

Zeitschrift: Zivilschutz = Protection civile = Protezione civile
Herausgeber: Schweizerischer Zivilschutzverband
Band: 13 (1966)
Heft: 3

Artikel: Gefahren radioaktiver Strahlen für Leben und Gesundheit
Autor: Steiner, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-365358>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 22.01.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Gefahren

radioaktiver Strahlen

für Leben und Gesundheit

Angst ist die Folge von Nichtwissen. Das Erkennen einer Gefahr und das Wissen um ihre Ausmasse ruft nach sinnvollen Abwehrmassnahmen. Die Vorbereitung von Abwehrmassnahmen und das Wissen um ihre Wirksamkeit befreit uns von der Angst. Die folgenden Ausführungen sollen die tatsächlichen Gefahren der Atombombe, vor allem die Bedrohung von Leben und Gesundheit durch die radioaktive Strahlung aufzeigen, die Massnahmen erörtern, die zum Schutze gegen die Strahlung sinnvoll eingesetzt werden können, und schliesslich auch auf Behandlungs- und Heilungsmöglichkeiten hinweisen.

Auf Grund des komplizierten Reaktionsablaufes einer atomaren Explosion kombinieren sich am Menschen Schäden mechanischer, thermischer und nuklearer Art, die sich auf Leben und Gesundheit zeitlich unterschiedlich auswirken. Sie sind wie folgt aufzuzählen:

A. Direkte Explosionschäden:

1. *Verbrennungen durch Hitzestrahlung* während der Dauer des Feuerballs: Die Hitzestrahlung ist so intensiv, dass Holz angesengt, baumwollene oder Nylonkleidung entflammt wird, während z. B. wollene Kleider einen ziemlich widerstandsfähigen Schutz bieten. Die Hitzestrahlung wird je nach Intensität der Bombe auch von einer starken *Lichtentwicklung* begleitet, die — besonders nachts — zu *stundenlanger Blendung* führen kann.

2. Durch die nachfolgende *Druckwelle* und vor allem durch den in umgekehrter Richtung — nämlich gegen den Explosionspunkt hin — unmittelbar folgenden *Sog*, der die Ausmasse eines Sturmes annimmt, werden an Gebäuden und an Vegetation schwere Schäden verursacht, die zu *Massenunfällen* führen. Brandausbrüche in den Trümmern erzeugen *Verbrennungen*.

3. Die *radioaktive Strahlungswelle*, die im Moment der Bombenexplo-

sion gleichzeitig mit Hitze- und Lichtstrahlung auftritt und der eine Verschmutzung mit radioaktivem Staub folgen kann, löst das *erste Stadium der Strahlenkrankheit* aus. Das zeitliche Auftreten der ersten Phase, des sogenannten «Strahlentäters», hängt ab von der Intensität der Bestrahlung, das heisst einerseits von der Bombengrösse, andererseits von der Entfernung zwischen Bombe und Mensch. Nach einer zweiten, ebenfalls intensitätsabhängigen Latenzphase entwickelt sich die *Hauptphase der Strahlenkrankheit*, während welcher schwere *Magen-Darm-Störungen* und die *Hemmung des Knochenmarkes mit Störungen der Blutgerinnung und der Blutneubildung* im Vordergrund stehen.

B. Der Fallout:

Der bei der Explosion in die Höhe gehobene radioaktive Staub setzt sich nach einiger Zeit ab. Er bedeckt Mensch, Tier, Pflanze, die ganze Umwelt. Ort und Ausdehnung des auf diese Weise verseuchten Gebietes ist abhängig von der Windrichtung, von der Explosionshöhe und von der Sprengkraft der Bombe. Das radioaktive Material gelangt nicht nur auf die Hautoberfläche, es dringt in die Atemwege ein, lagert sich im Nasen-Rachen-Raum ab, wird aber auch zum Teil verschluckt. Trinkwasser und Nahrungsmittel sind durch radioaktiven Staub ebenfalls verschmutzt. Die landwirtschaftlichen Produkte — unter Einschluss der Milch — können auf Monate hinaus strahlende Substanzen enthalten.

Art und Häufigkeit der Schäden

Bezogen auf die Gesamtzahl der bei einer Atombombenexplosion Verletzten handelt es sich bei 70 % um mechanische Schäden, das heisst um sekundäre Unfälle als Folge der

Druck- und Sogwelle, bei 70 % handelt es sich um Verbrennungen, teils durch die primäre Hitzestrahlung, teils durch sekundäre Grossbrände. Bei 35 % der noch lebenden Verletzten bestehen Strahlenschäden. Die Summe dieser Prozentzahlen ergibt 175 %, das heisst mit anderen Worten, dass es sich bei etwa 40 bis 50 % aller Verletzten um sogenannte Kombinationsschäden handelt, nämlich um Kombination von Verbrennungen und Strahlenschäden, von Unfällen mit Strahlenschäden oder um gleichzeitige Verbrennungen, Verletzungen und Strahlenschäden.

Die Zahl der mechanischen Schäden und die Schwere dieser Unfälle fällt besonders deshalb sehr stark ins Gewicht, weil — in Abhängigkeit der Explosionskraft und der Sprenghöhe — die Zerstörungen an Gebäuden enorm hoch sind, weil vor allem sehr grosse Beschleunigungen aller Trümmer ausgelöst werden, so dass nicht nur Baumaterialien, sondern auch Baumzweige, Glassplitter usw. am Menschen eine grosse Zerstörungskraft ausüben.

Etwa 90 % aller Verbrennungen sind durch die primäre Wärmestrahlung im Moment der Bombenexplosion erzeugt worden. Vor allem bei der Wasserstoffbombe überwiegt die Bedeutung der Wärmestrahlung die nukleare Initialstrahlung. 10 % der Verbrennungen wurden in Japan auf die sekundär entstandenen Brände bezogen. Die Verbrennungen stellen eine sehr grosse Gefahr für das Leben dar. Bei Erwachsenen erfolgt der Tod bei Verbrennungen von etwa 90 % der Körperoberfläche schon in den ersten 48 Stunden. Bei Verbrennungen, die mehr als 45 % der Körperoberfläche betreffen, ist die Aussicht auf Heilung praktisch nicht vorhanden.

Die ionisierende Strahlung greift in den molekularen Aufbau ein und erzeugt mikroskopisch nachweisbare Veränderungen in der Zellstruktur. Die Folgen zeigen sich in Störungen

der Immunreaktionen, im Zusammenbruch der Infektabwehr, im Auftreten abnormer Gefässdurchlässigkeit und im Versagen der Blutgerinnung. Infekte dehnen sich hemmungslos aus und enden in allgemeiner Blutvergiftung. Werden die ersten Stadien der Strahlenkrankheit überlebt, so bleiben doch dauernde Spätschäden, wie vermehrte Krankheitsanfälligkeit, verminderte Leistungsfähigkeit, vorzeitiges Altern und verminderte Lebenserwartung bestehen. Eigentliche Spätkrankheiten sind grauer Star und Blutzersetzungen (Leukämien) sowie die Entwicklung bösartiger Geschwülste.

Neben den eigentlichen Spätkrankheiten, die das einzelne Individuum betreffen, wirken sich Strahlenschäden der Geschlechtszellen, das heisst der Erbmasse, im Sinne von Defekten und Missbildungen aus.

Befindet sich der Mensch in einem durch radioaktiven Staub verseuchten Gebiet, so setzt er sich einerseits der Strahlung des auf Boden und Umgebung abgelagerten Materials aus, andererseits unterliegt er einer Kontaktstrahlung des auf der Haut abgelagerten Materials. Die Beta-Strahlung steht hier im Vordergrund. Eine verstrahlte Umgebung muss also sofort verlassen werden, mit radioaktivem Staub belegte Kleider müssen ausgezogen und die Haut muss raschestens gesäubert werden. Dabei verlangen behaarte Körperteile und Fingernägel besonders sorgfältige Reinigung.

Die Betastrahlung erzeugt folgende Hauteffekte:

1. Sofortwirkung

Nach 0 bis 48 Stunden entwickeln sich je nach der Strahlungsintensität Rötung oder Blasenbildung.

2. Verzögerte Wirkung

Nach 1 bis 5 Wochen treten Hautrötung und Hautblasen erneut auf.

3. Dauerschäden

Bei intensiver Bestrahlung (1000 rad) entwickeln sich schlechtheilende Hautgeschwüre, aus denen im Spätstadium bösartige Geschwülste hervorgehen können.

Der Verlauf der Strahlenkrankheit wird ungünstig beeinflusst durch schlechte allgemeine körperliche Kondition, durch Unterernährung, Vitaminmangel, durch schleichende Infektionen, durch Verletzungen und auch durch seelische Ueberbeanspruchung. Extreme klimatische Bedingungen, schwere körperliche Beanspruchung, lange Transporte, operative Eingriffe und Narkose bedeuten weitere Gefahren. Die gleichzeitige Schwächung der Abwehr gegen Infektionskrankheiten bei grösseren Bevölkerungsgruppen

kann zum Ausbruch eigentlicher Epidemien führen.

Welche sanitätsdienstlichen Anforderungen ergeben sich aus unseren heutigen Erkenntnissen der Strahlenkrankheit?

In Zusammenarbeit mit dem AC-Dienst der Armee und des Zivilschutzes muss nicht nur die Tatsache einer Atombombenexplosion (oder eines Reaktorunfalles) bekannt sein, sondern es muss auch in Erfahrung gebracht werden, welche Gebiete in gesundheitsgefährdendem Ausmasse durch radioaktives Material «verstrahlt» sind.

Jeder Strahlengeschädigte ist prinzipiell als Schwerverletzter, nicht aber als dringlich zu versorgender Verwundeter zu betrachten. Kombinationsschäden bei Verstrahlten sind jedoch dringlich zu behandeln. Wichtiger als Raschheit sind beim Transport sorgfältige Lagerung und Schonung. Handelt es sich um einen *schweren Strahlenschaden (Gruppe I, 600 r und mehr)*, so soll auf weitere Transporte verzichtet werden, da jede Behandlung aussichtslos ist. *Strahlengeschädigte der II. Gruppe (empfangene Dosis 250—500 r)* sind prinzipiell liegend zu transportieren und möglichst direkt in die definitive Behandlungsstation, das heisst in ein Spital zu verbringen. *Kombinationsschäden bei den Gruppen II und III* sind dringlich der Behandlung zuzuführen. Strahlengeschädigte der Gruppe III (weniger als 250 r) bedürfen — falls Kombinationsschäden nicht vorhanden sind — nur allgemeiner Schonung und symptomatischer Behandlung.

Der Zeitpunkt des Auftretens und die Schwere der Strahlenkrankheit sind abhängig von der Sprengkraft der Bombe und dem Abstand des Geschädigten vom Sprengpunkt. Kommt beispielsweise eine A-Bombe mit 1 bis 100 Kilotonnen zur Explosion, so tritt bei praktisch allen Menschen, die in einem Abstand von 600 bis 1800 Metern vom Sprengpunkt ungeschützt der Strahlung ausgesetzt waren, ein akutes Strahlensyndrom auf. Die Erscheinungen entsprechen grundsätzlich einer Röntgen-Ganzkörperbestrahlung.

Die Berechnung der aufgetretenen Strahlungsintensitäten und die geographische Festlegung von Gefährdungszonen (Isodosenflächenkarten) ist Sache des AC-Dienstes.

Der Ablauf des ganzen Krankheitsgeschehens lässt sich in einzelne Phasen unterteilen:

Je nach empfangener Strahlendosis verstreicht bis zum Auftreten der ersten Krankheitserscheinungen eine Zeit von wenigen Stunden bis einigen Tagen. Jetzt beginnt der «Strahlenkater» mit Kopfschmerzen, Müdigkeit, Unruhe, Appetitlosigkeit,

Schwindel und Erbrechen. Bei nicht tödlichen Dosen liegt zwischen Strahlenkater und Hauptsymptomen nochmals ein symptomfreies Zeitintervall, das von den Zeichen schwerer allgemeiner Stoffwechsell störung mit Fieber, Neigung zu Blutungen und Durchfällen gefolgt ist. Das Verschwinden der die Blutgerinnung fördernden Blutplättchen aus dem Blut führt nicht nur zu diffusen Blutungen ins Gewebe, sondern auch zu Blutverlusten vor allem über die Schleimhäute. Da die Ausscheidung der radioaktiven Substanzen aus dem Körper hauptsächlich über den Darm erfolgt, entwickeln sich schwerste Schädigungen der Darmschleimhaut: Durchfälle führen zu schweren Wasser-, Eiweiss- und Salzverlusten, durch die geschwürrig veränderte Darmschleimhaut treten Giftstoffe und Bakterien in den Körper über. Diesen kann der Körper keine Abwehrkräfte gegenüberstellen. Blutgerinnungsstörungen und schwerste Darmentzündungen führen schliesslich zum Tod.

Die Aussichten, die Krankheit zu überwinden, sind nicht nur abhängig von der Dosis der empfangenen Strahlung, sondern auch von der individuellen Strahlenempfindlichkeit, vom allgemeinen Gesundheits- und Ernährungszustand, von psychischer Widerstandsfähigkeit und allgemeinen Umweltfaktoren.

Wenn heute eine spezifische Therapie der Strahlenkrankheit noch nicht existiert, so vermögen doch sorgfältige Pflege und ärztliche Behandlung den Krankheitsverlauf wesentlich zu beeinflussen. Vor allem geht es darum, möglichst unmittelbar nach der Bestrahlung radioaktives Material von der Körperoberfläche, aus Wunden und — soweit dies möglich ist — aus dem Körperinnern zu entfernen. Die chirurgische Entfernung eingedrungener radioaktiver Fremdkörper und die Magenspülung zur Entfernung verschluckten radioaktiven Materials sind nicht zu unterschätzen. Durch die Atmung in die Atemwege aufgenommener radioaktiver Staub kann ausgehustet, ausgespuckt und ausgeschneuzt werden. Die feineren, in die Lungen eingedrungenen Staubteilchen verbleiben jedoch im Organismus. Weitere Beobachtungen werden ergeben, ob durch die intravenöse Verabreichung von sogenannten Chelatbildnern eine vermehrte Ausscheidung radioaktiver Substanzen durch Urin und Stuhl möglich wird. Durch die Verabreichung von Kaliumjodid kann Radiojod zu vermehrter Ausscheidung gebracht werden. Die Bremsung der Oxydationsprozesse in der Zelle, die Verabreichung spezieller Aufbaustoffe (insbesondere von «Eiweissbauste-

nen») berechtigen zu therapeutischen Hoffnungen. Starke Blutungsneigung erfordert Bluttransfusionen, schwere Durchfälle rufen nach Medikamenten zur Bekämpfung der Infektion, zum Flüssigkeitsersatz in Form von Salz- und Zuckerlösungen und von Plasma.

Schwierige Aufgaben stellen sich für den Arzt vor allem bei den Kombinationsschäden. Das gleichzeitige Vorhandensein von Verbrennungen und Verwundungen bedeutet eine schwere Komplikation. Knochenbrüche und Weichteilverletzungen müssen möglichst sofort, das heisst auf alle Fälle vor Ausbruch der Strahlenkrankheit, chirurgisch versorgt werden. Es ist von grosser Bedeutung, dass die Wundheilungsvorgänge, vor allem die Ueberwindung der Wundinfektion, schon eingesetzt haben, bevor Infektionsabwehr und Heilungsvorgänge durch den Strahlenschaden zusammengebrochen sind. Die Durchführung irgendwelcher Operationen kommt bei ausgebrochener Strahlenkrankheit praktisch überhaupt nicht mehr in Frage, da der Organismus jeder zusätzlichen Belastung unterliegen kann und die Wundheilung ausbleibt.

Während der Behandlung Strahlengeschädigter setzen sich Pflegepersonal und Aerzte unter Umständen selbst der Gefahr der Bestrahlung aus: Spezielle Operationstechnik, turnusmässiger Wechsel des Pflegepersonals, eventuell Isolierung

des strahlenden Patienten müssen in Betracht gezogen werden. Strenge Ueberwachung, peinliche Vorsichtsmassnahmen verlangen somit auch unter kriegerischen Ausnahmeständen gewisse minimale Voraussetzungen bei Bauten und Einrichtungen spitalähnlichen Charakters, wie sie vom Zivilschutz nicht nur in den Sanitätshilfsstellen, sondern auch in *geschützten Spitälern* verlangt werden. In diesem Zusammenhang sei daran erinnert, dass die genaue Beobachtung Strahlengeschädigter auch einen relativ grossen Laboratoriumsaufwand verlangt.

Aus unseren Ausführungen geht hervor, dass ionisierende Strahlen zu schwersten Schäden der Gesundheit führen, dass die therapeutischen Möglichkeiten beschränkt sind und dass Tod oder dauerndes Siechtum in einem relativ grossen Prozentsatz zu erwarten sind. AC-Dienst und Integrierung sämtlicher sanitätsdienstlicher Möglichkeiten von Armee, Zivilschutz und Zivilbehörden sind wohl in der Lage, den einmal entstandenen Schaden zu mildern. Vorbeugen muss aber vor dem Heilen stehen. Es wäre falsch, vor der Zerstörungsmacht der Atombombe zu resignieren. Jedes Strahlungshindernis bietet zum mindesten einen relativen Schutz. Wir haben immer wieder betont, dass die Schwere und das Ausmass der Strahlenkrankheit abhängig sind vom Ausmass der empfangenen Strahlung. Wenn dem im Felde von einer

Atombombenexplosion Ueberraschten empfohlen wird, sich in Deckung zu werfen, so bietet schon ein konventioneller Keller einen besseren Schutz, und auch der Luftschutzraum alter Observanz ist nicht zu verachten. Wohl umfasst die totale Zerstörungsgewalt der Druckwelle um den Nullpunkt einer Atombombenexplosion ein Gebiet von mehreren hundert Metern Radius, der Strahlungseffekt erstreckt sich jedoch eventuell über viele Kilometer. Der sich absetzende radioaktive Staub kann Hunderte von Quadratkilometern gefährlich verseuchen. Bietet im Zentrum der Explosion auch der moderne Atombunker nur bedingten Schutz, so sind doch in der weiteren Peripherie unterirdische Bauten sowohl gegen die primäre Strahlung, die vom Feuerball ausgeht, wie auch gegen den später fallenden radioaktiven Staub ausserordentlich wirksam. Ihre Wirksamkeit wird vor allem noch ergänzt durch das strahlensichere Anlegen von Lebensmittel- und Wasserreserven. Im Laufe von 1 bis 2 Wochen klingt jede Strahlung so weit ab, dass der Schutzraum verlassen werden kann. Gelingt bis dahin das Ueberleben eines grösseren Bevölkerungsteiles, so wird keine Stadt und so wird kein Volk untergehen.

Dr. med. Peter Steiner
Vorsteher des Gesundheitsamtes
Basel-Stadt
und Chef Sanitätsdienst Zivilschutz
Basel

Strahlungsmessgeräte im zivilen Bevölkerungsschutz

Zum Einsatz im zivilen Bevölkerungsschutz werden neben einer Vielzahl von notwendigen Ausrüstungen — z. B. Brandschutzgerät, Bergungsgerät, Sanitätsgerät usw. — auch Strahlungsmessgeräte zur Feststellung und Messung möglicherweise vorhandener radioaktiver Strahlung benötigt, da diese vom Menschen mit seinen Sinnesorganen nicht wahrgenommen werden kann.

Man unterscheidet unter den für den ZB-Bereich interessanten und hier zu behandelnden tragbaren Strahlungsmessgeräten zwei Grundtypen: den sogenannten *Dosismesser*, auch Dosimeter genannt (vergleichbar z. B. mit dem Kilometerzähler eines Autos). Er weist die über einen bestimmten Zeitraum — z. B. während der Dauer eines Einsatzes — empfangene Strahlungsmenge (Dosis) in der Einheit Röntgen (r) nach. Die bekanntesten Dosismessertypen sind das Stabdosimeter — wegen seiner

Form auch Füllhalterdosimeter genannt — und das Filmdosimeter. Bei letzterem bewirkt die einfallende radioaktive Strahlung eine Schwärzung des eingelegten Filmes; der Grad der Schwärzung ist gleichzeitig ein Mass für die aufgenommene Strahlungs-dosis.

Das Gegenstück zum Dosimeter ist der *Dosisleistungsmesser* (vergleichbar z. B. mit dem Tachometer eines Autos): Er ermöglicht an einem Einsatzort die sofortige Bestimmung der vorherrschenden Strahlungstärke (Dosisleistung) in der Einheit Röntgen pro Stunde (r/h). Mit Hilfe des Dosisleistungsmessers lassen sich daher bei vorhandener radioaktiver Strahlung sofortige Schutzmassnahmen treffen: zum Beispiel Festlegung der maximalen Aufenthaltsdauer in einem Strahlenfeld, Aufsuchen von weniger gefährdeten Räumen oder ähnliches.

Dosisleistungsmesser können z. B. Ionisationskammer-Messgeräte, Szintillationsmessgeräte oder Geiger-Müller-Zählrohrgeräte sein. Für den Einsatz im ZB werden wegen ihrer geringen Störanfälligkeit und grossen Robustheit, einfachen Stromversorgungsmöglichkeit, wegen ihres geringen Umfanges und Gewichtes weitestgehend Geiger-Müller-Zählrohrgeräte verwendet. Eines der gebräuchlichsten dieser Art ist der von der Firma Graetz in Altena, die in der Schweiz durch die Firma AG Emil Piffner & Co. in Hirschthal bei Aarau vertreten wird, hergestellte Dosisleistungsmesser «X-50» (siehe Abb. 1). Es handelt sich hierbei um ein tragbares, batteriegetriebenes Gerät, das sehr leicht zu handhaben und äusserst einfach zu bedienen ist und das insbesondere wegen seiner Konstruktion und seines Aufbaues gerade für den Katastropheneinsatz zu empfehlen ist. Der