Zahl der Opfer eines EPW-Angriffs wäre vom Zielort, der Bevölkerungsdichte, dem Radius, innerhalb dessen die Trümmer niedergehen, und den Flucht- und Evakuierungsmöglichkeiten abhängig. Abgesehen von akuten und langfristigen gesundheitlichen Folgen würde der Einsatz von Atomwaffen außerdem die

„Kollateralschaden“ ist ein militärischer Begriff für Menschen oder Umwelt, die durch militärische Aktion verletzt, zerstört oder getötet werden

bestehenden Vereinbarungen gegen deren Nutzung und gegen weitere Proliferation schwächen und eine Schwelle überschreiten, die seit 1945, dem Jahr des ersten Atombombenabwurfs der Vereinigten Staaten auf Hiroshima und Nagasaki, Bestand hat.

Einleitung

Der bevorstehende „Präventivkrieg“ gegen den Irak gibt Anlass, sich besorgt zu fragen, welche Waffen denn zum Einsatz kommen werden, um unterirdische Militäranlagen wie Kommandozentralen und mutmaßliche Lagerstätten für chemische und biologische Waffen zu zerstören.¹ Solche Stätten können sich in großen Tiefen befinden und mit beträchtlichen Mengen von Stahlbeton verstärkt sein, um einem Luftangriff mit konventionellen Waffen standhalten zu können. Erdeindringende Waffen – EPWs oder „Bunkerknacker“ – sollen mit hoher Geschwindigkeit die Erde erreichen und erst detonieren, nachdem sie in den Boden eingedrungen sind. Das Eindringen in den Boden erhöht den Schaden an den unterirdischen Zielen, da die Explosionsenergie an das Erdreich „gekoppelt“ wird.

Gegenwärtig verfügen die Vereinigten Staaten sowohl über konventionelle als auch über nukleare EPWs. Die größten und wirkungsvollsten konventionellen Systeme (GBU-28 und GBU-37) werden mit ca. 290 kg hochexplosiven Sprengstoff bestückt aus Flugzeugen abgeworfen. Sie waren im Test in der Lage, 6 Meter tief in Beton und 30 Meter tief ins Erdreich einzudringen. EPWs mit herkömmlichem Sprengstoff können zwar Gebäude bis zu einer Tiefe von 10 Metern unter der Erdoberfläche zerstören, sind aber wohl ungeeignet für die Zerstörung tiefer gelegener und „verstärkter“ Ziele.

**Die USA planen
eine neue
Generation von
Nuklearwaffen**

Die Vereinigten Staaten verfügen außerdem über fünfzig mit Atomsprengköpfen ausgerüstete EPWs (die B61-Modifikation Nr. 11), die für den Abwurf aus Flugzeugen gedacht sind. Tests lassen den Schluss zu, das die aktuelle Variante 2 bis 3 Meter in

gefrorenen Boden eindringen kann. Die Zerstörungskraft ihrer Sprengköpfe reicht, wie es heißt, von 0,3 bis zu 340 Kilotonnen (KT). Die Produktion einer neuen Generation nuklearer EPWs ist geplant und befindet sich gegenwärtig im Forschungsstadium. Ein Gesetz aus dem Jahre 1994 verbietet zwar momentan noch die Entwicklung von Waffen mit einer Sprengkraft von weniger als 5 KT (umgangssprachlich als „*mini-nukes*“ – Mini-Atombomben – bekannt), aber das US-Repräsentantenhaus hat in dieser Sitzungsperiode empfohlen, die Beschränkung aufzuheben.^{2,3}

Im Januar 2002 haben Verteidigungs- und Energieministerium ein neues Grundsatzdokument zur militärischen Nuklearstrategie (Nuclear Posture Review, NPR) veröffentlicht. Der Kongress verlangt ein solches Papier in regelmäßigen Abständen. Es beschreibt,

Die Nuklearstrategie der USA wird auf zusätzliche Ziele und ABC-Waffen erweitert.

welche nuklearen Kapazitäten das Verteidigungsministerium für notwendig erachtet. Das NPR 2002 nennt fünf neue Länder als potenzielle Ziele für US-Atomwaffen. Außer Russland und China werden ausdrücklich die demokratische Volksrepublik Korea (Nordkorea), Irak, Iran, Syrien und Libyen als potenzielle Bedrohungen aufgelistet. Das Dokument macht deutlich, dass das Atomwaffenarsenal der USA sowohl zur Abschreckung als auch als Antwort auf jegliche ABC-Waffen-Anwendung dieser Länder eingesetzt werden könnte. Ein Hauptaugenmerk liegt hierbei auf dem Einsatz nuklearer EPWs gegen „verstärkte, tief im Boden liegende Ziele“. Das Energieministerium bittet im Etat für 2003 insbesondere um die Finanzierung eines nuklearen Erdpenetrators mit verstärkter Ummantelung, des so genannten *robust nuclear earth penetrator* (RNEP), der wirkungsvoller sei als die bestehende Modifikation der B61-Bombe. Die Debatte um den RNEP konzentriert sich auf mehrere Modifikationen zur Verbesserung der B61 sowie neue Modifikationen der B83, der Waffe mit dem größten atomaren Sprengkopf des US-Arsenals. Die geplanten Modifikationen umfassen: die Entwicklung neuer Sprengkopfummantelungen mit dem Ziel, die Einschlaggeschwindigkeit zu erhöhen, wodurch die Waffe zuverlässig tiefer eindringen kann; die

Verfeinerung der Steuersysteme, um höhere Genauigkeit zu erreichen; eine verbesserte Kontrolle der Fluglage beim Aufprall, um den korrekten Eintrittswinkel zu gewährleisten; intelligenter Zünder, die eine Detonation zum richtigen Zeitpunkt sicherstellen.

Aus Regierungs- und Militärkreisen hört man, dass der Einsatz solcher erdeindringenden Atomwaffen geringer Sprengkraft nur zu „minimalen Kollateralschäden“ führen würde. Basierend auf physikalischen Schätzungen und Daten von unterirdischen Atomtests

zeigt eine vorurteilsfreie Analyse⁴ jedoch, dass schon eine Atomwaffe mit sehr geringer Sprengkraft beim Einsatz in dicht besiedeltem Gebiet das Risiko Zehntausender ziviler Strahlenopfer mit sich bringt. Opferzahlen in dieser Größenordnung würden selbst die effektivsten medizinischen Versorgungssysteme überfordern.

Ausführlich analysiert wurden die gesundheitlichen Konsequenzen des Einsatzes von Atomwaffen im Kilotonnenbereich (z. B. Bomben, deren Sprengkraft annähernd der von 15 000 Tonnen TNT entspricht, wie die 1945 in Hiroshima und Nagasaki eingesetzten) und im Megatonnenbereich (z. B. Bomben mit einer Sprengkraft von bis zu 20 Millionen Tonnen TNT, wie sie von den Vereinigten Staaten und der Sowjetunion bereits getestet wurden).⁵⁻⁸

**Die Opferzahlen
überfordern die
medizinische
Versorgungssysteme**

Charakteristika von Atomwaffenexplosionen

In der Analyse der Wirkungen von Atomwaffen größerer Sprengkraft unterscheidet man zwischen Luft- und Bodendetonationen. Bei der Detonation einer Atombombe mehrere hundert Meter über der Erde – wie in Hiroshima und Nagasaki – ist das von Druckwelle und Hitze verwüstete Gebiet um vieles größer als bei einer Explosion am Boden. Bei Luftdetonationen erleiden die Menschen am Boden außerdem Strahlenschäden durch den bei der Kernreaktion freiwerdenden Neutronenfluss und die Gammastrahlen sowie dem nachfolgenden Fall-out von während der Explosion in die Atmosphäre freigesetzten radioaktiven Teilchen.

Eine Explosion auf oder etwas unterhalb der Erdoberfläche begrenzt im Gegensatz dazu Druckwellen und Hitzeschäden auf einen kleineren Bereich und führt zu geringeren unmittelbare Verletzungen durch Gammastrahlung. Allerdings wird die Explosion mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit einen

Eine Bombe von einer Kilotonne hinterlässt fast eine Million Tonnen Staub und Trümmer

großen, zur Atmosphäre hin offenen Krater im Boden hinterlassen. Eine Bombe von einer Kilotonne würde bei einer Bodendetonation rund um ihr Epizentrum fast eine Million Tonnen Staub und Trümmer über ein großes Gebiet verteilen. Zusätzlich zu den nuklearen Spaltprodukten der Bombe selbst wäre auch dieses aufgewirbelte Material durch die anfängliche schlagartige Freisetzung von Neutronen radioaktiv verstrahlt und würde sich als Fall-out niederschlagen.

Charakteristika nuklearer EPWs

Da EPWs für die unterirdische Detonation gedacht sind und deutlich weniger Energie freisetzen als andere Sprengköpfe des US-Waffenarsenals, suggerieren ihre Befürworter,

Nukleare EPWs halten die freigesetzte Strahlung nicht unter der Erde

dass nukleare EPWs bei „minimalen Kollateralschäden“ sogar in der Nähe dicht besiedelter Gebiete eingesetzt werden könnten. Im Frühjahr 2000 ließ das Pentagon in der Washington Post verlauten: „Was wir jetzt brauchen ist eine Waffe, die einen in den Fels

getriebenen Bunker unter 300 Metern Granit erreichen kann, ohne dabei die Zivilbevölkerung im Umkreis zu töten.“⁹

Eine von Robert W. Nelson, einem unserer Koautoren, durchgeführte Analyse macht deutlich, dass EPWs unmöglich tief genug eindringen können, um die Explosion und die dabei freigesetzte Strahlung unter der Erde zu halten.⁴ Wie Versuche im Atomtestgebiet von Nevada gezeigt haben, müsste eine Bombe von einer Kilotonne mindestens 100 Meter unter

der Erdoberfläche vergraben und sorgfältig versiegelt werden, damit die bei der Explosion entstehende Radioaktivität vollständig vom Erdreich absorbiert wird. Aber selbst ein Flugkörper aus den härtesten Stahlsorten würde bei einer Geschwindigkeit von mehr als 900 Metern pro Sekunde schon beim Aufprall sicher zerstört. Das begrenzt die maximale Penetrationstiefe der Rakete in Stahlbeton auf etwa das Vierfache ihrer eigenen Länge – für ein drei Meter langes Geschoss also auf 12 Meter. Sogar unter Verwendung der widerstandsfähigsten Materialien würden Penetrator und Sprengkopf bei nennenswert größeren Aufprallgeschwindigkeiten als einem Kilometer pro Sekunde zerquetscht und zerstört. In dieser vergleichsweise geringen Tiefe wird die Explosion unweigerlich die Erdoberfläche aufreißen und Radioaktivität in Form von Staub und Trümmern herausschleudern. Die nachfolgende „Base-Surge“^{**} des radioaktiven Fall-outs erstreckt sich über ein Gebiet von mehreren Quadratkilometern. Jeder, der sich länger als ein paar Stunden in diesem Bereich aufhält, erhält eine tödliche Strahlendosis, aber auch Personen die der Strahlung kürzer ausgesetzt sind, werden erhebliche Verletzungen davontragen, wovon weiter unten noch detailliert die Rede ist.⁴

Eine tödliche Strahlendosis tritt in einem Gebiet von mehreren Quadratkilometern auf

Freisetzung chemischer und biologischer Kampfstoffe

Zusätzlich zum Strahlungsrisiko lässt die Analyse der Wirkungen von EPWs auf unterirdische Lagerstätten erkennen, dass kaum möglich wäre, alle dort gelagerten Gefahrstoffe durch die Explosion zu vernichten. Stattdessen gelangen möglicherweise einige von ihnen an die Erdoberfläche und in die Atmosphäre.¹⁰ Moderne Bunker, in denen solche Materialien im Allgemeinen lagern, bestehen aus langen und komplexen Tunnel systemen und einer Vielzahl von Lagerräumen. Eine solche Anordnung würde Druckwelle und

^{**} eine Wolke aus Asche und Gasen, die sich am unteren Ende der von einer unterirdischen Atomexplosion erzeugten Auswurfsäule über den Boden ausbreitet.

thermische Auswirkungen der unterirdischen Explosion abschwächen. Höchstwahrscheinlich würden einzelne Behälter durch die Explosion platzen, ohne dass jedoch die in ihnen gelagerten Stoffe zerstört würden.

Belege aus dem Golfkrieg 1991 und anderen Beispiele der Zerstörung von Lagerstätten geben Aufschluss über die Möglichkeit der Freisetzung von Kampfstoffen durch Sprengstoffexplosionen.¹¹ Im September 2002 ließen Mello, Nelson und von Hippel den US-Senat wissen: „Ein Atomangriff würde eher vorhandene biologische und chemische Kampfstoffe freisetzen als sie vernichten. Somit wäre das wahrscheinlichste Resultat die Freisetzung tödlicher Stoffe in die Atmosphäre, wodurch die ungeschützte Zivilbevölkerung in einem großen Gebiet in Windrichtung getötet werden könnte. Das Militär hingegen hätte wahrscheinlich bessere Schutzmöglichkeiten.“¹²

Auswirkungen ionisierender Strahlung

In den bisherigen medizinischen Untersuchungen zum Einsatz von Atomwaffen beschäftigte man sich mit den beiden folgenden gesundheitlichen Konsequenzen ionisierender Strahlung: zum einen mit der bei der atomaren Detonation auf einen Schlag freiwerdenden Strahlung und ihren Folgen für die Überlebenden von Druckwelle und Hitze, zum anderen mit den Auswirkungen des Fall-outs von bei der Explosion entstandenen Radionukliden. Ein Beispiel für den ersten Verletzungstyp wäre jemand, der sich zur Zeit der Detonation in Hiroshima in einem unterirdischen Schutzraum befand und dadurch den Druck- und Hitzeauswirkungen entging, aber an der Strahlenkrankheit starb. Andere Überlebende der Druckwelle und Hitzestrahlung in Hiroshima und Nagasaki litten unter dem anfänglichen Fluss von Neutronen- und Gammastrahlen. Neutronen- und Gammastrahlung ist in der Lage, Abschirmungen zu durchdringen und verursacht deshalb noch in beträchtlicher Entfernung Strahlungsschäden. Strahlungsdosen von mehr als einigen Sievert (1 Sv = 100 rem) können die Strahlenkrankheit auslösen, die zu schweren Erkrankungen, Invalidität und sogar zum Tode führen kann. Geringere Mengen an Neutronen- und Gammastrahlung können als

Spätfolge Krebserkrankungen nach sich ziehen, wie in Langzeitstudien der Kommission für Atombombenopfer (Atomic Bomb Casualty Commission, ABCC) und ihrer Nachfolgeorganisation, der Radiation Effects Research Foundation (RERF), an Überlebenden der Atomangriffe auf Hiroshima und Nagasaki dokumentiert wurde.^{13,14}

Neben der unmittelbaren Gamma- und Neutronenbestrahlung durch die Detonation können Betroffene sowohl in unmittelbarer Nähe der Explosion als auch in großer Entfernung Radionukliden aus dem Fall-out ausgesetzt sein, die sie einatmen oder mit der Nahrung aufnehmen. In den Körper gelangte Radionuklide, die Alpha- oder Betastrahlung abgeben, können im umliegenden Gewebe zu ernsthaften Schädigungen führen. Das National Cancer Institute hat Schätzungen darüber veröffentlicht, wie viele Fälle von Schilddrüsenkrebs in den Vereinigten Staaten durch die Resorption von kurzlebigen radioaktivem Jod-131 aus US-amerikanischen und sowjetischen Atomtests in der Atmosphäre verursacht wurden.¹⁵ Der Fall-out von Radionukliden war einer der Gründe, warum durch das begrenzte Atomteststoppabkommen von 1963 (*Limited Nuclear Test Ban Treaty*, LTBT) Atomtests in der Atmosphäre verboten wurden.

Die Radioaktivität am Boden nach einer Explosion von einer Kilotonne dicht unter der Erdoberfläche würde in hoher Konzentration über mehrere Quadratkilometer verteilt. Etwa 60 Prozent der Radioaktivität würden in hohen Dosen in die unmittelbare Umgebung abgegeben; mehr als die Hälfte der Radioaktivität würde innerhalb von 24 Stunden niedergehen. Gleichzeitig würden Winde die Distanz bestimmen, über die sich der Fall-out erstreckt, wobei die Trümmer wahrscheinlich über ein großes Gebiet verstreut würden.

Abbildung 1 zeigt in Umrissen die Bereiche vergleichbarer Strahlenbelastung, verursacht durch den Fall-out nach einem unterirdischen 0,43-KT-Test.¹⁶ Die Tiefe von 34 Metern reduzierte zwar die freigesetzte Radioaktivität, aber Menschen innerhalb des inneren Umrisses wären trotz allem einer Strahlungsdosis von

Erste Symptome der Strahlenkrankheit treten nach 1-2 Stunden auf

1 000 rad pro Stunde ausgesetzt gewesen, und jene innerhalb des mittleren Umrisses hätten eine Dosis von 100 rad pro Stunde aufgenommen. Eine Dosis von 1000 rad pro

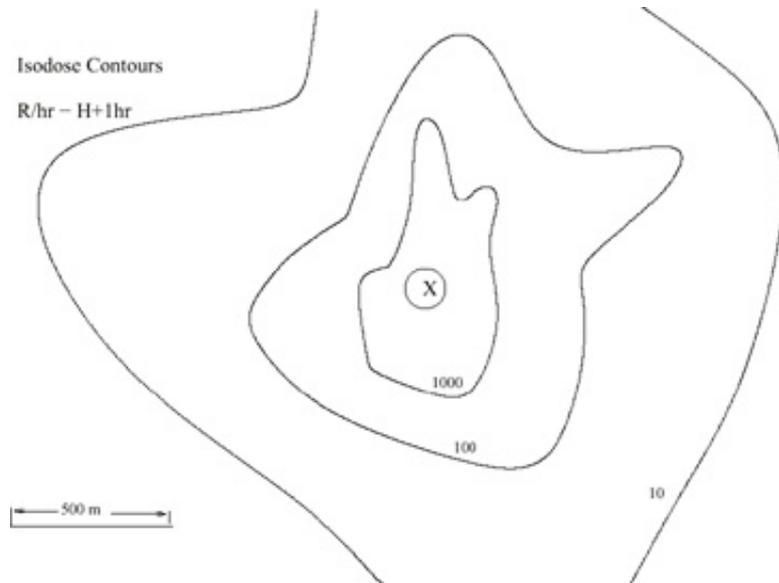


Abbildung 1

Stunde hätte bei einer Mehrzahl der Opfer innerhalb von 10 Minuten die Strahlenkrankheit ausgelöst und innerhalb von 45 Minuten zu tödlichen Schäden geführt. Bei einer Dosis von 100 rad pro Stunde würden die ersten Symptome der Strahlenkrankheit wahrscheinlich innerhalb von ein bis zwei Stunden auftreten und innerhalb von vier bis fünf Stunden zu tödlichen Schäden führen. Die Betroffenen müssten so schnell wie möglich den Strahlungsbereich verlassen oder evakuiert werden. Natürlich gäbe es auch Verwundete und Personen, die in den durch Druckwelle und Hitzewirkung verursachten Trümmern eingeschlossen wären, und solche, die versuchen würden, andere zu retten. Da Strahlung unsichtbar ist und für ihre Feststellung strahlungssensitive Plaketten oder andere Messgeräte erforderlich sind, bemerken die Opfer möglicherweise weder, dass sie eine Strahlenbelastung ausgesetzt sind, noch deren Stärke. Sobald sie es geschafft haben, den kritischen Bereich zu verlassen, müssen Kleidung und andere Gegenstände, die radioaktiv kontaminiert sein könnten, den Betroffenen abgenommen und in sichere Entfernung gebracht werden, um zusätzliche Strahlenbelastungen für die Opfer und andere Personen zu vermeiden. Weiterhin wären Duschköglichkeiten mit strahlungssicherem Abflusssystem erforderlich, um radioaktive

Partikel von Haut und Haaren zu entfernen. (Eine Isodosismrisskarte wie die abgebildete, auf einen Stadtplan von Bagdad, Pjöngjang, Damaskus, Teheran oder einer anderen als Ziel in Betracht kommenden Stadt projiziert, würde die große Anzahl ziviler Opfer veranschaulichen, mit denen man beim Einsatz nuklearer EPWs rechnen müsste.)

Gesundheitliche Auswirkungen von Strahlenbelastungen[†]

Von Strahlungsschäden sind viele Organgruppen betroffen; Umfang, Intensität, Verlauf und Dauer der Symptome sind sowohl von der Strahlendosis als auch von der Strahlungsart abhängig. Gammastrahlen, Neutronen und Radionuklide konzentrieren sich in spezifischen Gewebearten und entfalten dort ihre Wirkung, Strontium-90 beispielsweise in Knochen und Jod-131 in der Schilddrüse. Solche Strahlenbelastungen können zu Krebserkrankungen führen, die erst Jahre nach der Bestrahlung auftreten.

Was die akute Form der Strahlenkrankheit angeht, sind Zellen im Stadium der Mitose und solche mit erhöhter Stoffwechselaktivität empfänglicher für radioaktive Strahlung als andere. Somit sind schnell vermehrende Zellen wie Lymphozyten, Erythroblasten und Intestinalkrypten stärker betroffen als hoch differenzierte Muskel- und Nervenzellen. Da Epithelzellen besonders empfindlich sind, weisen erste Symptome wie anhaltendes Erbrechen, Durchfall sowie Flüssigkeits- und Elektrolytverlust häufig auf Schäden des Verdauungstrakts hin. Knochenmark (weiße Blutkörperchen) und andere Immunabwehrzellen sind ebenfalls anfällig. Schwere Anämie, Blutungen und Folgeinfektionen sind verbreitete Phänomene. Bei jenen, die einer tödlichen Strahlendosis ausgesetzt waren, können bis zum Eintritt des Todes mehrere Tage bis zu über einer Woche vergehen.

Das Schicksal derer, die mittelgroßen Strahlendosen ausgesetzt waren, hängt entscheidend vom Ausmaß der Schädigung ihres blutbildenden Gewebes und ihres Verdauungstrakts ab. Wenn die Dosis 2 Sv (200 rem) übersteigt, kommt es praktisch sofort

[†] Für eine Erklärung der hier enthaltenen medizinischen Begriffen, siehe das Glossar im Anhang

zu Übelkeit und Erbrechen, die bei etwa einem Drittel der Opfer mit Appetitlosigkeit und Durchfall einhergehen.

Nach den ersten Symptomen – dem so genannten Prodromalsyndrom – kann der Tod auf drei Arten eintreten. Bei Dosen zwischen 20 und 150 Sv kommt es innerhalb von Stunden oder Tagen zum neurologischen und kardio-

**Der Tod kann
auf drei Arten
eintreten**

vaskulären Zusammenbruch und damit zum Tod. Im Bereich von 5 bis 12 Sv führen Schädigungen des Verdauungstrakts innerhalb von Tagen oder Wochen zu fortschreitendem Verfall. Sogar bei noch niedrigeren Dosen in der Größenordnung von 2 bis 4 Sv kann aufgrund von Knochenmarksversagen innerhalb einiger Wochen nach der Verstrahlung der Tod eintreten.¹⁷

Während der ersten Tage gehen die Symptome noch nicht mit einer Veränderung des Blutbilds einher. Mit der Zerstörung der Stammzellen nimmt die Zahl der roten und weißen Blutkörperchen sowie der Blutplättchen ab. Aber der eigentliche Beleg für die Strahlenkrankheit offenbart sich erst, wenn die im Blut befindlichen Zellen verbraucht sind und der Nachschub aus dem geschädigten Knochenmark ausbleibt. Zu diesem Zeitpunkt, wenige Wochen nach der Verstrahlung, treten Fieber, Schüttelfrost, oropharyngeal Geschwüre im Mund- und Rachenraum und Blutarmut als Folge von Infektionen und Knochenmarksdepression auf.¹⁸

Säuglinge, Kinder, ältere Menschen, chronisch Kranke und Frauen im fortpflanzungsfähigen Alter sind besonders anfällig. Möglicherweise ist die Bevölkerung bereits durch Krankheiten und Unterernährung geschwächt. Im Irak können Infektionen und Unterernährung die Folge der Bombardierungen von 1991 sein, die Auswirkungen auf die Wasser- und Nahrungsversorgung hatten und zur Zerstörung der medizinischen und sanitären Infrastruktur führten. Auch die Nahrungsmittelknappheit aufgrund der UN-Sanktionen und der Reaktion der irakischen Regierung mag dazu beitragen. Strahlenschäden ergänzen sich mit Explosions- und Brandverletzungen auf unheilvolle Weise. Wenn die Schwächung der Immun-

abwehr durch Strahlung mit der Ausbreitung infektiöser Substanzen einhergeht, ist dies ebenfalls eine äußerst schädliche Kombination.

Es gibt keine speziellen Therapien für akute Strahlenschäden; mehr als unterstützende Behandlungsmethoden (Infusionen, Bluttransfusionen, Antibiotika) kann den Patienten nicht angeboten werden. Sogar bei modernsten antibiotischen Therapien – und die benötigten Medikamente sind nicht immer vorhanden – bleiben Infektionen eine Haupttodesursache. Bei jenen, deren Verstrahlungsgrad unterhalb der tödlichen Dosis liegt, können solche Maßnahmen während der akuten Krankheitsphase entscheidend für ihr Überleben und letztlich ihre Genesung sein. Auch dann können aber Spätschäden auftreten. In den meisten Fällen werden die Ärzte jedoch nicht in der Lage sein, den Grad und die Art der Verstrahlung einzelner Personen zu bestimmen. Eine effektive Triage, die Unterscheidung zwischen denen, die mit Sicherheit sterben werden und denen, die möglicherweise geheilt werden könnten, ist daher unmöglich. Wenn Krankenhäuser, Kliniken und andere Einrichtungen der Gesundheitsfürsorge nicht über adäquate Dekontaminationsmöglichkeiten verfügen, sind Ärzte, Pfleger und sonstiges medizinisches Personal dem Risiko ausgesetzt, sich durch die verstrahlte Kleidung von Patienten selbst Strahlenschäden zuzuziehen.

**Es gibt keine
spezielle Therapie
für akute
Strahlenschäden**

Betrachtet man den Krankheitsverlauf bei Strahlenschäden, so treten selbst bei nur einmaliger Verstrahlung der Art, wie sie die Explosion einer nuklearen EPW höchstwahrscheinlich nach sich zieht, die oben beschriebenen Auswirkungen über einen Zeitraum von mehreren Wochen verteilt und nicht als akutes, auf sich selbst beschränktes Ereignis auf. Wenn die erforderlichen Therapiemöglichkeiten vorhanden sind, können die Hauptprobleme Infektionen und Blutungen bei einer bedeutenden Anzahl von Patienten erfolgreich behandelt werden können.

Das Zusammenwirken verschiedener Komponenten und die Antworten der Medizin

Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass der Einsatz nuklearer EPWs gegen unterirdische Bunker innerhalb oder in der Nähe dicht besiedelter Gebiete wahrscheinlich von anderen Militäraktionen begleitet sein wird – von zeitgleichen konventionellen Luftangriffen, dem Einsatz von Kampfhubschraubern oder Bodentruppen. Eine solche Kombination steigert wahrscheinlich die Panik unter den Menschen, verhindert jegliche geordnete Evakuierung und erhöht in bedeutendem Maße die Zahl ziviler Opfer.¹⁹ Als Folge werden zusätzlich zu den Auswirkungen der Strahlung auch traumatische Verletzungen die Nachfrage nach medizinischer Versorgung ins Unermessliche steigen lassen. Hiervon wird wahrscheinlich die Verfügbarkeit von medizinischen Pflegeeinrichtungen, Personal, Medikamenten und Geräten und die Funktion der gesamten Gesundheitsversorgung betroffen sein. Blut- und Infusionsvorräte wie Vollblut, Erythrozytenkonzentrate, Blutplättchen, Albumin und Ringer-Laktat, sowie Verbandszeug, Infusions- und Injektionsapparate, Antibiotika und Anästhetika könnten knapp werden. Krankenhäuser könnten durch die Unterbrechung von Wasserversorgung, Kanalisation, Telefon und anderen Kommunikationssystemen, Stromnetzen und Schäden an Transporteinrichtungen in ihrer Arbeit behindert sein, wie dies schon während des Golfkrieges 1991 der Fall war.

Flucht und Evakuierung

Bei der Analyse möglicher Evakuierungsmaßnahmen sind hinsichtlich Durchführbarkeit und Zeitaufwand mehrere Faktoren zu berücksichtigen:

1. die Mobilität der Opfer,
2. die Verfügbarkeit von Transportmitteln und
3. mögliche Behinderungen bei Flucht oder Evakuierung der Opfer durch Panik, Verletzungen oder Beschädigungen an Transportsystemen.

Der größte Teil der Strahlungsenergie aus dem Fall-out wird in den ersten paar Stunden nach der Explosion abgegeben. In New York zum Beispiel würde die Detonation einer nuklearen EPW am Südrand des Central Parks während eines normalen Arbeitstags die unverzügliche Evakuierung von Millionen Menschen erforderlich machen. Die Bevölkerungsdichte von Bagdad ist größer als die der Stadt New York, also müssten sogar noch mehr Leute aus dem betroffenen Gebiet evakuiert werden.

Umfangreiche Studien über Probleme bei Flucht und Evakuierung wurden in den fünfziger und sechziger Jahren durchgeführt, als behauptet wurde, dass „Zivilverteidigung“ eine effektive Antwort auf den Einsatz von Atomwaffen sein könnte.²⁰ Diese Studien sagten voraus, dass große Teile der „Evakuierung“ spontan und unkontrolliert ablaufen würden. Die unkontrollierte Evakuierung aus dem Gebiet einer atomaren EPW-Explosion könnte nicht nur zu Verwirrung, Stauungen und langen Verzögerungen führen, sondern im Falle des Einsatzes von „Bunkerknackern“ gegen unterirdische Biowaffenlagerstätten auch weitere Personengruppen biologischen Kampfstoffen aussetzen, die von Mensch zu Mensch übertragbar sind.

Die Hemmschwelle des Einsatzes nuklearer und anderer Massenvernichtungswaffen wird gesenkt

Die Anstrengungen, neue Atomwaffen mit geringer Sprengkraft in das Waffenarsenal der USA aufzunehmen, sind Teil der gegenwärtigen Bestrebungen, die atomare Hemmschwelle herabzusetzen und den Einsatz von Atomwaffen „gesellschaftsfähiger“ zu machen. Die Befürworter argumentieren, dass kleine Atomwaffen in ansonsten konventionellen Konflikten eingesetzt werden könnten, da sie Kollateralschäden minimieren würden. Unsere Analyse zeigt, dass dies nicht stimmt.

Überdies würde der Einsatz von Atomwaffen mit geringer Sprengkraft möglicherweise auch zur Schwächung der bestehenden Vorbehalte gegen den Einsatz von Atomwaffen größerer Sprengkraft und in anderen Umgebungen

Eine neue atomare Rüstungsspirale wird in Gang gesetzt

führen, wie z. B. in der Luft, unter Wasser und im All. Die weitere Entwicklung neuer Atomwaffen wie EPWs durch die Vereinigten Staaten kann erneute unterirdische Atomtests erforderlich machen, wodurch das gegenwärtige internationale Moratorium gebrochen würde und die Chancen für eine weltweite Ratifizierung des umfassenden Teststoppabkommens (*Comprehensive Test Ban Treaty*, CTBT) auf Null sänken. Dies würde mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit weltweit eine neue atomare Rüstungsspirale in Gang setzen, da andere Staaten mit eigenen Waffenneuentwicklungen reagieren würden.

Gegenwärtig erfreuen sich die USA einer überwältigenden militärischen Überlegenheit an konventionellen Waffen und sind die unangefochtene Supermacht der Welt. Atomwaffen sind nach wie vor in der Lage, eine große Zahl der US-Bevölkerung zu bedrohen. Das CTBT und andere Abkommen zur Beschränkung der Weiterverbreitung von Atomwaffen erhöht die Sicherheit innerhalb der USA in bedeutendem Maße. Die Entwicklung neuer Atomwaffen mit neuen Eigenschaften, die dann wieder getestet werden müssten, würde letzten Endes nicht nur die nationale Sicherheit der USA, sondern die Sicherheit der ganzen Welt gefährden.

Danksagung

Die Autoren danken Adam Hughes, Program Analyst bei den Ärzten für soziale Verantwortung (Physicians for Social Responsibility, PSR), der die aktuellen Daten der US-Atomwaffen zur Verfügung gestellt hat.

*Dr. med. Victor W. Sidel, Dr. med. H. Jack Geiger, Dr. med. Herbert L. Abrams,
Dr. phil. Robert W. Nelson und John Loretz*

Quellenangaben

1. Arkin, W.M., „The nuclear option in Iraq: The US has lowered the bar for using the ultimate weapon“, Los Angeles Times, 26. Januar 2003.
2. House Policy Committee Subcommittee on National Security and Foreign Affairs, „Differentiation and Defense: an Agenda for the Nuclear Weapons Program“, Washington, United States Congress, 2003.
3. „Pincus W. Pentagon pursues nuclear earth penetrator“, Washington Post, 7. März 2003.
4. Nelson, R.W., „Low-yield earth-penetrating nuclear weapons“, Science and Global Security 2002, 10(1), S. 1 - 20.
5. Nathan, D.G., Geiger, H.J., Sidel, V.W., Lown, B., „The medical consequences of thermonuclear war. Introduction“. New Eng J Med 1962,266, S. 1126 - 1127.
6. Ervin, F.R., Glazier, J.B., Aronow, S. et al., „The medical consequences of thermonuclear war. I. Human and ecologic effects in Massachusetts of an assumed nuclear attack on the United States“, New Eng J Med, 1962,266, S. 1127 - 1136.
7. Sidel, V.W., Geiger, H.J., Lown, B., „The medical consequences of thermonuclear war. II. The physician's role in the postattack period“, New England Journal of Medicine, 1962,266, S. 1137 - 1145.
8. Glasstone, S., Dolan, P.J., „Effects of nuclear weapons“ (3. Auflage), Washington, US Department of Defense, US Department of Energy, 1977.
9. Pincus, W., „Senate bill requires study of new nuclear weapon“, Washington Post, 12. Juni 2000.
10. Mello, G., Nelson, R., von Hippel, F., „Can low-yield nuclear weapons destroy biological and chemical weapons storage sites?“, in Vorbereitung (2002).
11. Fulco, C., Liverman, C.T., Sox, H.C., „Gulf war and health“, Institute of Medicine Committee on Health Effects Associated with Exposures During the Gulf War, Washington, National Academy Press, 2000.
12. Mello, G., Nelson, R., von Hippel, F., Memo an US-Senatoren, etwa September 2002.
13. Radiation Effects Research Foundation. Gemeinsame Studie der USA und Japan zur Dosimetrie der Atombombenstrahlung in Hiroshima und Nagasaki (DS86), Bd. 1 und 2, Hiroshima, Radiation Effects Research Foundation, 1987.
14. Fry, H.J.M., „Cancer incidence in atomic bomb survivors“, Radiation Research 187 (Beilage), S1 - S112, 1994.
15. National Cancer Institute, „Estimated exposures and thyroid doses received by the American people from iodine-131 in fallout following Nevada atmospheric nuclear bomb tests“, Washington, National Institutes of Health, 1997.
16. Williamson, M.M., „Fallout calculations and measurement“, in: Engineering with nuclear explosives: proceedings of the third Plowshare symposium, S. 139 – 152, University of California, Lawrence Radiation Laboratory, April 1964.

17. Rotblat, J., „Acute radiation mortality in a nuclear war“, in: Solomon, F., Marston, R.Q. (Hrsg.), Medical implications of nuclear war, Washington, National Academy Press, 1988, S. 233 - 250.
18. Mattler, F.A. jr., Voelz, G.L., „Major radiation exposure: What to expect and how to respond“, New Eng J Med 2002,346(20), S. 1554 - 1561.
19. Medact, Collateral damage: the health and environmental costs of war on Iraq, London, Medact, November 2002.
20. Leaning, J., Keyes, L., The counterfeit ark: crisis relocation for nuclear war, Cambridge, Massachusetts, Ballinger Publishing Co, 1984.

Anhang

Glossar der medizinischen Begriffe

Albumin: einfacher, wasserlöslicher Eiweißkörper im Blutserum

Epithelzellen: Zellen auf der äußeren Oberfläche von Organen oder auf Strukturen, die Hohlräume und Körperhöhlen auskleiden

Elektrolytverlust: Verlust der im Körper elektrischen Strom leitenden Lösung

Erythroblasten: kernhaltige Jugendform (unreife Vorstufe) der roten Blutkörperchen

Erythrozytenkonzentrat: Konzentrat aus roten Blutkörperchen

Intestinalkrypten: im Darmkanal Einbuchtungen in Form einer Schleimhautsenkung

Kardiovaskulärer Zusammenbruch: Zusammenbruch von Herz und Kreislauf

Knochenmarksdepression: Hemmung der Blutbildung im Knochenmark

Lymphozyten: weiße Blutkörperchen, deren Hauptaufgabe die Abwehr von Erregern und Zerstörung von abnormalen Zellen ist

Mitose: Zellteilung mit erblicher Verteilung der Chromosomen

Oropharyngeal: Mund und Rachen/Pharynx betreffend

Prodomalsyndrom: das Auftreten der ersten Symptome; Frühsymptome

Ringer-Laktat: Eine Infusionslösung sowie Nährmedium für Frischgewebe

Stammzellen: Zellen im Knochenmark, aus denen sich die Blutzellen entwickeln

Traumatische Verletzungen: durch die Einwirkung von Gewalt entstandene körperliche Verletzungen oder Wunden

Prof. Dr. med. Victor W. Sidel

Victor W. Sidel ist Distinguished University Professor of Social Medicine am Montefiore Medical Center, Albert Einstein College of Medicine, Bronx, New York. Er ist ehem. Ko-Präsident der internationalen IPPNW von 1993 bis 1998.

Prof. Dr. med. H. Jack Geiger

H. J. Geiger war Professor a.D. of Community Medicine und ehem. Direktor des Bereiches Gesundheit, Medizin und Gesellschaft an der Sophie Davis School of Biomedical Education, The City University of New York Medical School, New York. Er hat die US-amerikanische Ärzteorganisation Physicians for Social Responsibility mitbegründet, die als Vorreiter der IPPNW gilt, und gehörte dem Vorstand. 1982 erhielt er eine Auszeichnung für seine Arbeit für die Verhinderung des Atomkriegs von der Public Health Association.

Prof. Dr. med. Herbert L. Abrams

Herbert L. Abrams war Professor a.D. für Radiologie an der Harvard Medical School und ehem. Direktor der Abteilung für Radiologie am Brigham and Women's Hospital und am Sidney Farber Cancer Institute. Dr. Abrams war Mitbegründer und Vizepräsident der internationalen IPPNW und gehörte dem Direktorium der Physicians for Social Responsibility an.

Dr. phil. Robert W. Nelson

Der Physiker an der US-Universität von Princeton ist Mitglied einer interdisziplinären Forschungsgruppe an der "Woodrow Wilson School for International Affairs". Die Gruppe befasst sich mit technischen Fragen der Rüstungskontrolle und der Prüfung von Abrüstungsverträgen. Außerdem ist Nelson Mitglied des "Council on Foreign Relations", einer sicherheitspolitischen Think-Tank in New York.

John Loretz

John Loretz ist Programmdirektor in der internationalen Geschäftsstelle der IPPNW in Boston und war vorher verantwortlicher Redakteur der Zeitschrift „Medicine and Global Survival“.