Zeitschrift: Protar

Herausgeber: Schweizerische Luftschutz-Offiziersgesellschaft; Schweizerische Gesellschaft der Offiziere des Territorialdienstes

Band: 26 (1960)

Heft: 1-2

Artikel: Radioaktiver Niederschlag und Verteidigung des Heims

Autor: Lapp, Ralph E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-363854

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.07.2025

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

Radioaktiver Niederschlag und Verteidigung des Heims

Uebersetzung

Von Ralph E. Lapp

Bulletin der Atom-Wissenschafter, Band 15, Nr. 5, 1959.

Die Erfolge der Sowjets auf dem Gebiet der nuklearen Waffen und Wurfgeschosse zusammen mit einem unablässigen Rüstungswettlauf verlangen eine neue Betrachtung des Problems der Verteidigung des Heims. Eine solche ist um so eher notwendig, weil der vorherrschende allgemeine Eindruck besteht, dass die zivile Verteidigung hoffnungslos sei.

Es hat keinen Sinn, sich in diesem Stadium der Weltpolitik über diese plumpe Behauptung über den Ausgang der Dinge hinwegzusetzen. Ueberdies stellt uns die rasche Aufeinanderfolge von steigenden Gefahren — die Megatonnen-Bombe, der Niederschlag und die ballistischen Wurfgeschosse — vor eine schreckliche Prüfung. Die Planer der Zivilverteidigung sind nie in der Lage gewesen, Schritt zu halten mit dem Tempo der Entwicklung der Waffen, und sehr oft waren sie gelähmt in ihren Anstrengungen, die notwendigen Informationen für ihre Planung vom Verteidigungs-Departement und der Atom-Energie-Kommission zu erhalten.

Ausgezeichnete Studien über das Problem der Zivilverteidigung wurden zur Verfügung gestellt im Jahre 1958, insbesondere die Beweisführung von Dr. Ellis A. Johnson, Direktor des Forschungsamtes für Operationen an der John-Hopkins-Universität (Seiten 241 bis 269 der Diskussionen von Holifield über die Zivilverteidigung, Komitee des Repräsentantenhauses für die Operationen der Regierung, 5. Mai 1958), und der RAND-Bericht («Bericht über eine Untersuchung der nichtmilitärischen Verteidigung», Rand-Corporation, Bericht R-322 RC, 1. Juli 1958), dessen wesentlichste Punkte von Dr. Herman Kahn im Januar-Bulletin dargelegt worden sind. Diese Analysen verdienen eine sorgfältige Würdigung, weil sie die tiefe gegenseitige Beziehung zwischen dem Ueberleben der Bevölkerung und einer gesunden Verteidigungspolitik unterstreichen; ferner halten sie fest an der Auffassung, dass eine wirksame Zivilverteidigung möglich ist.

Der dreifache Schlag von Megatonnen-Bomben, Niederschlag und Wurfgeschossen überzeugt die meisten Amerikaner, dass ihr Schicksal hoffnungslos wäre, wenn die Vereinigten Staaten einem Nuklearangriff ausgesetzt würden. Die Erklärungen und Versicherungen des Forschungsamtes für Operationen und der Rand-Corporation haben noch keine bemerkenswerte Bresche geschlagen in der Haltung der Oeffentlichkeit, jedenfalls nicht in der Haltung des Kongresses. Die Umwandlung der Bundesverwaltung der Zivilverteidigung in das neue Amt für Zivilverteidigung hat eine wenig in die Augen springende Aenderung in der Behandlung der Streitfrage der Zivilverteidigung seitens der Bundesverwaltung bewirkt. Noch immer befindet sich die Zivilverteidigung im Stadium der Forschung, des Ausbaus und der Planung. Und es sind jetzt nahezu 14 Jahre her seit Hiroshima!

Niemand in Washington erwartet, dass das Amt für Zivilverteidigung durch eine massive Zuteilung von Mitteln die Kraft erhalten wird, ein nationales Zivilverteidigungs-Programm im Masstab von Krediten von vielen Millionen Dollar durchzuführen. Der Kongress bleibt weiterhin höchst skeptisch und zurückhaltend gegenüber irgendwelchen Krediterhöhungen für die Zivilverteidigung, und das Weisse Haus hat bisher nichts darüber verlauten lassen, dass von dort her das Verlangen nach einem Budget kommen wird, das ausreichen würde, um ein nationales Schutzraum-Programm zu finanzieren.

Ich habe den Eindruck, dass unter diesen Verhältnissen sich das Problem der Zivilverteidigung in dasjenige der «Verteidigung des Heims» verwandelt und der Bürger auf seine eigene Sicherheit bedacht sein muss. Diese Ansicht scheint übereinzustimmen mit den Auffassungen des Administrators der Zivilverteidigung, Gouverneur Leo Hoegh, welcher in Erwiderung auf eine Frage betreffend den Bau von Schutzräumen antwortete (Uebertragung des Televisions-Programms «Begegnung mit der Presse» vom 7. September 1958): «Natürlich haben wir nicht ein Bauprogramm des Bundesstaates (für Schutzräume) verteidigt. Wir verteidigen dieses Programm, das Programm der Selbsthilfe. Das ist nichts Neues. So schufen im Indianer-Zeitalter unsere Vorfahren, wenn sie ihre Häuser erbauten, auch eine Festung. Im Jahre 1958 sollten die Amerikaner in ihren eigenen Häusern sich selbst Schutz beschaffen gegen den radioaktiven Niederschlag. Wir geben die Führung und Leitung.»

Unsere Vorfahren standen der Herausforderung von Bogen und Pfeil und Streitaxt (der Indianer) gegenüber. Heute haben wir ins Auge zu fassen ICBM, welche schneller sind als der Schall, die unfassbare Megatonnen-Bombe, und die unsinnige Bedrohung durch den radioaktiven Niederschlag. Diese Ungleichheit ist so unermesslich, dass der Durchschnittsmensch überwältigt wird; er blickt auf seine Regierung, von der er Führung verlangt, und man rät ihm: «Hilf dir selbst!»

Kriegswaffen für Wurfgeschosse

Herr Chruschtschew hat angedeutet, dass die Sowjets eine starke Nuklear-Kriegswaffe besitzen mit einer Explosivkraft von fünf Megatonnen. Es wird angenommen, dass diese nukleare Explosivwaffe dicht genug ist, um in einem ICBM-Kegel zu passen, und dass sie ungefähr 1,5 Tonnen an Gewicht besitzt. Dies bedeutet einen beträchtlichen Erfolg in der Entwicklung von Waffen. Man weiss wenig über das eigentliche Gewicht der Bombenpackung der Sowjets, doch

zeigt eine Analyse der Untersuchungen vom Oktober 1958, dass die Sowjets Bomben von etwa 20 Megatonnen (Aequivalent Strontium) Spaltungsenergie in die Atmosphäre entsandten. Es dürfte klug scheinen, anzunehmen, dass die Sowjets eine 5-Megatonnen-ICBM-Kriegswaffe entwickelt haben. (Vgl. die Rede von Dr. W. F. Libby vom 13. März 1959. Der Verfasser hat auch radiochemische Analysen von japanischen Wissenschaftern erhalten.) Die radiochemischen Angaben, welche dem Verfasser zur Verfügung stehen, lassen darauf schliessen, dass die Dichtigkeit in dieser Wurfgeschosswaffe erreicht wurde in gewissem Sinne auf Kosten der Preise der nuklearen Materialien. Die Verbrennung des billigen U-238 bringt einen Gewichtsnachteil bei den Wurfgeschossen mit sich, aber ist nützlich bei den hoch aus der Luft abgeworfenen Bomben, wie z. B. den 20-Megatonnen-Bomben, welche vom strategischen Bomber der Vereinigten Staaten, dem B-52, mitgeführt werden.

Die fortgesetzten Nuklearforschungen dürften bald zu einer Verdoppelung der Megatonnage in den Waffen der Wurfgeschosse führen, und mit dem weitern Ausbau des Raketenfeuers müssen Kriegswaffen von 20 Megatonnen in Aussicht genommen werden. Ebenso können die Bomberwaffen in ihrer Kraft verdoppelt und verdreifacht werden, d. h. 40 und 60 Megatonnen. Es besteht die Meinung, dass das Strategische Luftkommando bereits in solchen Grössenordnungen denkt für die Bomben, welche B-52 und B-58 mit sich führen.

Mit der Entwicklung der Anlagen für Wurfgeschosse mit grösster Angriffskraft und möglicherweise mit der Vervollkommnung von «Ramjets» mit Nuklearkraft erscheint der Transport von 100-Megatonnen-Bomben durchführbar, obschon dies noch weiter in der Zukunft liegt. Der militärische Wert von solchen Waffen ist umstritten; er hängt davon ab, welche Zwecke mit der militärischen Anwendung derselben verfolgt werden. Wenn die Waffen bestimmt sind für die Anwendung des Luftdrucks zur Unterwerfung von strategischen Zielpunkten von «gehärteter» Konstruktion, dann ist ein Luftdruck in der Grössenordnung von 100 Pfund per Quadrat-Inch notwendig. Eine Kriegswaffe von 1 Megatonne, wie sie entwickelt werden könnte für ein Polaris-Wurfgeschoss, würde auf Fünfachtel Meilen 100 psi hervorbringen; eine Kriegswaffe von 5 Megatonnen (die dem gegenwärtigen ICBM der Sowjets entspricht) würde diesen Luftdruck auf 1 Meile ausdehnen; eine 20-SAC-Megatonnen-Bombe würde bis 1,7 Meilen reichen, und eine Bombe über 100 Megatonnen würde sich bis auf 3 Meilen erstrecken (mit ihrem Luftdruck).

Nimmt man die Genauigkeit eines Wurfgeschosses in der Weise an, dass 50 Prozent der Waffen innerhalb eines Kreises im Radius von 5 bis 10 Meilen landen, so ist es klar, dass enorme Zahlen von Wurfgeschossen vom Polaris-Typus benötigt würden, um eine befestigte Wurfgeschossbasis zu vernichten, und sehr beträchtliche Zahlen von 5-Megatonnen-Wurfgeschossen würden ebenso benötigt werden. Auf der andern Seite könnten 20-Megatonnen-Bomben, die durch B-52 oder B-58 in kurzer Schussweite mit grösserer Genauigkeit abgeworfen würden, sehr wirkungsvoll sein. Dies ist eine der hauptsächlichsten Ueberlegungen, weshalb die Luftstreitmacht der Vereinigten Staaten glaubt, dass Bomber von jetzt an noch fünf bis zehn Jahre im Geschäft sein werden.

Geht man aus von der Leistungsfähigkeit der Bomber der Vereinigten Staaten, so würde unsere strategische Wiedervergeltung eines sowjetrussischen Angriffs an einem Tage einen Angriff von über 10 000 Megatonnen bedeuten. Die eigentlichen Abwürfe auf Zielpunkte könnten diese beträchtliche Abhängigkeit vom Alarmstatus der SAC-Basen und der Art der sowjetischen Verteidigungsmittel reduzieren. Es ist nicht klar, weshalb ein so hohes Ausmass des Angriffs auf einer Basis des zweiten Schlages in Aussicht genommen wird, da die sowjetischen militärischen Anlagen voraussichtlich ihre primäre Rolle erfüllt haben dürften, wenn sie den ersten Schlag getan haben. Admiral Arleigh A. Burke, Chef der Operationen der Marine, hat die strategische Mission der Luftstreitmacht in Frage gestellt in einer kürzlichen Rede, welche er am 20. Februar 1959 vor der Handelskammer Charleston, S. C., hielt; er führte darin aus: «... Wir müssen anerkennen, dass in einem allgemeinen Nuklearkriege die Streitkräfte der Wurfgeschosse, d. h. die Luftstreitmacht, nicht mehr erwarten kann, ihr feindliches Gegenstück zu zerstören, ohne den gesellschaftlichen Körper des feindlichen Staates selbst zu zerstören, vorausgesetzt, dass alle diese Mannschaften innerhalb des Zentrums des Heimatlandes stationiert sind.» Damit erhebt sich die fundamentale Streitfrage, ob es ein weiser Entschluss ist, die wichtigsten strategischen Basen innerhalb des Kontinents der Vereinigten Staaten anzulegen. Das Ausmass des feindlichen Angriffs auf die Vereinigten Staaten von Amerika wird abhängen von der Zahl und der Art der strategischen Basen der Vereinigten Staaten; somit können unsere militärischen Führer wesentlich unrichtige Entscheidungen treffen, wenn sie befestigte Wurfgeschoss-Basen innerhalb der Grenzen der Vereinigten Staaten anlegen. Jede befestigte Basis kann den Feind veranlassen, eine ungeheure Megatonnage zu ihrer Zerstörung zu verwenden; aber der Niederschlag von diesen Bomben wird unvermeidlich sich über die Bevölkerung der Vereinigten Staaten und über die Gebiete für ihre Ernährung verbreiten.

Das bisher Gesagte lässt darauf schliessen, dass «die Megatonnen-Annahmen» für die Vereinigten Staaten, d. h. der Einsatz von Bomben auf Zielpunkte der Vereinigten Staaten, innerhalb weiter Grenzen variieren kann und eigentlich bestimmt werden dürfte durch unsere eigenen Entscheidungen. Die gegenwärtigen etwa 30 strategischen Basen innerhalb des Kontinents der Vereinigten Staaten von Amerika sind nicht befestigt oder «weich», und es scheint, dass Russland gezwungen werden könnte, ein Minimum von 1000 Megatonnen auf diese Zielpunkte zu ver-

wenden. Zusätzliche Zielpunkte würden diese Megatonnage verdoppeln oder verdreifachen während der Zeitspanne der nächsten drei Jahre. Innerhalb des Rahmens dieser Annahme schlägt der Verfasser vor, das Zivilverteidigungsproblem zu sehen. Offensichtlich hängt die Durchführbarkeit der Zivilverteidigung ganz entscheidend ab von den Annahmen über die Megatonnage, weil in den nächsten zehn Jahren 3000 Megatonnen ein kleiner Bruchteil der strategischen Leistungsfähigkeit der Sowjets sein werden.

Niederschlag und Ueberleben

Der gegenwärtige Stand unserer Zivilverteidigung bietet wenig Hoffnung dafür, dass die wichtigsten Wirkungen der thermonuklearen Waffen in irgendwelchem bedeutendem Ausmass auf ein Minimum herabgesetzt werden können. Die Schutzbauten, die notwendig sind, um die Wirkung des Schmiedehammers des Megatonnen-Luftdrucks auf die Städte zu reduzieren, erfordert einen Grad von baulicher «Chirurgie» in den Grosstädten, welche jetzt unerreichbar zu sein scheint. Als noch Zeit dafür vorhanden war, wurde die Verletzbarkeit unserer Städte nicht durch Zerstreuung reduziert, und jetzt, wo nur wenig Zeit vorhanden ist, können die Gebiete der Grosstädte nicht befestigt werden wie eine Basis von Wurfgeschossen.

Indessen macht es die zufällige Ausdehnung unserer Städte, verbunden mit der Ungenauigkeit ballistischer Wurfgeschosse wahrscheinlich, dass sehr grosse Teile der Gebiete unserer Grosstädte ausserhalb der Zonen mit schweren Luftdruckschäden bleiben werden. In bezug auf die Bevölkerung ist die Situation sogar noch günstiger, da der Einschlagspunkt ebenso wahrscheinlich ist für die Umgebungen wie für die Innerstadt.

Wie ich das Problem für die Durchschnitts-Amerikaner sehe, so kann er nicht sehr viel tun, um die primären Effekte der Megatonnenwaffen zu bekämpfen; es wird ein seltener Vogel sein, der die Mühen und Auslagen auf sich nimmt, um einen Schutzraum gegen Luftdruck zu bauen. Das grosse Problem indessen, sobald sich der Schlag des Luftdrucks und der Hitze nicht mehr fühlbar macht in der betroffenen Gemeinschaft, ist der Schutz gegen radioaktiven Niederschlag. Dieses Problem hat seinen Mittelpunkt im Heim der Familie, und aus diesem Grunde kann der Begriff «Verteidigung des Heimes» angewandt werden.

Weite Gebiete, die entfernt sind von den eigentlichen Bombenexplosionen, werden dem todbringenden radioaktiven Niederschlag unterworfen sein; in manchen Fällen, wo vielfache Explosionen und starke Winde vorhanden sein werden, kann sich die tödliche Distanz bis zu 500 Meilen vom Einschlagspunkt ausdehnen. Die dem Wind ausgesetzten Gebiete von primären strategischen Zielpunkten fallen in diese Kategorie. So wird das wahre tödliche Potential eines nuklearen Angriffs von der Gefahr des Niederschlags herstammen. Die primären Todesfolgen der Megatonnenwaffen konzentrieren sich auf ein Gebiet, das 20- bis 40mal kleiner ist als dasjenige, welches dem tödlichen Niederschlag unterworfen ist.

Ich glaube, dass das Verständnis des radioaktiven Niederschlags beim Durchschnitts-Amerikaner erbärmlich unzulänglich ist. Wenn ich von den Kontakten mit Tausenden von Menschen während der letzten fünf Jahre urteile, komme ich zu der Schlussfolgerung, dass ein tiefeingewurzeltes Gefühl vorhanden ist, dass es keinen Weg gibt, um dem Tod durch Niederschläge zu entrinnen. Aus diesem Grunde habe ich die Gefahr der Strahlung von Niederschlag einer nochmaligen Prüfung unterzogen.

Das Niederschlagsfeld, welches angenommen wurde, scheint realistisch zu sein, d. h. zwei Kilotonnen von Spaltungstrümmern je Quadratmeile, die einem wirklichen Ausmass von 4000 Roentgens/je Stunde entsprechen, eine Stunde, nachdem die Bombe explodiert ist. Die Gefährdung durch die Strahlung am ersten Tag hängt ganz entscheidend ab von der Zeit des Niederschlags. Für den vollkommenen Niederschlag nahe am Zielgebiet kann nur eine Stunde nötig sein, oder es können 18 Stunden nötig sein weiter in der Windrichtung. (Vgl. W. W. Kellogg, R. R. Rapp und S. M. Greenfield, «Der Einbruch des Niederschlags», Meteorologisches Journal 14, 1957, p. 1.) Zuverlässige Angaben über den Niederschlag von Bomben der Megatonnenklasse sind fragmentarisch; indessen hat Dr. Paul C. Tomkins, der wissenschaftliche Direktor des Laboratoriums für Radiologische Verteidigung der Marine der Vereinigten Staaten, vor dem Holifieldsubkomitee für Zivilverteidigung erklärt, dass «die wichtige Bedrohung durch die Ausstrahlung der Rückstände nicht auftritt innerhalb des Bereichs der physikalischen Schäden». (Seiten 209/10 der Diskussionen über Zivilverteidigung in Holifield, 2. Mai 1958.) Es scheint, dass diese Angaben auf Untersuchungen im Pazifik basieren, wo das Substrat weithin Wasser ist. Sehr geringe Angaben existieren für den Fall der Explosion von Megatonnenbomben auf kontinentalen Oberflächen. Es wurde festgestellt, dass die grösste Menge der Radioaktivität niemals im Krater vorhanden ist, sondern etwa 50 bis 75 Meilen in der Windrichtung davon entfernt.

Der Niederschlag am ersten Tag wird illustriert durch das folgende Schema von Roentgendosierungen:

Tabelle I

Zeitabstände	Menge von Gamma-Strahlen
1 bis 2 Stunden	2500 Roentgen
2 » 3 »	1250 »
3 » 4 »	800 »
4 » 5 »	550 »
5 » 10 »	1500 »
10 » 24 »	1550 »

Jede Stunde, um welche sich der Niederschlag verzögert, vermindert die Gesamtdosis des ersten Tages um Hunderte und Tausende von Roentgens. Wenn wir eine Wirkungszeit des Niederschlages mit drei Stunden annehmen, dann beträgt die Exposition für eine Person, welche sich im Freien aufhält, etwa 4000

Roentgens. Gewisse Analytiker (z. B. Dr. Ellis A. Johnson in seiner Rede vor der Philosophischen Gesellschaft in Washington, D. C., vom 28. März 1959) glauben, dass ein Nuklearangriff auf die Vereinigten Staaten von Amerika zur Folge haben würde, dass in gewissen Gebieten des Nordostens die zweitägige Strahlungsdosis 10 000 Roentgens übersteigen würde. Man vermutet, dass die verschiedenartigen Niederschläge ineinander übergreifen würden, so dass sie viele Teilstaaten mit einer Schicht von radioaktiver Befleckung bedecken würden.

Schutz gegen Strahlung

Die Grundregel für das Ueberleben in einer Zeit des Niederschlags oder des vermuteten Niederschlags ist das Aufsuchen eines Schutzraumes unter der Erde. Diese ausweichende Handlungsweise muss die Priorität erhalten vor allen anderen Tätigkeiten während der ersten paar Tage, die dem Ausbruch eines Nuklearkrieges folgen.

Da es zweifelhaft ist, ob viele Amerikaner Schutzräume gegen Strahlung besitzen werden, die im voraus gebaut sind, muss das Problem durch Selbsthilfe gelöst werden. Die Gnadenstunden, bevor der todbringende Niederschlag die Erde erreichen kann, räumen uns Zeit ein, um in letzter Minute Schutzräume gegen Strahlungen zu improvisieren. Das gewöhnliche Kellergeschoss gewährt eine 10- bis 20fache Reduktion der Strahlungsdosierung. Eine weitere Reduktion kann erzielt werden, wenn man hingestreckt in einer Ecke des Kellergeschosses liegt; doch wird es für viele Gegenden notwendig sein, zusätzliche Schutzräume unter der Erde zu schaffen. Sie können geschaffen werden durch Anwendung des Prinzips der Fuchslöcher (vgl. R. E. Lapp, Radioaktiver Niederschlag, Bulletin 11 vom Februar 1955, Seite 45), oder durch Abschirmung mit einem dichten Material. Ein Tunnelgraben in der Kellerwand würde ausgezeichneten Schutz gewähren. Die Aufstapelung von Säcken mit Kohlen oder Sand oder von Wasserbehältern in einer Ecke des Kellergeschosses würde die Strahlungsdosis ebenfalls reduzieren.

Ein Komitee der Nationalen Akademie für Naturwissenschaften ist mit dem Studium des Problems beschäftigt, ein Schema der «zulässigen» Strahlungsdosen bei einer Nuklearkatastrophe aufzustellen; doch kann der Schlussbericht erst in einigen Monaten erwartet werden. Vermutlich dürften 25 Roentgens für den ersten Tag und 100 Roentgens für die erste Woche angenommen werden. Der Schutzfaktor des Schutzraumes, welcher erforderlich ist, um die Dosis während des ersten Tages unter 25 Roentgens zu halten, würde für die meisten Gebiete zwischen 100 und 500 Roentgens schwanken. Dieser Schutzfaktor nimmt rasch ab während der ersten Woche und gestattet den eingekellerten Ueberlebenden aus ihren engen Quartieren nach zwei oder drei Tagen aufzutauchen und mehr Bewegungsfreiheit im Kellergeschoss zu geniessen.

Während des dritten Tages würde die äussere Strahlung auf zehn Roentgens je Stunde absinken, und beschränkte Ausgänge innerhalb der Gebäude würden für die Erwachsenen möglich sein. Am Ende einer Woche würde das Strahlungsniveau draussen auf vier Roentgens je Stunde auf offenen Feldern abnehmen (in bebauten Gebieten kann es noch zu höheren Werten angestiegen bleiben, da sich natürlicherweise dort die Trümmer mit Niederschlag konzentrieren), und beschränkte Ausgänge an der Oberfläche könnten gemacht werden.

Entfleckung

Die natürliche Entfleckung von Baumaterialien kann eintreten als eine Folge von Witterungsprozessen (siehe L. Machts und K. M. Nagler, Meteorologie, Niederschlag und Witterung, Seite 3 in der Publikation der Atom-Energie-Kommission: «Die biologischen Risiken eines Niederschlagsgebietes auf kürzere Frist», 1958). Neueste Untersuchungen, die auf dem Probegelände in Nevada durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass ein Regenfall von zwei Inch, welcher dem Niederschlag folgte, die Strahlungsdosis in den Häusern auf ein Zehntel bis auf ein Zwanzigstel der Dosis reduzierte, welche gemessen wurde in einem angrenzenden Feld. Das Strahlungsniveau unmittelbar über dem Boden des Erdgeschosses war ein Zehntel desjenigen in einer Höhe von sieben Fuss innerhalb des Hauses. (Vgl. R. T. Graveson, Der Schutz gegen Strahlung innerhalb eines Standardhausbaus, NYO-4714, November 1956.)

F. P. Cowan («Die Akkumulation von radioaktivem Niederschlag auf typischen Baumaterialien», BNL-497, März 1958) hat die Aufschichtung von Niederschlag auf Baumaterialien untersucht und dabei herausgefunden, dass Materialien mit glatter Oberfläche, wie beispielsweise Aluminium, am wenigsten Niederschlag ansammeln und am raschesten entfleckt werden können, während Asphalt und Asbestschindeln den Niederschlag zäher festhalten.

Nach einer Woche kann ein Hausbewohner, der angemessen unterrichtet ist, versuchen, die Befleckung auf dem Dach zu reduzieren. Eine zwanzigfache Reduktion der Befleckung des Daches (im Vergleich mit den Niveaus auf offenem Feld) scheint durchführbar. Da die Befleckung des Daches dem Kellergeschoss eine ebenso grosse Strahlungsdosis vermittelt wie der Strahlungsschein vom angrenzenden Land, ist eine allgemeine zehnfache Reduktion der Dosis für die Bewohner des Kellergeschosses möglich. (Vgl. J. A. Auxier und andere, «Die experimentelle Berechnung des Schutzes gegen Strahlung, die gewährt wird durch Wohnbauten gegenüber verteilten Quellen», CEX-58-I, 19. Januar 1959; ebenso M. J. Berger und J. C. Lamkin, «Einfache Berechnungen über das Eindringen von Gammastrahlen in Schutzräume: der Beitrag des Lichtscheins und der Befleckung des Daches», NBS-Bericht-2827 vom Februar 1958.)

Die Entfleckung der Bodenflächen und Pflaster wird eine organisierte Arbeit und eine beträchtliche Ausrüstung benötigen. Die Flotte der Vereinigten Staaten hatte praktische Erfahrungen in radiologischer Entfleckung zufolge der Untersuchungen der Bikini-Bombe im Jahre 1946. Die Angaben des Laboratoriums für Radiologische Verteidigung der Marine der Vereinigten Staaten beweisen, dass die Bespritzung von Asphaltoberflächen, die mit trockenem Niederschlag befleckt sind, mittels von Brandschläuchen das Niveau der Radioaktivität 30fach reduzieren kann. («Radiologische Wiederherstellung von militärischen Anlagen im Feld», USNRDL-Bericht vom August 1953.)

Wo eine ausgedehnte Entfleckung nicht stattfindet, dürfte es klug erscheinen, während der Periode von einer Woche bis zu einem Monat nach dem Angriff grösste Vorsicht zu beobachten. Die Dosierung der zweiten Woche von etwa 500 Roentgens sollte unter 20 Roentgens gehalten werden, ja eigentlich besser unter 10 Roentgens. Dieselbe Regel gilt für die dritte Woche. Die Dosis von 140 Roentgens, welche sich angesammelt hätte zufolge der vollen Exposition über der Erde während der vierten Woche, kann auf 7 Roentgens herabgesetzt werden durch einen allgemeinen Reduktionsfaktor von 20; doch ist es weiterhin erforderlich, im Kellergeschoss zu leben, sofern nicht eine wirksame Entfleckung stattgefunden hat.

Ueber einen Monat hinaus

Wenn einmal die Anforderungen für den ersten Monat nach einem Angriff erfüllt sind, können die Gefahren der Strahlung in den folgenden Monaten in zu bewältigende Proportionen gebracht werden durch eine vorsichtige Lebensweise. Ungefähr zu dieser Zeit werden die Niveaus draussen etwa 10 Roentgens pro Tag betragen — immer noch zu hoch, um sich lange über der Erde zu bewegen. Indessen sollte es die lokale Entfleckung und eine beschränkte Bewegung sowie die Tatsache, dass man soviel wie möglich im Hause drinnen lebt, ermöglichen, die Strahlungsdosis für den zweiten Monat unter 10 Roentgens zu halten. Später verlangen die Expositionen gegenüber der Strahlung wohl noch Vorsicht; aber das Problem bleibt nicht länger eigentlich akut.

Nach vier Monaten würde die maximale Dosis während 24 Stunden für einen Mann im Freien ungefähr 1 Roentgen betragen, obschon sie zehnmal geringer sein kann in einem entfleckten Gebiet. Am Ende eines Jahres würde ein unberührtes Gebiet etwa 0,1 Roentgen pro Tag aufweisen, und die totale Dosis im zweiten Jahr nach dem Angriff würde etwa 20 Roentgen sein, so dass die Rückkehr zum normalen Leben angezeigt wäre, soweit es die äussere Gefahr anbelangt. Für Menschen, die 100 Roentgens im ersten Jahr akkumuliert hätten, würden zusätzliche fünf Roentgens im zweiten Jahr, unter Berücksichtigung der Abschirmung, kein untragbares Risiko darstellen. Da der Schlag des Angriffes unsere Industriewirtschaft in eine koloniale Art der Existenz umwandeln würde, würden Millionen von Menschen den Boden umzugraben haben; dies würde zwar eine grössere Exposition zur Folge haben, doch wäre sie nicht prohibitiv.

Diese Schlussfolgerungen beziehen sich auf das Strahlungsfeld, auf das ein Niederschlag von zwei Kilotonnen von Spaltprodukten je Quadratmeile niedergegangen ist. Es dürfte scheinen, dass eine solche Art von Niederschlag für die ersten Jahre nach 1960 mit gutem Grund in Aussicht genommen werden muss. Nach dieser Zeit ist es wahrscheinlich, dass Felder mit intensiverer Strahlung berücksichtigt werden müssen, d. h. solche, bei denen die Strahlungsdosen, die in diesem Artikel behandelt sind, verdoppelt und verdreifacht sind.

Auf dem supponierten Strahlungsfeld würde weiter ein Niederschlag von 200 «Curies» Strontium-90 pro Quadratmeile niedergehen. Dieser schwere Niederschlag wirft die Frage auf in bezug auf die menschliche Verwendung von Nahrungsmitteln, die auf solch beflecktem Lande gewachsen sind. Abgesehen von Strontium-90 hat man die Spaltprodukte von kürzerer Lebensdauer zu berücksichtigen und dadurch ausgelöste Prozesse, welche eine Befleckung der Nahrung verursachen und so eine Gefahr darstellen können. Wenn der Nuklearangriff während der Jahreszeit des Wachstums stattfinden würde, dann müsste ein grosser Teil der Ernte geopfert werden. Hierauf wären viele Gebiete für die Milchwirtschaft während etwa zehn Jahren ungeeignet, und die Ueberlebenden wären gezwungen, ihr Kalzium aus anderen Quellen zu entnehmen (heute bezieht der Durchschnittsamerikaner 80 Prozent seines Kalziums aus Milchprodukten). So müssen bei einem Ausblick auf die Verhältnisse eines Notstandes in den Jahren nach einem Angriff die gegenwärtigen Niveaus von Strontium-90 in richtiger Weise in die Ueberlegungen einbezogen werden. Es sind noch viele Unbekannte enthalten in der Schätzung der letzten biologischen Schäden, die herrühren könnten von Ernten, die gewachsen wären auf einem Land, welches befleckt wäre im Ausmass von mehreren hundert «Curies» von Strontium-90 je Quadratmeile; aber die schrittweise Ansammlung von Strontium-90 im menschlichen Knochenbau würde ein akutes Problem für die Gesundheit darstellen. Wenn nicht heroische Massnahmen durchgeführt würden, um die Einnahme von Strontium-90 zu verhindern, so würde die Belastung des Körpers mit diesem radioaktiven Gift die Schwelle der tödlichen Wirkung überschreiten.

Die Mengen von Strontium-90, die für ein Bombardement mit 100 Megatonnen von befestigten Wurfgeschossbasen aus angenommen werden müssen, wie solche Basen geplant sind für zehn Gebiete in unseren westlichen Teilstaaten, würde nahezu den Wert einer «Kilocurie» je Quadratmeile erreichen, und solches Land wäre der Landwirtschaft für mehr als gerade zehn Jahre verschlossen. Man fragt sich, ob dieser Punkt mitberücksichtigt wurde bei der Anlage von solchen militärischen Einrichtungen.

Die Drohung mit der Befleckung des Bodens ist eine bösartige Waffe der letzten Rache. Sie stellt indessen auch eine eher spitzfindige Gefahr dar, welche einen hohen Grad von Phantasie benötigt, um sie richtig einschätzen zu können. In diesem Sinne stellt die Gefahr von Strontium-90 die genetische Gefahr dar. Auf der andern Seite wäre ein Land wie die Sowjetunion schwer verletzbar, wenn man es seiner zukünftigen Ernten berauben würde, da sie nur kleine Reserven an Nahrungsmitteln besitzt. Es wäre denkbar, dass die Drohung mit Befleckung der Ernten als Abschrekkungsmittel für die Sowjets wirken könnte. Die Auffassung, dass ein ganzer Kontinent dem Karthago des Altertums gleichkommen könnte, ist neu für den Krieg und ist ein direkter Ausläufer der Waffen der Megatonnenklasse. (Dieser Punkt wurde betont in dem Aufsatz: «Beschränkungen von Strontium im Krieg und Frieden», der veröffentlicht wurde im Bulletin 12 vom November 1956, 287, wo erklärt wurde: «Die beste Hoffnung für Frieden, so könnte es scheinen, mag das allgemeine Verständnis dafür sein, welche nuklearen Konsequenzen eintreten werden, wenn man seine Zuflucht zu Superbomben nimmt. Wenn dies sich als richtig erweisen würde, dann könnte das Vorauswissen der Menschen über die Wirkungen der nuklearen Waffen als letztes Abschreckungsmittel für einen Krieg dienen.»)

Zusammengefasst muss festgehalten werden, dass die biologischen Folgen des lokalen Niederschlages eine ungeheure Herausforderung an die Zivilisation darstellen. Nach einer kurzen Zeit scheint das Risiko der äusseren Strahlung zwar Proportionen anzunehmen, die bewältigt werden können, vorausgesetzt, dass die Menschen die Natur der Gefahr erkennen. Die Gefahr im Innern scheint nicht denselben Grad von todbringender Wirkung zu erreichen wie diejenige, welche die Strahlung draussen mit sich bringt. (In diesen Ausführungen sind wir nicht eingegangen auf die toxischen Wirkungen von kurzer Frist, die entstehen bei der Aufnahme von schweren Spaltprodukten im Körper.) Die Befleckung der Ernte stellt ein ernsthaftes Problem für lange Zeit dar, und es ist nicht klar, ob ein Wirtschaftssystem nach einem Angriff auskommen könnte mit einer Landwirtschaft, welche sich beschränken müsste auf die Produktion von Nahrungsmitteln, deren Ernten kein Strontium-90 in sich aufgenommen hätten.

Nahrung, Wasser und Radioaktivität

Im Rahmen der friedlichen und militärischen Anwendung von Atomenergie werden heute radioaktive Teile mit ganz unterschiedlichen Wirkungen produziert. Die damit zusammenhängenden Fragen sind von vielen Seiten eingehend diskutiert worden. In den meisten Fällen ist jedoch eine objektive Beurteilung nicht möglich. Auch wissenschaftlich besteht durchaus noch keine einheitliche Ansicht, da die Kenntnisse noch sehr lückenhaft sind. Ein wichtiger Ausgangspunkt für die Beurteilung einer Schädigung durch radioaktive Nuklide ist die Kenntnis der natürlichen Strahleneinwirkung auf den Menschen. Man unterscheidet eine Strahlung von aussen und eine innere Strahlung.

Untersuchungen des Radiumgehaltes natürlicher Nahrungsmittel haben ergeben, dass die Grössenordnung bei 10^{-15} g pro 1 g Lebensmittel lieg. Für diese Untersuchungen mussten spezielle Messanordnungen, deren Empfindlichkeit bei einem Zehnmillionstel liegt, entwickelt werden. Auch bei pflanzlichen Nahrungsmitteln ergab sich der gleiche Gehalt. Wasserproben zeigten, dass 10^{-13} g pro Liter Wasser zu erwarten sind. Bei Quellen und Untersuchung von Flusswasser ergaben sich etwa die gleichen Konzentrationen. Diese Messungen sind eine Möglichkeit, um abzuschätzen, wieviel radioaktive Substanz durchschnittlich vom Menschen aufgenommen wird. Die in Deutschland gewonnenen Ergebnisse stimmten mit amerikanischen Untersuchungen überein. Wenn man annimmt, dass ein Mensch am Tage etwa 1,5 l Wasser trinkt, ergibt sich eine tägliche Aufnahme von 10^{-12} g radioaktiver Substanz. Diese Grösse kann natürlich je nach Menge und Art der Nahrung schwanken. Messungen an Sektionsmaterial (Krematoriumsasche) ergaben eine Menge von 10^{-10} g = ein Zehnmillionstel Gramm Radium, die normale Schwankungsbreite bewegt sich dabei um eine Zehnerpotenz.

Neben Radium und seinen Folgeprodukten spielen auch die Anteile der Thoriumreihe eine Rolle; deutsche und englische Untersuchungen haben ergeben, dass hier ein sehr wesentlicher Faktor zu beachten ist. Die Messwerte der gesamten Alphastrahlenaktivität lagen höher, so dass hieraus auf zusätzliche Produkte ausser Radium geschlossen werden musste. Die natürlichen radioaktiven Stoffe der Radium-Thorium-Reihe bedingten durchschnittlich eine Strahlung von etwa 2,4- bis 2,6-mal 10^{-13} c (c = Curie) pro Gramm Asche. Die verschiedenen Anteile der äusseren Strahlung bestehen in kosmischer Strahlung und Umgebungsgammastrahlen, diese Strahlung wird — da es sich um Korpuskularstrahlen handelt — in mrem angegeben. Die kosmische Strahlung macht pro Jahr etwa 35 mrem aus, die Umgebungsstrahlen 70 bis 100 mrem. Die innere Strahlung von