

ZIVILER Luftschutz

VORMALS „GASSCHUTZ UND LUFTSCHUTZ“

WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ZEITSCHRIFT
FÜR DAS GESAMTE GEBIET DES ZIVILEN LUFTSCHUTZES

MITTEILUNGSBLATT AMTLICHER NACHRICHTEN

NR. 11

KOBLENZ, IM NOVEMBER 1958

22. JAHRGANG

Herausgeber: Präsident a. D. Heinrich Paetsch und Regierungsdirektor Dipl.-Ing. Erhard Schmitt

Mitarbeiter:

Ministerialdirektor **Bauch**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Dr. Dr. **Dahlmann**, Bonn; Ministerialrat Dr. **Darsow**, Bundesverkehrsministerium, Bonn; Ministerialdirigent a. D. **Doescher**, Bonn; Dr. **Dräger**, Lübeck; Ministerialrat **von Dreising**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Präsident **Egidi**, Bundesverwaltungsgericht, Berlin; Prof. Dr. med. **Elbel**, Universität Bonn; Prof. Dr. **Gentner**, Universität Freiburg/Br.; Prof. Dr. Dr. E. H. **Graul**, Universität Marburg; General a. D. **Hampe**, Bonn; Prof. Dr. **Haxel**, Universität Heidelberg; Ministerialrat Dr. jur. **Herzog**, Bayerisches Staatsministerium des Innern, München; Prof. Dr. **Hesse**, Bad Homburg; Prof. Dr.-Ing. **Kristen**, Technische Hochschule Braunschweig; Oberregierungsrat Dipl.-Ing. **Leutz**, Bundesministerium für Wohnungsbau, Godesberg; Ministerialrat a. D. Dr.-Ing. **Löfken**, Bonn; Prof. Dr. med. **Lossen**, Universität Mainz; Direktor **Lummitzsch**, Bonn; Dr.-Ing. **Meier-Windhorst**, Hamburg; General d. I. a. D. **Metz**, Berlin; Oberstleutnant d. Sch. a. D. **Portmann**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Prof. Dr. **Rajewsky**, Universität Frankfurt/M.; Prof. Dr. **Riezler**, Universität Bonn; **Ritgen**, Referent im Generalsekretariat des Deutschen Roten Kreuzes, Bonn; Generalmajor der Feuer- schutzpolizei a. D. **Rumpf**, Elmshorn; Präsident a. D. **Sautier**, Bundes-Luftschutzverband Köln; Ministerialrat **Schnepfel**, Bundesministerium des Innern, Bonn; Ministerialrat Dr. **Schnitzler**, Innenministerium des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf; Dr.-Ing. **Schoszberger**, Berlin; Privatdozent Dr. med. **Schunk**, Bad Godesberg; Prof. Dr. med. **Soehring**, Hamburg; Prof. Dr.-Ing. **Wiendieck**, Bielefeld.

Table of Contents

Protection against gamma rays from radioactive fall-out	251
Ideas on the application of radiating sets in the fall-out zone of an atom bomb explosion	255
Problems of food protection and security in atomic catastrophes	258
Ray-protection in the German Red Cross	262
Geneva — Mecca of nuclear scientists and the nuclear energy industry	264
Observation of radiation with individual dosage gauges	268
Some rules on periodic and spatial ebbing of radiation from radioactive fall out	270
Reports	271
Recent Developments in A.R.P.	272
Literature	278
What the industries have to tell us	279

Table des matières

Protection contre les rayons gamma du fallout radioactif	251
Considérations sur l'emploi d'appareil de radiation dans le domaine du fallout de l'explosion d'une bombe atomique	255
Problèmes relatifs à la protection des vivres et au stockage de denrées alimentaires en cas de catastrophes atomique	258
Protection contre la radiation dans la Croix Rouge allemande	262
Genève — le Centre de réunion des atomistes et de l'industrie atomique	264
Contrôle de la radiation au moyen de dosimètres individuels	268
Quelques règles concernant l'amortissement temporaire et local de la radiation des précipitations radioactives	270
Rapports	271
Nouvelles mesures dans la défense passive	272
Littérature	278
L'industrie nous communique	279

Schriftleitung: Präsident a. D. Heinrich Paetsch, Hauptschriftleiter und Lizenzträger. Anschrift der Schriftleitung: „Ziviler Luftschutz“, Berlin N 65, Friedrich-Krause-Ufer 24. Fernsprecher: 35 43 74. Lizenz durch: Der Senator für Inneres, Beschluß Nr. 181/55 vom 14. März 1955.

Redakteur vom Dienst: Dr. Udo Schützack, Berlin.

Verlag, Anzeigen- und Abonnementsverwaltung: Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling, Koblenz-Neuendorf, Hochstraße 20-26. Fernsprecher: 8 01 58.

Bezugsbedingungen: Der „Zivile Luftschutz“ erscheint monatlich einmal gegen Mitte des Monats. Abonnement vierteljährlich 8,40 DM, zuzüglich Porto oder Zustellgebühr. Einzelheft 3,— DM zuzüglich Porto. Bestellungen beim Verlag, bei der Post oder beim Buchhandel. Kündigung des Abonnements bis Vierteljahresschluß zum Ende des nächsten Vierteljahres. Nichterscheinen infolge höherer Gewalt berechtigt nicht zu Ansprüchen a. d. Verlag.

Anzeigen: Nach der z. Z. gültigen Preisliste Nr. 2. Beilagen auf Anfrage.

Zahlungen: An Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling, Koblenz-Neuendorf, Postcheckkonto: Köln 145 42. Bankkonto: Rhein-Main-Bank A. G., Koblenz, Kontonummer 24 005.

Druck: Alfa-Druck, Berlin W 35.

Verbreitung, Vervielfältigung und Übersetzung der in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge: Das ausschließliche Recht hierzu behält sich der Verlag vor.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit genauer Quellenangabe, bei Originalarbeiten außerdem nur nach Genehmigung der Schriftleitung und des Verlages.

Wissenschaftliche Fragen des zivilen Bevölkerungsschutzes mit besonderer Berücksichtigung der Strahlungsfährdung

Vorträge, gehalten auf einer Tagung der Schutzkommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft am 31. Mai und 1. Juni 1957 in Garmisch-Partenkirchen.

Herausgegeben von Professor Dr. W. Riezler, Direktor des Instituts für Strahlen- und Kernphysik der Universität Bonn.

Inhalt: Greuer, Die Behandlung der Verbrennkrankheit — Rosenthal, Blutvolumenveränderungen — Maass und Schubert, Angriffspunkte ionisierender Strahlungen im Kohlehydratstoffwechsel der Zelle — Koch, Formalanalytische Studie zum Mechanismus des akuten Strahlentodes und seine Beeinflussung durch Schutzsubstanzen — Catsch, Über eine neue wirksame Substanz der Therapie der Inkorporation radioaktiver Isotope (Versuche mit Ce 144-Pr 144) — Lendle, Vergiftung durch esteraseblockierende Alkylphosphate (Tabungruppe) und ihre Behandlung durch spezifisch ferment-reaktivierende Antidote — Engelhard, Über die Strahlendenaturierung von Serumproteinen — Rajewsky, Arbeiten des Ausschusses für Dosisfragen — Krokowsky, Strahlenschäden an der Augenlinse — Künkel und Schubert, Strahlenschutzuntersuchungen an Winterschläfern — Albrecht, Infektionsprophylaxe in Schutzräumen — Klieve, Über die Anwendung von Schutzmaßnahmen gegen biologische Kampfstoffe — Lehmsick, Die Bedeutung fahrbarer Laboratorien für den schnellen Nachweis von biologischen Kampfstoffen — Dählmann, Schutzmaßnahmen gegen die Wirkungen chemischer Kampfstoffe und radioaktiver Niederschläge (ein Vergleich wissenschaftlich-technischer Grundlagen) — Stampe und Bangert, Untersuchungen über Aerosol-Filtration — Schardin, Entwicklung und Erprobung von Schutzbauten an Hand von Modellversuchen — Iwanowski und Müller, Die dekontaminierende Wirkung von Flockungsmethoden (hier FeCl_3) — Künkel und Schubert, Untersuchungen zur Entgiftung radioaktiv verseuchter Oberflächen — Jaeger, Strahlenschutzmeßgeräte für den zivilen Luftschutz; Richtlinien für Entwicklung, Bau und Prüfung — Houtermans und Stauffer, Thermolumineszenz als Mittel zur Dosimetrie — Schön, Flußspat als Dosimeterkristall — Kienle, Lokalisierendes Zählrohr für Beta- und Gamma-Strahlen — Klewer, Ein neuartiger Vielkanaldiskriminator zur Differentialanalyse radioaktiver Mischungen — Pohlitz, Ein Neutronenmeßgerät für Strahlenschutz Zwecke — Sittkus, Messungen des radioaktiven Gehaltes der Luft und der atmosphärischen Niederschläge — Haxel, Radioaktivität in Luft, Niederschlägen und im Boden — Gerlach, Radioaktive Niederschläge — Flohn und Haarländer, Meteorologische Probleme bei der Verfrachtung radioaktiven Aerosols — Jacobi, Über die Retention radioaktiver Aerosole in Faserfiltern — Schnelle, Erfahrungen mit der Folienmethode zur Messung radioaktiver Niederschläge — Baumgärtner und Kindermann, Analyse von Strontium 90 in Wasser.

Umfang 216 Seiten, DIN A 5, auf Kunstdruckpapier mit zahlreichen Abbildungen und Skizzen, in festem Kartonumschlag,
DM 13,80

Zu beziehen durch den Buchhandel oder direkt vom

Verlag Gasschutz und Luftschutz Dr. Ebeling · Koblenz-Neuendorf, Hochstr. 20-26

Neuerscheinung!

Leitfaden des Strahlenschutzes

**Für Naturwissenschaftler,
Techniker und Mediziner**

Von Dr. H. R. BECK, Karlsruhe,
Dr. H. DRESEL, Freiburg i. Br.,
Dr. H.-J. MELCHING, Freiburg
i. Br.

Mit einem Geleitwort von Prof.
Dr. H. Langendorff, Freiburg i. Br.

1959. XII, 253 Seiten, 100 Abbil-
dungen, 19 Tabellen, Gr.-8°, ab-
waschbarer Plastikeinband DM 36.-

Der Leitfaden gibt erstmalig eine systematische Einführung in das Gesamtgebiet des Strahlenschutzes. Er wendet sich an einen großen Leserkreis in Naturwissenschaft, Technik und Medizin und will darüber hinaus auch dem Nichtfachmann in Wirtschaft, Verwaltung, Gesetzgebung und Politik einen Einblick in die grundlegenden Probleme vermitteln. Alle Gebiete der medizinischen, technischen und militärischen Strahlenexposition und deren Auswirkungen auf den Menschen werden behandelt. Für den praktisch im Strahlenschutz Tätigen ergeben sich aus der Zusammenschau der Probleme maßgebende Gesichtspunkte für den Arbeitsschutz und den Schutz der Gesamtbevölkerung sowie eine Bestandsaufnahme unseres gegenwärtigen Wissens. Die Zusammenarbeit und das gegenseitige Verständnis der in Frage kommenden Disziplinen sollen hierdurch gefördert werden.

GEORG THIEME VERLAG · STUTTGART

ZIVILER LUFTSCHUTZ

VORMALS „GASSCHUTZ UND LUFTSCHUTZ“

22. Jahrgang - Nr. 11 - Seiten 251 bis 280 - November 1958

In diesem Heft lassen wir Autoren zu Worte kommen, die das wichtige, aber ebenso schwierige Problem des Strahlenschutzes von der theoretischen und praktischen Seite behandeln.

Die Schriftleitung

Strahlenschutz

Dr. A. Rudloff, Bundesdienststelle für zivilen Bevölkerungsschutz, Bad Godesberg

a) Schutz gegen die Gammastrahlung des radioaktiven fallout

Einleitung

In vorliegender Arbeit wird versucht, die im fallout-Gebiet einer Atombombenexplosion zu erwartenden mittleren Strahlenverhältnisse größenordnungsmäßig zu erfassen und abzuschätzen, welche Forderungen an einen hinreichenden Schutz gegen die vom fallout ausgehende durchdringende Gammastrahlung gestellt werden müssen. Weiterhin wird die optimale Aufenthaltsdauer in Schutzräumen berechnet, das heißt der Zeitpunkt nach der Explosion, zu dem der Schutzraum und anschließend das verseuchte Gebiet verlassen werden muß, wenn die insgesamt empfangene Dosis so klein wie möglich sein soll. Schließlich werden Betrachtungen über die Notwendigkeit und den Wirkungsgrad der Dekontaminierung von Verkehrswegen im fallout-Gebiet angestellt.

Als Grundlage dieser Arbeit dienen die veröffentlichten Ergebnisse des Bikinitestes vom 1. März 1954.

Der Bikinitest

Über diese am 1. März 1954 im Bikiniatoll durchgeführte Versuchsexplosion einer 15-Megatonnen-Bombe mit Bodenberührung wurden nähere Angaben, insbesondere hinsichtlich des vom radioaktiven fallout betroffenen Gebietes, bekanntgegeben [1, 2].

Wie aus Abb. 1 ersichtlich, hatte das fallout-Gebiet eine in Windrichtung zigarrenförmig gestreckte Form, dessen Längsausdehnung etwa 360 km betrug, während die größte Breite 60 km maß. Die verseuchte Gesamtfläche errechnet sich somit zu etwa 17 000 km².

In Abb. 1 sind weiterhin die Gammastrahlendosen in Röntgen eingetragen, die sich 36 Stunden nach der Explosion in verschiedenen Entfernungen vom Bodennullpunkt im Freien akkumuliert hatten. An einem Ort mittlerer Verseuchung (160 km vom Nullpunkt in Windrichtung) beträgt diese Dosis etwa 2000 r.

Wir wollen nun zunächst an Hand dieser Dosisangabe die Dosisleistung an diesem Ort (Meßort) als Funktion der Zeit abschätzen. Den Augenblick der Explosion machen wir zum Nullpunkt unserer Zeitzählung und nehmen an, daß der fallout zur Zeit t_0 nach der Detonation am Meßort abregnet*. In Übereinstimmung mit

* Tatsächlich dauert der fallout i. a. mehrere Stunden. Wir wollen jedoch mit einem kurzfristigen Abregnen z. Zt. t_0 rechnen. (Vgl. hierzu Abschnitt 6).

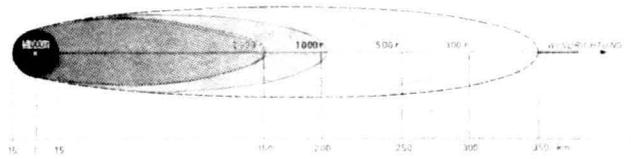


Abb. 1

Fallout-Gebiet bei der Testexplosion im Bikini-Atoll am 3. Januar 1954. Die eingezeichneten Röntgendosen wurden 36 Stunden nach Niedergang des fallout gemessen. (Aus dem indischen Bericht: Atom — Aufstieg oder Untergang?)

den veröffentlichten Versuchsdaten kann man $t_0 = 6$ Stunden ansetzen.

Nun nimmt die Intensität und damit auch die Dosisleistung der fallout-Gammastrahlung nach dem Gesetz

$$(1) \quad d = \frac{\text{const.}}{t^{1,2}} \quad [\text{Röntgen pro Stunde}]$$

mit der Zeit ab. Die Konstante in (1) ist zunächst willkürlich und stellt ein Maß für den Verseuchungsgrad in der Umgebung unseres Meßpunktes dar. Unter Verwendung der zugrunde gelegten Versuchsdaten ($D = 2000$ r für $t = 36$ h, $t_0 = 6$ h) läßt sich die Konstante aber folgendermaßen ermitteln: Zwischen der bis zum Zeitpunkt t akkumulierten Dosis $D(t)$ und der Dosisleistung (1) besteht die allgemeine Beziehung

$$(2) \quad D(t) = \text{const.} \int_{t_0}^t \frac{dt}{t^{1,2}} = 5 \cdot \text{const.} (t_0^{-0,2} - t^{-0,2})$$

Setzt man hier die obengenannten Meßdaten ein, so findet man $\text{const.} = 1,9 \cdot 10^3$.

Einsetzen dieses Wertes in (1) beziehungsweise (2) liefert jetzt den zeitlichen Verlauf der Dosisleistung beziehungsweise der Dosis am Meßort, den wir unseren folgenden Berechnungen über einen hinreichenden Strahlenschutz in mittleren Verseuchungsgebieten zugrunde legen wollen.

Abb. 2 zeigt die zeitliche Abnahme der Dosisleistung $d(t)$, während in Abb. 3 der Dosisverlauf $D(t)$ aufgetragen ist. $D(t)$ wächst, zur Zeit $t_0 = 6$ h bei Null beginnend, zunächst schnell an, erreicht nach 36 Stunden 2000 r und strebt für $t \rightarrow \infty$ einer Grenz-

dosis von 6650 r zu. Diese Grenzdosis würde also bei unendlich langer Aufenthaltsdauer am Meßort im Freien akkumuliert werden.

Schutz gegen die fallout-Gammastrahlung

Bekanntlich gibt es gegen die durchdringende Gammastrahlung keinen hundertprozentigen Schutz. Die Gammastrahlung kann lediglich durch Absorbermaterialien, die zwischen die Strahlenquelle und das zu schützende Objekt gebracht werden, mehr oder weniger stark reduziert werden. Den Bruchteil, auf den die Gammastrahlung nach Durchgang durch Materie geschwächt wird, nennen wir den Reduktionsfaktor α . Er hängt in erster Linie von der Energie der Gammaquanten sowie von dem spezifischen Gewicht und der Dicke des Absorbermaterials ab.

Für fallout-Gammastrahlung und Beton von spezifischem Gewicht 2,2 g/cm³ ist der Reduktionsfaktor in Abhängigkeit von der Betondicke berechnet worden* (Abb. 4).

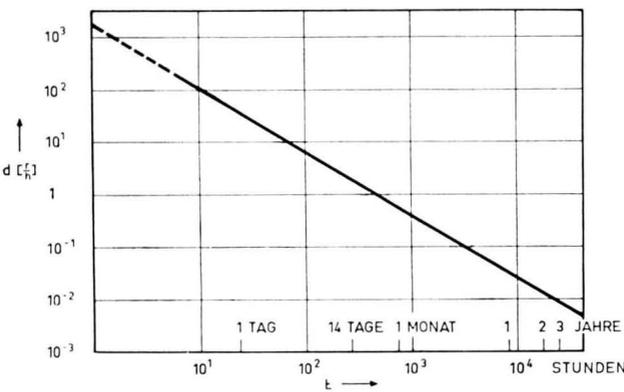


Abb. 2

Zeitlicher Verlauf der Dosisleistung am Meßort für Zeiten $t > t_0 = 6$ h.

Wir untersuchen nun, welche Schutzvorrichtungen an unserem Meßort notwendig sind, damit sich dort ein Mensch eine bestimmte Zeit lang (vom Zeitpunkt der Explosion an gerechnet) aufhalten kann, ohne daß die während dieser Zeit akkumulierte Dosis 25 Röntgen übersteigt**. Anders ausgedrückt: Wie dick müssen die Wände und Decken eines auf der Erdoberfläche stehenden Betonbunkers sein, damit der genannte Dosiswert in seinem Innern nicht überschritten wird?

Die bis zum Zeitpunkt t angelaufene Dosis $D_a(t)$ außerhalb des Schutzraumes entnehmen wir Abb. 3. Die Dosis $D_i(t)$ im Bunkerinnern ergibt sich aus $D_a(t)$ durch Multiplikation mit dem Reduktionsfaktor α . Soll nun $D_i(t) < 25$ r sein, so muß der Reduktionsfaktor die Bedingung $\alpha < 25/D_a(t)$ erfüllen. Hieraus läßt sich jetzt mit Hilfe der Abb. 4 die erforderliche Betondicke x berechnen. Sie ist für verschiedene Aufenthaltsdauern t (in Tagen) in Tabelle 1 eingetragen.

Man sieht, daß ein Betonschutz von etwa 50 cm erforderlich ist, um auch bei beliebig langer Aufenthaltsdauer die Dosis kleiner als 25 r zu halten.

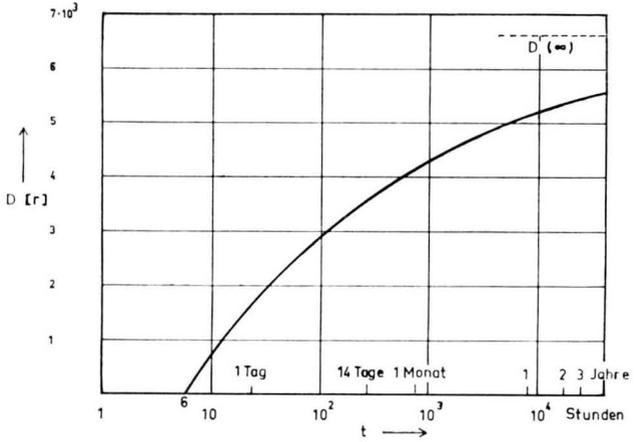


Abb. 3

Zeitlicher Verlauf der akkumulierten Dosis.

t (Tage)	x (cm)
1	38
2	40
7	42
14	43
30	44
∞	47

Tabelle 1

Es ist interessant festzustellen, wie sich die erforderliche Betondicke ändert, wenn ein anderer Verseuchungsgrad (also ein anderer Wert der in den Gleichungen (1) und (2) auftretenden Konstanten) am Meßort zugrunde gelegt wird. Abb. 5 zeigt dies. Man sieht, daß die erforderliche Betondicke zunächst stark mit dem Verseuchungsgrad anwächst, bald aber von diesem nahezu unabhängig wird. Wäre zum Beispiel die Verseuchung am Meßort doppelt so groß wie von uns angenommen (const. = $3,8 \cdot 10^3$), so würde dies nur

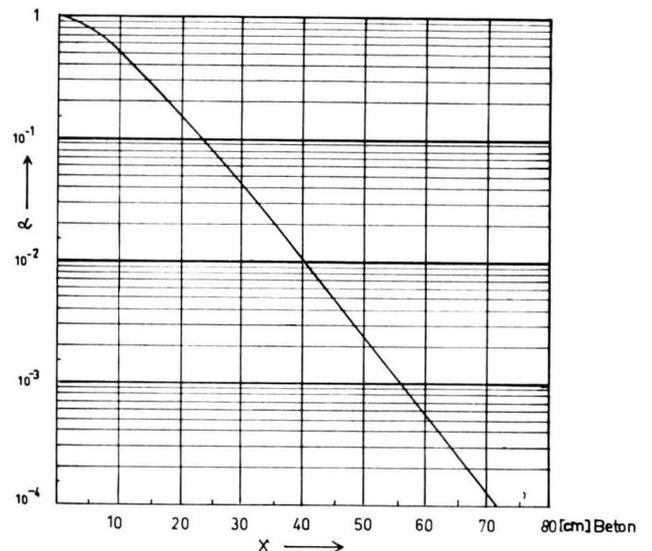


Abb. 4

Reduktionsfaktor α in Abhängigkeit von der durchstrahlten Betondicke.

*) Die Berechnung hierzu siehe [3].

**) 25 r ist die Dosis, oberhalb derer mit dem Auftreten klinischer Strahlenschäden gerechnet werden muß [4, 5].

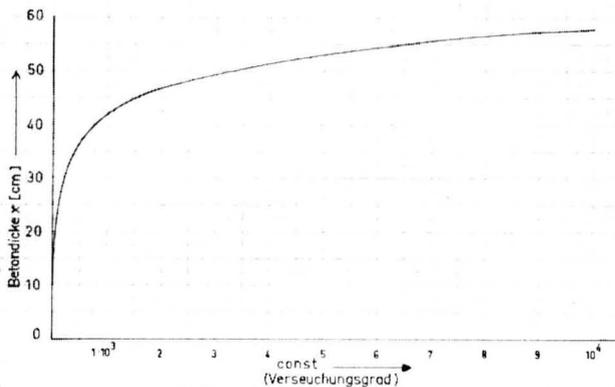


Abb. 5

Erforderliche Betondicke in Abhängigkeit vom Verseuchungsgrad.

eine Verstärkung des Betonschutzes um 10 % (von 47 cm auf 52 cm) erfordern.

Dieses Ergebnis zeigt deutlich, daß es ganz unzweckmäßig ist, Schutzräume, die in erster Linie nur gegen die fallout-Strahlung schützen sollen (sogenannte fallout-shelter), übertrieben stark zu armieren. Einmal stehen die erforderlichen Mehrkosten in keinem vernünftigen Verhältnis zur Verbesserung des Schutzes, zum anderen hat es keinen Zweck, der Berechnung von reinen fallout-sheltern Verseuchungen zugrunde zu legen, wie sie nur in der näheren Umgebung vom Explosionszentrum zu erwarten sind, in der die direkten Wirkungen (Druck, Hitze- und Initialstrahlung) weit überwiegen.

Diese Überlegungen führen zu dem Schluß, daß Räume, die durch 50 bis 60 cm Beton oder äquivalente Dicken anderen Materials (zum Beispiel Erde) allseitig gegen den fallout abgeschirmt sind, in jedem Falle einen hinreichenden Strahlenschutz gewähren.

Aufschlußreich ist schließlich noch ein Vergleich der Schutzwirkung eines auf der Erdoberfläche stehenden Betonbunkers mit 60 cm dicken Wänden und Decken mit dem Schutz, den ein Keller unterhalb eines zweistöckigen, freistehenden Hauses bietet. Wir wollen annehmen, daß die Decken zwischen Hausdach und Keller 60 cm Beton äquivalent sind und daß die Kellerdecke mit der Erdoberfläche auf gleicher Höhe liegt.

Für den Bunker läßt sich der Reduktionsfaktor (als relatives Maß für den Schutz) sofort aus Abb. 4 entnehmen. Für 60 cm Beton findet man $\alpha_B = 6 \cdot 10^{-4}$.

Die Berechnung des Reduktionsfaktors für den Keller ist schwieriger, da dieser gegen die Strahlenquelle nicht allseitig mit gleicher Materiedicke abgeschirmt ist. Ein Teil der Strahlung kommt vom Hausdach und wird durch die Decken zwischen Dach und Keller auf einen berechenbaren Bruchteil geschwächt. Ein weiterer Anteil der Strahlung geht von dem in der Umgebung des Hauses abgeregneten fallout aus. Je nachdem von welchem Punkte der Umgebung Gammaquanten dieses Strahlenanteils emittiert werden, müssen sie in Richtung zum Keller sehr verschieden starke Erdschichten durchdringen und werden dabei ent-

sprechend unterschiedlich absorbiert. Eine ausführliche Rechnung [3] zeigt, daß nur die vom fallout in der allernächsten Umgebung des Hauses ausgehende Strahlung im Kellerinnern noch wirksam wird. Selbst dieser Anteil macht aber nur etwa 1 % der gesamten Strahlenbelastung aus, das heißt, 99 % der Einstrahlung rührt vom Dach des Hauses her. Der Reduktionsfaktor des Kellers errechnet sich auf diese Weise größenordnungsmäßig zu $\alpha_K = 10^{-5}$.

Vergleicht man diesen Wert mit dem oben angeführten Reduktionsfaktor α_B für den Bunker, so sieht man, daß ein Keller unterhalb eines mehrstöckigen Hauses, — sofern er nicht über Erdgleiche herausragt! — einen um ein bis zwei Größenordnungen besseren Schutz bietet als ein oberirdischer Bunker mit immerhin 60 cm Betonarmierung.

Für Kellerräume, die über die Erdgleiche herausragen, ist die Berechnung des Reduktionsfaktors schwierig. Doch wird sich auch in ihnen der Schutz durch Anschütten von Erdwällen wesentlich verbessern lassen.

Die in diesem Abschnitt angestellten Überlegungen setzen natürlich voraus, daß die Schutzräume selbst von radioaktiver Verseuchung frei bleiben.

Optimale Aufenthaltsdauer in Schutzräumen Gesamtdosis

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, welche Forderungen an einen Schutzraum gestellt werden müssen, wenn in ihm auch bei unendlich langer Aufenthaltsdauer eine Dosis von 25 r nicht überschritten werden soll.

So wichtig diese Ergebnisse für eine zweckmäßige Dimensionierung der Schutzräume auch sein mögen, so sagen sie doch zunächst noch nichts über die vom Schutzrauminsassen insgesamt empfangene Dosis aus.

Der Schutzraumaufenthalt muß ja in jedem Fall nach einer endlichen Zeit t abgebrochen und im Anschluß hieran das fallout-Gebiet verlassen werden. Die Gesamtdosis setzt sich demnach aus zwei Anteilen zusammen:

1. der Dosis, die im Schutzraum bis zu seinem Verlassen zur Zeit t empfangen wird (1. Summand in Gleichung (3));
2. der Dosis, die in der folgenden, für das Durchqueren des fallout-Gebietes benötigten Zeitspanne τ empfangen wird (2. Summand).

Man findet für die Gesamtdosis in Abhängigkeit von der Dauer t des Schutzraumaufenthaltes:

$$(3) \quad D_{\text{ges}} = \alpha \cdot D_a(t) + \frac{1}{2} \cdot \{ D_a(t + \tau) - D_a(t) \}$$

(Der Faktor $\frac{1}{2}$ vor der geschweiften Klammer berücksichtigt, daß die Verseuchung zum Rande des fallout-Gebietes hin gegen Null abnimmt.)

Wir untersuchen zunächst, welches der günstigste Zeitpunkt zum Verlassen des Schutzraumes ist. Dieser günstigste Zeitpunkt ist dadurch bestimmt, daß für ihn die Gesamtdosis ein Minimum sein muß.

Daß ein solcher optimaler Zeitpunkt t_{opt} existiert, erkennt man leicht folgendermaßen:

Würde der Schutzraum zu einer früheren Zeit als t_{opt} verlassen werden, so wäre die im Schutzraum empfangene Dosis zwar ein wenig geringer, jedoch würde wegen der im Freien noch vorherrschenden hohen Strahlenintensität (Dosisleistung) die beim

Durchqueren des fallout-Gebietes empfangene Dosis sehr groß sein, das heißt die Gesamtdosis wäre größer als die Minimaldosis. Würde dagegen der Schutzraum erst zu einem späteren Zeitpunkt als t_{opt} — im Grenzfalle erst nach unendlich langer Zeit — verlassen werden, so wäre die Gesamtdosis ebenfalls wieder größer als die Minimaldosis. Letzteres infolge unnötig langen Aufenthaltes innerhalb des fallout-Gebietes. Für t_{opt} findet man die Beziehung:

$$(4) \quad t_{\text{opt}} = 0,6 \cdot \frac{\tau}{\alpha}$$

Die optimale Aufenthaltsdauer im Schutzraum ist demnach umso größer, je länger die zum Verlassen des verseuchten Gebietes erforderliche Zeit τ und je besser der Schutzraum (je kleiner also der Reduktionsfaktor α) ist.

Zur Veranschaulichung des Sachverhalts ist die Gesamtdosis in Abhängigkeit von der Aufenthaltsdauer t im Schutzraum für zwei verschiedene Beispiele nach Gleichung (3) berechnet und in Abb. 6 eingetragen worden.

Beispiel 1:

$$\alpha = 10^{-2}; \quad \tau = 5 \text{ Stunden.}$$

Folglich nach Gleichung (4): $t_{\text{opt}} = 300$ Stunden = 12,5 Tage. Man entnimmt Abb. 6, daß bei optimaler Aufenthaltsdauer die Minimaldosis 42 r beträgt. Hier-von entfallen 36 r auf den Schutzraumaufenthalt während der 12,5 Tage.

Beispiel 2:

$$\alpha = 10^{-3}; \quad \tau = 5 \text{ Stunden.}$$

Die optimale Aufenthaltsdauer ist hier zehnmal so groß wie im 1. Beispiel, das heißt sie beträgt 125 Tage, also eine ganz unsinnige Zeitdauer! Die Gesamtdosis würde in diesem Fall allerdings nur 5 r betragen. Würde jedoch dieser Schutzraum bereits nach 5 Tagen verlassen werden, ergäbe sich $D_{\text{ges}} = 18$ r. Von dieser Dosis entfielen nur etwa 15% auf den Schutzraum-aufenthalt, 85% kämen also auf Konto des Weges!

Bei der Betrachtung der Abb. 6 fällt auf, daß die Gesamtdosis mit zunehmender Aufenthaltsdauer bis zum Minimum zur Zeit t_{opt} schnell abnimmt, danach aber nur sehr langsam wieder ansteigt. Daraus folgt:

Der Schutzraumaufenthalt sollte niemals zu früh abgebrochen werden, da in der Regel (das heißt wenn der Schutzraum selbst von jeglicher Verseuchung frei-

gehalten werden kann) ein längeres Aushalten im Schutzraum stets eine Verringerung der Strahlenbelastung zur Folge haben wird.

Dekontaminierung von Verkehrswegen

Wie wir sahen, ist die Strahlengefährdung durch den fallout in einem guten Schutzraum ($\alpha \leq 10^{-3}$) verhältnismäßig gering. Dieser gute Schutz wird aber dadurch stark beeinträchtigt, daß nur eine nach Tagen, bestenfalls nach Wochen bemessene Aufenthaltsdauer im Schutzraum zumutbar ist. Infolgedessen wird die beim Verlassen des fallout-Gebietes empfangene Dosis meist den Hauptanteil zur Gesamtdosis beitragen. (Vergleiche Beispiel 2 des vorigen Abschnittes.)

Dieser Umstand führt uns direkt auf ein weiteres Problem: die Dekontaminierung (Entseuchung) von Verkehrswegen im fallout-Gebiet. Es wird unbedingt notwendig sein, von außen in das Innere des verseuchten Gebietes vordringend, Wege zu schaffen, die möglichst weitgehend vom fallout frei sind und auf denen ein Verlassen des Gebietes bei wesentlich verminderter Strahlengefährdung möglich ist.

Es ist nun interessant, abzuschätzen, auf welchen Bruchteil diese Strahlengefährdung reduziert werden kann, wenn es gelingt, eine Straße (Breite 6 m) vollständig vom fallout zu befreien. Eine eingehende Rechnung zeigt, daß selbst bei vollständiger Dekontaminierung der Straße nur eine Abnahme der Strahlenintensität um etwa 40% zu erwarten ist.

Eine Messung der Dosisleistung auf der Straßennitte würde also immer noch 60% des Wertes ergeben, der ohne jegliche Dekontaminierungsmaßnahmen gemessen worden wäre.

Der Wirkungsgrad derartiger „Straßenreinigungen“, die man etwa durch Abwaschen beziehungsweise Abspritzen glatter, asphaltierter Straßen bewerkstelligen kann, wodurch der radioaktive Staub an den Straßenrand geschwemmt wird, ist also recht gering. Dies um so mehr, als es niemals gelingen wird, eine Straße wirklich vollständig zu säubern.

Der mindestens verbleibende 60%ige Strahlungsanteil selbst kann durch einfache Dekontaminierungsmaßnahmen nicht weiter reduziert werden, denn sein Ursprung liegt ja in dem weiten fallout-Gebiet rechts und links der Straße. Wohl aber kann die aus größeren Entfernungen einfallende Strahlung durch absorbierende Schutzwälle, die gegen das fallout-Gebiet abschirmen, ganz wesentlich geschwächt werden.

Ohne auf die Frage der technischen Durchführbarkeit hier näher einzugehen, sei lediglich der folgende Gedanke zur Diskussion gestellt:

An Stelle (oder neben) der oben erwähnten Dekontaminierung fester Straßen könnten mit Hilfe von Spezialtiefpflügen Schneisen quer durch das fallout-Gelände getrieben werden. Derartige Schneisen hätten folgende Vorteile:

1. Sie bieten den Menschen beim Durchwandern der Schneise den gewünschten Schutz gegen die weitreichende Gammastrahlung. Dieser Schutz ist um so besser, je tiefer die Schneise ausgehoben wird, da die Erdwälle zu beiden Seiten entsprechend anwachsen.
2. Das Auspflügen bewirkt gleichzeitig eine Dekontaminierung der Schneise. Sie verbessert sich ebenfalls mit wachsender Tiefe.

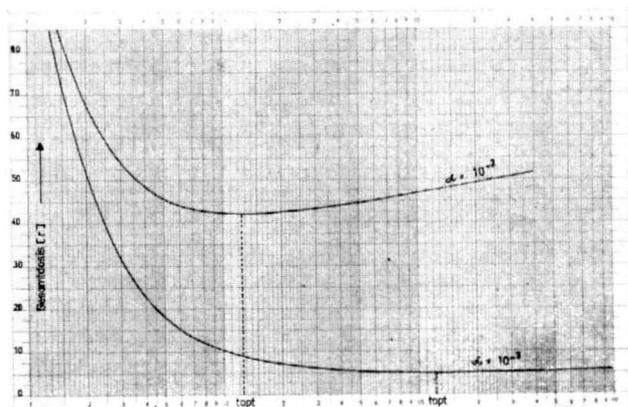


Abb. 6

Gesamtdosis als Funktion der Aufenthaltsdauer im Schutzraum. Berechnet für einen Schutzraum-Reduktionsfaktor $\alpha = 10^{-2}$ (obere Kurve) und $\alpha = 10^{-3}$ (untere Kurve)

3. Den örtlichen Verhältnissen entsprechend kann für die Schneise der geeignetste, das heißt kürzeste Weg aus dem fallout-Gebiet gewählt werden. Zwar ist es ein Nachteil dieser Schneisen, daß sie natürlich nur schmal sein können und daher nur eine Durchwanderung zu Fuß möglich sein wird. Da aber schwerlich die gesamte Bevölkerung aus dem fallout-Gebiet einer schweren Bombe mit Hilfe motorisierter Fahrzeuge abtransportiert werden kann, ist es wichtig, für die Fußgänger kürzere und weniger strahlengefährdete Wege zu schaffen, als sie Kraftfahrzeuge benötigen.
4. Die Errichtung von Schneisen für Fußgänger bewirkt schließlich, daß für den Kraftverkehr die festen Straßen, auf denen wegen der größeren Strahlengefährdung ein schneller Abtransport wichtig ist, frei bleiben.

Abschließend sei nochmals betont, daß es sich bei dieser Arbeit um einen Versuch handelt, die bei der Detonation einer schweren Bombe im fallout-Gebiet zu erwartenden mittleren Verhältnisse größenordnungsmäßig zu erfassen und daraus die Forderungen abzuleiten, die an einen hinreichenden Strahlenschutz gestellt werden müssen.

Es möge beachtet werden, daß unter fallout-Gebiet nur der Teil des gesamten betroffenen Gebietes verstanden sein soll, der außerhalb des Zerstörungsradius durch die Druck- und Hitzewirkung der Bombe liegt. Innerhalb dieses Umkreises sind die Strahlenschutzmöglichkeiten natürlich ganz wesentlich reduziert. Hier sollte mit hinreichendem Strahlenschutz (gegen Initial- und fallout-Strahlung!) wohl nur in unterirdischen Bunkern gerechnet werden, die der Druckwelle standzuhalten vermögen [6].

b) Gedanken zur Verwendung von Strahlenmeßgeräten im fallout-Gebiet einer Atombombenexplosion

1. Einleitung

Kennt man die Art der Bombe und ihr Kaliber, das heißt ihre Explosionsenergie, ausgedrückt in Kilotonnen TNT, so kann man die Masse der gebildeten Spaltprodukte und damit die Gesamtaktivität des fallout berechnen. Welches Gebiet aber vom fallout betroffen wird und wie die raum-zeitliche Verteilung des fallout auf dieses Gebiet ist, kann nicht im voraus bestimmt werden. Dies hängt in erster Linie von den atmosphärischen und Witterungsbedingungen nach der Explosion, aber auch von der Größe der fallout-Partikel und von der Bodenbeschaffenheit der Erdoberfläche ab.

Hier liegen die Verhältnisse also völlig anders, als bei den übrigen Wirkungen (Druck, Hitze- und Initialstrahlung) einer Atombombenexplosion, deren raumzeitliches Verhalten bei Kenntnis des Bombentyps und der Explosionshöhe im wesentlichen vorausbestimmbar ist. Für das fallout-Gebiet kann dagegen zunächst nur die Aussage gemacht werden, daß bei gegebenem Bombentyp die Aktivität pro Quadratkilometer im Mittel um so niedriger sein wird, je größer das Gesamtgebiet ist und umgekehrt. In diesem Abschnitt soll nun an Hand möglichst allgemeiner Überlegungen untersucht werden, welche Messungen und Berechnungen notwendig und hinreichend sind, um die Strahlungsverhältnisse in einem fallout-Gebiet bestimmen und für spätere Zeiten vorausberechnen zu können. Gerade diese Vorausbestimmung von Dosis und Dosisleistung dürfte in Hinblick auf Organisation und Planung von Hilfsmaßnahmen u. ä. von größter Wichtigkeit sein.

2. Das Abregnen des fallout

Es sollen jetzt ohne irgendwelche quantitativen Annahmen über Art und Größe des fallout die Verhältnisse an einem Ort untersucht werden, der so weit vom Explosionspunkt einer Atombombe entfernt ist, daß Druck, Hitze und Initialstrahlung dort keine Wirkung mehr ausüben.

Als Nullpunkt unserer Zeitzählung wählen wir den Augenblick der Explosion. Dann wird nach einer Zeit t_A (im allgemeinen mehrere Stunden) an dem betrachteten Orte (Meßort) der fallout einsetzen. Es kann dies mit Hilfe eines Dosisleistungsmessers festgestellt werden, der vom Zeitpunkt t_A ab anzuzeigen beginnt. Zunächst wächst die Dosisleistung (gemessen in Röntgen pro Stunde) monoton an. Diese zeitliche Änderung der Dosisleistung ist im wesentlichen durch zwei gegenläufige Effekte bedingt:

1. Zunahme der Dosisleistung infolge des Zuwachses an Spaltprodukten in der Umgebung des Meßortes während der Dauer des fallout,
2. Abnahme der Dosisleistung infolge des radioaktiven Zerfalls der Spaltprodukte. Diese Abnahme erfolgt proportional $t^{-1,2}$.

Die Dosisleistung erreicht ihr Maximum, wenn sich die beiden Effekte gerade die Waage halten. Sobald der ganze fallout in der Umgebung des Meßortes niedergegangen ist, wird der weitere zeitliche Verlauf der Dosisleistung allein durch den zweiten Effekt bestimmt. Abbildung 1 (schematisch) zeigt dies. Zur Zeit t_B sei der meist einige Stunden dauernde fallout vollkommen abgeregnet. Von jetzt an nimmt die Dosisleistung mit $t^{-1,2}$ ab.

Auf die Bedeutung des Zeitpunktes t_0 zwischen t_A und t_B und der gestrichelt eingezeichneten Fortsetzung der $t^{-1,2}$ -Kurve nach rückwärts soll weiter unten eingegangen werden.

3. Vorausbestimmung der Dosis und Dosisleistung

Für die zweckmäßigste Durchführung von Hilfs- und Bergungsarbeiten, von Evakuierungsmaßnahmen, wie für viele hiermit zusammenhängende Organisationsfragen ist es von großer Bedeutung, die zu allen späteren Zeiten zu erwartenden Strahlungsverhältnisse — also die bis dahin angelaufene Dosis sowie die Dosisleistung am Meßort¹⁾ — im voraus zu kennen.

¹⁾ Es ist dabei gleichgültig, ob der Meßort ein Punkt im Freien, im Hause oder in einem Schutzraum ist.

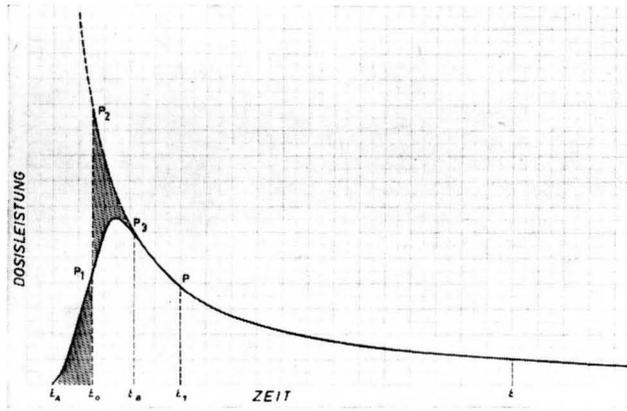


Abb. 1 (schematisch)

Zeitlicher Verlauf der Dosisleistung am Meßort (ausgezogene Kurve)

Sehr einfach gestaltet sich die Vorausberechnung der Dosisleistung. Da diese nach Abregnen des fallout dem $t^{-1,2}$ -Gesetz gehorcht, genügt es, die Dosisleistung zu einem Zeitpunkt t_1 zu messen, wobei $t_1 > t_B$ sein muß (vergleiche Abb. 1). Mit dem Meßwert $d_1 = d(t_1)$ findet man für die Dosisleistung $d(t)$ zu irgendeinem späteren Zeitpunkt t :

$$(1) \quad d(t) = d_1 \cdot \tau^{-1,2} \quad (\text{Röntgen pro Std.})$$

mit $\tau = t/t_1$. Im Interesse einer möglichst einfachen Rechenvorschrift ist es zweckmäßig, festzusetzen, daß die Messung der Dosisleistung zur Zeit $t_1 = 24$ Stunden vorgenommen werden soll. Einmal kann sicher damit gerechnet werden, daß 24 Stunden nach der Explosion der fallout vollständig über dem betroffenen Gebiet abgerechnet ist, zum andern kann in Gleichung (1) dann für τ direkt die Zeit nach der Explosion in Tagen eingesetzt werden, zu der die Dosisleistung bestimmt werden soll. In Abb. 2 ist die Funktion $\tau^{-1,2}$ gegen τ aufgetragen.

Beispiel: Nach 24 Stunden sei die Dosisleistung $d_1 = 45$ r/h gemessen worden. Wie groß ist die Dosisleistung nach sieben Tagen?

Man entnimmt für $\tau = 7$ aus Abb. 2: $\tau^{-1,2} = 9,7 \cdot 10^{-2}$. Multipliziert man diesen Wert mit 45, so ergibt sich für die Dosisleistung nach 7 Tagen: 4,4 r/h.

Um auch die akkumulierte Dosis für einen späteren Zeitpunkt vorauszubestimmen, genügt eine einzige Messung nicht mehr. Dies hängt damit zusammen, daß weder der zeitliche Verlauf der Dosisleistung zwischen den Zeiten t_A und t_B noch diese Zeitpunkte selbst als bekannt vorausgesetzt werden können.

Am einfachsten ist die Vorausbestimmung der Dosis, wenn sowohl ein Dosismesser als auch ein Dosisleistungsmesser zur Verfügung steht. Mißt man nämlich zu einem Zeitpunkt $t_1 > t_B$ sowohl die Dosis [Meßwert $D_1 = D(t_1)$] als auch die Dosisleistung [Meßwert $d_1 = d(t_1)$], dann findet man für die Dosis $D(t)$ zu einem späteren Zeitpunkt t

$$(2) \quad D(t) = D_1 + \int_{t_1}^t d(t) dt$$

oder unter Verwendung von Gleichung 1 mit $\tau = t/t_1$:

$$(2a) \quad D(t) = D_1 + d_1 \cdot t_1 \cdot \int_1^\tau \tau^{-1,2} d\tau$$

$$= D_1 + 5 \cdot d_1 \cdot t_1 \cdot (1 - \tau^{-0,2})$$

Hier bedeutet also D_1 die bis zum Zeitpunkt t_1 angelaufene Dosis, während der 2. Summand den Dosiszuwachs darstellt, der im Zeitraum von t_1 bis t noch akkumuliert wird.

Auch hier ist es zweckmäßig, die Messung auf den Zeitpunkt $t_1 = 24$ Stunden festzusetzen. Dann ist in (2 a) für $5 \cdot t_1 = 120$ einzusetzen und τ in Tagen zu rechnen.

Gleichung (2 a) läßt sich leicht auswerten:

Beispiel: 24 Stunden nach der Explosion werde eine Dosis $D_1 = 14$ r und eine Dosisleistung $d_1 = 0,2$ r/h gemessen. Wie groß ist die Dosis nach vier Tagen?

Für $\tau = 4$ entnimmt man der Abb. 3:

$1 - \tau^{-0,2} = 0,22$. Einsetzen dieses Wertes in Gl. (2a) ergibt für die gesuchte Dosis nach 4 Tagen: $D \approx 19$ Röntgen.

Auch wenn kein Dosisleistungsmesser zur Verfügung steht, kann die Dosis vorausbestimmt werden. Nur muß man jetzt zwei Dosismessungen zu verschiedenen Zeitpunkten t_1 und t_2 vornehmen. Seien $D_1 = D(t_1)$ und $D_2 = D(t_2)$ die Meßwerte der Dosis zu diesen Zeitpunkten, so läßt sich zeigen, daß die Dosis $D(t)$ zu einem späteren Zeitpunkt t aus

$$(3) \quad D(t) = D_1 + \frac{D_2 - D_1}{1 - \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{-0,2}} \left[1 - \left(\frac{t}{t_1}\right)^{-0,2} \right]$$

berechnet werden kann.

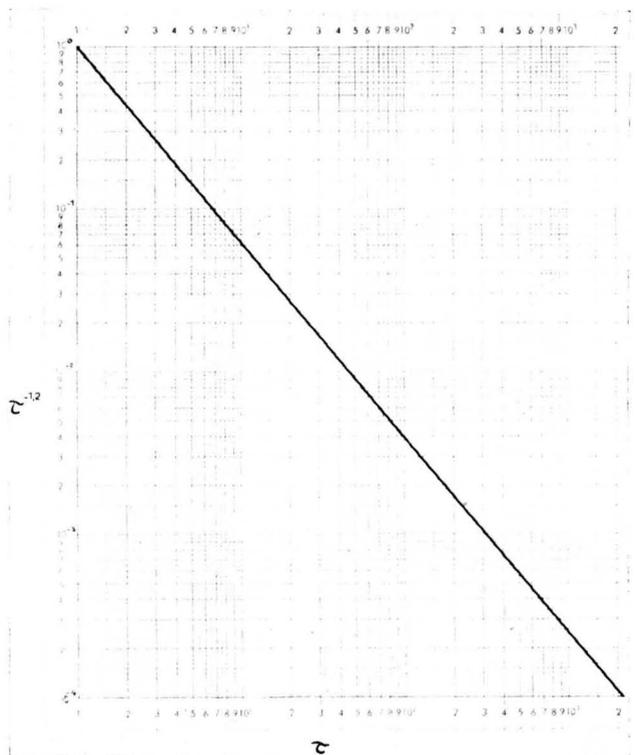


Abb. 2
Die Funktion $\tau^{-1,2}$

Trifft man hier die Verabredung, daß die Messungen zu den Zeiten $t_1 = 24$ Stunden, $t_2 = 48$ Stunden vorgenommen werden sollen, so erhält man aus Gleichung (3) für die Dosis nach τ Tagen

$$(3 a) \quad D(\tau) = D_1 + 7,69 \cdot (D_2 - D_1) \cdot (1 - \tau^{-0,2})$$

Diese Beziehung läßt sich mit Hilfe der Abb. 3 ebenso leicht auswerten, wie im obigen Beispiel gezeigt wurde.

Endlich betrachten wir noch den Fall, wo kein Dosismesser, sondern nur ein Leistungsmesser zur Verfügung steht.

Eine Dosisleistungsmessung zur Zeit t_1 ermöglicht, wie oben gezeigt, eine Vorausberechnung des Dosiszuwachses während des Zeitraumes von t_1 bis t . Dieser Dosiszuwachs (2. Summand in Gleichung [2 a]) ist gleich dem Flächeninhalt unter der Dosisleistungskurve (Abb. 1) zwischen den Grenzen t_1 und t . Über die bis zum Zeitpunkt t_1 akkumulierte Dosis D_1 (Flächeninhalt unter der Dosisleistungskurve von t_A bis t_1) kann aber zunächst gar nichts ausgesagt werden, da der zeitliche Verlauf der Dosisleistungskurve während des Niedergangs des fallout unbekannt ist.

Mit Hilfe eines Dosisleistungsmessers kann nun aber dieser zeitliche Verlauf zwischen t_A und t_1 messend aufgenommen und entsprechend Abb. 1 auf Millimeterpapier aufgetragen werden.

Sodann wird — wie in Abb. 1 ebenfalls gestrichelt eingezeichnet — die mit $t^{-1,2}$ abnehmende und durch den letzten Meßpunkt P gehende Kurve in das Diagramm eingetragen. Der Punkt (P_3 in Abb. 1), von dem an diese Kurve mit der gemessenen Dosisleistungskurve zusammenfällt, gibt direkt die Zeit t_B an, zu der der fallout beendet ist.

Zeichnet man jetzt — nach Augenmaß — eine vertikale Gerade so in das Diagramm ein, daß die entstehenden Dreiecke $P_1-P_2-P_3$ und $t_A-P_1-t_0$ einander flächengleich werden, so wird hierdurch ein Zeitpunkt t_0 zwischen t_A und t_B festgelegt. Wir wollen ihn den effektiven Zeitpunkt für das Abregnen des fallout nennen. Seine Bedeutung liegt darin, daß man nun zur Vorausberechnung der Dosis ohne Fehler so rechnen kann, als sei der gesamte fallout zu diesem Zeitpunkt t_0 momentan abgerechnet. Tatsächlich ist wegen der Flächengleichheit der beiden schraffierten Dreiecke die Fläche unter der wirklichen Dosisleistungskurve zwischen t_A und t_1 die gleiche wie die Fläche unter der $t^{-1,2}$ -Kurve zwischen t_0 und t_1 . Dieser Flächeninhalt — das heißt die Dosis D_1 — läßt sich aber berechnen. Man findet:

$$(5 a) \quad D_1 = d_1 \cdot t_1 \int_{t_0}^{t_1} \tau^{-1,2} d\tau = 5 \cdot d_1 \cdot t_1 (1 - \tau_0^{-0,2}),$$

wo d_1 wieder die Dosisleistung zur Zeit t_1 und $\tau_0 = t_0/t_1$ bedeutet.

Entsprechend erhält man für die akkumulierte Dosis zu irgendeinem späteren Zeitpunkt t

$$D(t) = d_1 \cdot t_1 \cdot \int_{t_0}^t \tau^{-1,2} d\tau$$

$$(5 b) \quad = D_1 + d_1 \cdot t_1 \cdot \int_1^{\tau} \tau^{-1,2} d\tau \\ = D_1 + 5 \cdot d_1 \cdot t_1 \cdot (1 - \tau^{-0,2})$$

mit $\tau = t/t_1$.

Sowohl D_1 als auch der 2. Summand in Gleichung (5 b) ist nun mit Hilfe von Abb. 3 leicht zu berechnen. Man sieht, daß Gleichung (5 b) völlig mit Gleichung (2 a) übereinstimmt, nur daß dort D_1 durch eine Messung als bekannt vorausgesetzt war, während hier D_1 nach Gleichung (5 a) berechnet werden muß.

Der praktische Nutzen obiger Überlegungen liegt nun in dem Ergebnis, daß man zur Bestimmung der Dosis für alle Zeiten $t > t_1$ mit nur einer Dosisleistungsmessung auskommen kann, sofern man noch den effektiven Zeitpunkt t_0 für das Abregnen des fallout kennt. Dieser effektive Zeitpunkt ist aber sicher für alle Meßorte in einem größeren Gebiet (zum Beispiel einer mittleren Stadt) nahezu der gleiche. Wenn dieser Zeitpunkt nun von einer Zentralstelle²⁾ ermittelt und an alle Meßstellen der Stadt bekanntgegeben wird, so können diese auch dann eine für ihren Ort gültige Dosisbestimmung vornehmen, wenn sie entweder keinen Dosismesser zur Verfügung haben, oder aber die Dosis zur Meßzeit t_1 bereits den Meßbereich des Dosismessers übersteigt.

Abschließend sei hierzu noch ein Beispiel gerechnet, das den Verhältnissen entspricht, die beim Bikinitest in 160 km Entfernung vom Explosionszentrum im Freien beobachtet wurden. (Vergleiche „The Effects of Nuclear Weapons“, Seite 423 ff.)

Beispiel: Der effektive Zeitpunkt für das Abregnen des fallout sei $t_0 = 6$ Stunden. Nach $t_1 = 24$ Stunden werde eine Dosisleistung von 42 r/h gemessen.

Man findet für $\tau_0 = 6/24 = 0,25$ aus Abb. 3: — $(1 - \tau_0^{-0,2}) = 0,325$. Dies multipliziert mit $5 \cdot d_1 \cdot t_1 = 5040$ ergibt nach Gleichung (5 a) die Dosis D_1 nach 24 Stunden: $D_1 = 1640$ Röntgen.

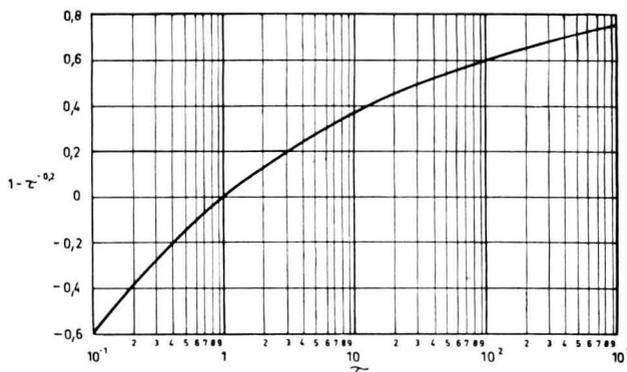


Abb. 3
Die Funktion $1 - \tau^{-0,2}$

²⁾ Verfügt die Zentralstelle über einen Dosis- und einen Leistungsmesser, so kann zur Ermittlung des effektiven Zeitpunktes auf das grafische Verfahren verzichtet werden. Einsetzen der Meßwerte D_1 und d_1 in Gleichung (5 a) ergibt nämlich — unter Zuhilfenahme der Abb. 3 — direkt das gesuchte τ_0 .

4. Zusammenfassung und Schlußbetrachtung

Es wurden die Meß- und Rechenmethoden zusammengestellt, mit deren Hilfe die Dosis und die Dosisleistung an einem festen Meßort in einem fallout-Gebiet festgestellt und vorausbestimmt werden können.

Es erscheint von größter Wichtigkeit, daß die mit Strahlenmeßgeräten ausgerüsteten Meßstellen im Ernstfall in der Lage sind, aus ihren Messungen eine so vollständige Kenntnis der vorliegenden und der zu erwartenden Verhältnisse herauszuholen, wie es die Art der Messung nur irgend zuläßt. Nur so wird es möglich sein, rechtzeitig die geeigneten Hilfsmaßnahmen einzuleiten und durchzuführen.

Weiterhin ist es notwendig, daß die einzelnen Meßstellen einwandfreie Meßergebnisse an eine Zentralstelle (örtliche Luftschutzleitung) übermitteln. Erst die Gesamtheit der eingegangenen Meßergebnisse verschafft der Zentralstelle den notwendigen Überblick, der allein es ihr ermöglicht, Rettungsaktionen — zum Beispiel Evakuierungsmaßnahmen — unter minimaler Strahlengefährdung der betroffenen Bevölkerung ihres Bereiches vorzubereiten.

Um im Ernstfalle dieses Programm auch wirklich durchführen zu können, ist es erforderlich

1. möglichst einfach zu bedienende Strahlenmeßgeräte für den zivilen Bevölkerungsschutz zu entwickeln³⁾,
2. die freiwilligen Luftschutzhelfer überall in der Bundesrepublik mit diesen Geräten auszurüsten⁴⁾ und mit ihrer Handhabung vertraut zu machen,

3. ein auf die Praxis zugeschnittenes Verfahren festzulegen, mit dessen Hilfe Vorausberechnungen von Dosis und Dosisleistung von ausgebildeten Luftschutzhelfern schnell und sicher durchgeführt werden können. Ein derartiges Verfahren soll auf der Basis der obigen Überlegungen ausgearbeitet und in einem späteren Bericht zur Diskussion gestellt werden.

Literatur

- [1] The Effects of Nuclear Weapons. S. 390 ff.
- [2] Atom — Aufstieg oder Untergang? (Indischer Bericht). Krauskopf-Verlag Wiesbaden, 1956.
- [3] Rudloff, A.: Atompraxis, demnächst veröffentlicht.
- [4] Rajewsky: Strahlendosis und Strahlenwirkung, Georg Thieme-Verlag, Stuttgart, 1954.
- [5] Graul, E. H.: Atompraxis, 1956, Seite 121.
- [6] Das Überleben in öffentlichen Schutzräumen, Abhandlung über eine technische Untersuchung eines angenommenen Atomangriffs auf das Stadtgebiet von St. Louis. Herausgegeben von der Federal Civil Defence Admin. übersetzt in „Ziviler Luftschutz“ 22, 23, 28 (1958).

³⁾ Dieser Aufgabe widmen sich — in Zusammenarbeit mit der Bundesdienststelle für zivilen Bevölkerungsschutz — bereits mehrere deutsche Firmen mit gutem Erfolg.

⁴⁾ Eine erste Beschaffungsaktion über eine größere Stückzahl von Strahlenmeßgeräten verschiedener Firmen ist eingeleitet worden.

Probleme des Lebensmittelschutzes und der Nahrungsmittelsicherung bei atomaren Katastrophen

Privatdozent Dr. med. J. Schunk, Bad Godesberg

Das Überleben bei einer atomaren Katastrophe bedeutet relativ wenig, wenn das Weiterleben nicht durch eine ausreichende Ernährungsbasis sichergestellt ist. Wesentlichste Gesichtspunkte hierbei sind Maßnahmen des Nahrungsmittelschutzes und der Lebensmittelbevorratung.

Versorgungsschwierigkeiten können aus zweierlei Ursachen auftreten. Einmal durch die Primärwirkungen von Kernwaffen: Druckstoß, Hitzeblitz und Initialstrahlung; zweitens durch radioaktive Niederschläge, die vor allem bei erdnahen Detonationen bedrohlich werden. Obwohl die Primärwirkungen in den betroffenen Gebieten schwerste Zerstörungen verursachen und zu weitgehender Desorganisation der Versorgungseinrichtungen führen können, kommt dem radioaktiven Fallout unter bestimmten Umständen wegen seiner immensen Ausbreitung und seiner jahrelangen Auswirkung fast die größere Bedeutung zu.

Praktische Erfahrungen in dieser Hinsicht wurden in den letzten Jahren auf dem Atomversuchsgelände in der Nevadawüste gesammelt. Allein bei der „Operation Teapot“ [1] wurden über 60 verschiedene Lebensmittelprodukte in mehr oder weniger weitem Abstand vom Bodennullpunkt der Einwirkung einer

1½ X-Bombe ausgesetzt. Im wesentlichen wurden solche Lebensmittel getestet, die für eine Katastrophenbevorratung in Frage kommen.

Ganz allgemein ist bei derartigen Erwägungen von langer Haltbarkeit und größtmöglicher Beschränkung des Volumens auszugehen, wobei jedoch ein kalorisch hochwertiges, ausgewogenes Nährstoffverhältnis unter besonderer Berücksichtigung von Verdaulichkeit und Sättigungswert zu fordern ist. Da eine Zubereitung und Erwärmung der Kost unter Schutzraumverhältnissen kaum gewährleistet, andererseits die Bewegungsmöglichkeit bei tagelangem Aufenthalt auf Äußerste beschränkt sein wird, muß Verdauungsstörungen in besonderem Maße Rechnung getragen werden.

Dementsprechend handelte es sich bei der „Operation Teapot“ [1] um eine Auswahl von Fleisch-, Geflügel- und Fischkonserven, Obst und Gemüse in Konserven- und Trockenform, Säfte, Suppen, Trockenmilch, Weichkäse, Schokolade, Zucker, Kekse, Säuglingsnahrung und so weiter, die in Blechdosen, Glasgefäßen und anderen Abpackungen verschiedenster Formate, wie sie handelsüblich oder für Notsituationen zweckmäßig sind, deponiert wurden. Diese Produkte

waren in einer Reihe von Versuchsstationen, die sich zwischen 300 und 5000 m vom Nullpunkt befanden, vielfältig gelagert, wie es den Gepflogenheiten des täglichen Lebens entspricht, also in Küchen und Kellern üblicher Wohnhäuser, auf Spezialstellagen wie beim Groß- und Einzelhandel, aber auch in regulären Schutzräumen sowie im Freien, auf ebener Erde und in Gräben. Die Testung erstreckte sich auf die unmittelbaren Einwirkungen der Detonation und auf die Möglichkeit und den Zeitraum der Genußfähigkeit der exponierten Lebensmittel auf Grund radiologischer, chemischer, bakteriologischer und histologischer Untersuchungen.

Es war zu erwarten, daß innerhalb einer Nahzone von etwa 600 m Radius, der bei höheren Bombenintensitäten entsprechend größer wird, ein Großteil dieser Produkte allein schon durch mechanische Zerstörung der Behälter ungenießbar wurde, sei es durch direkten Einfluß der Druckstoßwelle (Abb. 1) oder durch sekundäre Splitterwirkung (Abb. 2). Die Hitzeschäden entsprachen gewöhnlichen Brandeinwirkungen. Die Neutronenstrahlung in diesem Bereich erwies

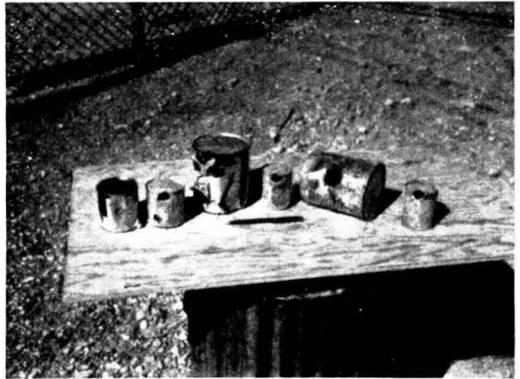


Abb. 2

Durchschläge in Konservendosen durch Splitter. Abstand vom Nullpunkt etwa 750 m. Bis zu Drucken von 0,5 atü möglich. Operation Teapot.

Zerstörung von der Außenwelt abgeschnitten und auf sich selbst gestellt sein könnten. Da es im Zweifelsfall besser sein dürfte, leichtere Schäden in Kauf zu nehmen als zu verhungern, wurden in den USA sogenannte Katastrophenstandards aufgestellt. Sichtbare Anzeichen für eine starke Strahlenexposition sind rauchige Trübungen von Glasbehältern (Abb. 3). Auch Deformierungen von Blechdosen infolge der Druckstoßwelle lassen diesen Schluß zu (Abb. 1). Lebensmittel, deren Behälter unversehrt geblieben sind, sei es infolge Schutzraumlagerung oder entsprechender Entfernung vom Detonationszentrum, können ebenfalls unbesorgt genossen werden. Im ganzen gesehen ist das Problem der Radioaktivierung von untergeordneter Bedeutung, da in Bereichen, in denen sie eintreten könnte, die meisten Lebensmittel durch Druck- und Hitzeeinwirkung ohnehin verloren wären. Das gilt in noch größerem Maße für höhere Bombenintensitäten, bei denen der Aktionsradius der Initialstrahlung infolge ihrer starken Adsorption in Luft nur unwesentlich zunimmt, während die Schädigungsmöglichkeit der Druckstoßwelle mit der Kubikwurzel, die des Hitzeblitzes sogar mit der Quadratwurzel aus dem Energiegehalt wächst. Als beste Schutzmaßnahme gegenüber derartigen Einwirkungen empfiehlt

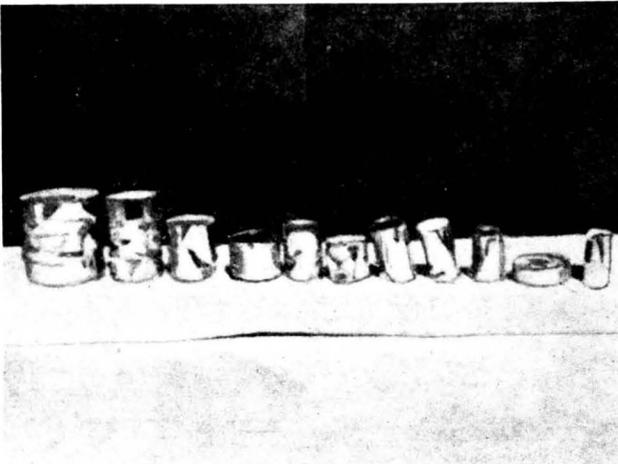


Abb. 1

Stauchungen von Konservendosen infolge Druckstoßwelle. Abstand vom Nullpunkt etwa 300 m. Operation Teapot.

sich als so intensiv, daß Behälter und Lebensmittel durch Neutroneneinfang vielfach radioaktiv wurden. Allerdings erstreckte sich diese Radioaktivierung nicht auf die Hauptstoffe der Lebensmittel: Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, sondern betraf nur einige seltenere Elemente wie Schwefel, Phosphor, Natrium, Kalium, Kalzium und Chlor, von denen das Natrium wegen seines ubiquitären Charakters als Bestandteil des Kochsalzes am wichtigsten ist. Daneben sind Fisch- und Molkereiprodukte wegen ihres Phosphorbeziehungsweise Calciumgehaltes besonders zu erwähnen. Die Art des Verpackungsmaterials hat keinen wesentlichen Einfluß auf die Radioaktivität des Inhalts. Getränke in sogenannten „heißen Flaschen“ können unbesorgt genossen werden, obwohl das Glas selbst wegen seines Natriumgehalts stark radioaktiv sein kann. Da es sich durchweg um kurzlebige Aktivitäten handelt, können derartige Konserven notfalls nach einigen Tagen verwendet werden. Diese Notwendigkeit wäre insofern denkbar, als Gebiete starker

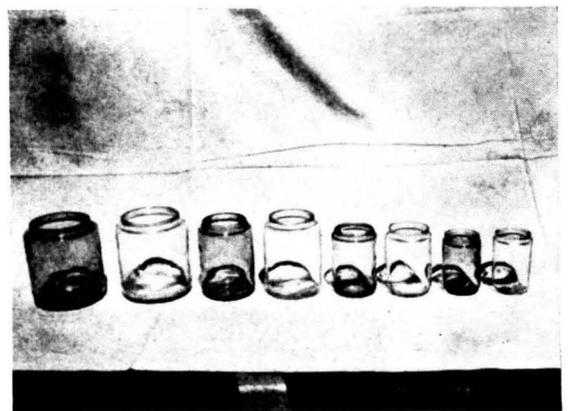


Abb. 3

Rauchige Verfärbung von Gläsern durch die Initialstrahlung. Dazwischen nicht exponierte Kontrollgläser. Abstand vom Nullpunkt etwa 400 m. Operation Teapot.

sich unterirdische Lagerung eines Siebentagevorrats. Eine direkte Strahlenverbindungsline zu Fenstern und Türen ist zu vermeiden. *Heiss* [2] schlägt vor, derartige Notrationen in gasdichten, gut verzinkten Blechbehältern von 20 Litern Inhalt, die nur alle fünf bis zehn Jahre ausgewechselt werden müssen, in hausnahen Gärten 1 bis 1 ½ m unter dem Erdboden zu vergraben. Gegebenenfalls könnten diese Behälter auch in den Boden geeigneter Kellerräume eingelassen oder für sie bei Neubauten besondere Depots vorgesehen werden.

Im übrigen fällt die Initialstrahlung gegenüber der ungeheueren Radioaktivität der Spaltprodukte und ihrer Ausbreitung über große Gebiete kaum ins Gewicht. Die von ihnen ausgesandten Beta- und Gammastrahlen können allerdings von außen in den Lebensmitteln keine Radioaktivität erzeugen. Sie können jedoch in Wasser und Lebensmittel hineingeraten und dadurch in den menschlichen Körper gelangen. Es kommt also im wesentlichen darauf an, ihr Haften und Eindringen durch entsprechende Verpackung zu vermeiden. An feuchten und fettigen Verpackungen haften Stäube hartnäckig; auch poröses Material wie Stoffe oder Sackleinwand ist schwerer zu reinigen als Folien, Kunststoffe oder imprägnierte Papierarten (*Schunk* [3]). Wichtig ist, daß die Verpackungsmaterialien staub-, wasser- und ionendicht, mehrschichtig, faltenlos und abwaschbar sind. Die genießbarkeit oberflächlich verseuchter Lebensmittel läßt sich aus der Gesamtaktivität der Oberflächenschicht, ihrer Dicke und dem Gesamtvolumen beurteilen, daneben fällt die Zeitdifferenz zwischen Detonation und Messung ins Gewicht.

Ein besonderes Problem bildet die Trinkwasserversorgung. Es hat sich gezeigt, daß der Erdboden als gut absorbierendes Filter für radioaktives Material wirkt. Während Humusschichten von 10 bis 20 cm Dicke praktisch alle Aktivitäten zurückhalten, sind Sandböden durchlässiger, aber in Schichten von etwa 1 m ebensogut. Daher dürften Wasserwerke, die durch Grund- oder Quellwasser gespeist werden, und das sind etwa 60 % in der Bundesrepublik, relativ ungefährdet sein, sofern das Leitungsnetz und die Zentralen selbst intakt bleiben. Andererseits müssen Wasserwerke, die Oberflächenwasser benutzen, besondere Filter- und Flockungsanlagen erhalten, da in den Einzugsgebieten größerer Flüsse oder Talsperren hohe Aktivitäten zu erwarten sind. Sofern die Spaltprodukte als wasserunlösliche Metalloxyde vorliegen, sedimentieren sie im Wasser als Kolloide mehr oder weniger rasch. Lösliche Oxyde und Nichtmetalle gehen in echte Lösungen über und sind durch Filtration nicht zu beseitigen. Als Aufbereitungsanlagen kommen Kombinationen von Fällungsmethoden, Adsorptionsverfahren (Stahlwolle), Ultrafiltration und Ionenaustauscher in Frage. Gegebenenfalls müßten mobile Wasserreinigungsgeräte die Versorgung übernehmen. Allerdings sollte ein Wochenvorrat von etwa zwei Liter pro Tag und Kopf als Notration für jeden Haushalt sichergestellt werden; doch ist es bisher schwierig, Wasser auf längere Zeit geschmackfrei zu halten.

Ausmaß und Verteilungsmuster von Bodenverseuchungen hängen von verschiedenen Faktoren wie Detonationshöhe, Bombenart und -kaliber, Partikelgröße in der radioaktiven Wolke, meteorologischen

Verhältnissen, Bodenbeschaffenheit und so weiter ab. Als Extrem mag gelten, daß eine einzige uranarmierte Wasserstoffbombe großer Intensität bei Bodendetonation ein Gebiet von etwa 100 000 km² radioaktiv verseuchen kann (*Riezler* [4]). Da die Spaltprodukte zäh in den oberflächlichen Bodenschichten haften, können weite Anbauflächen auf Jahre hinaus der landwirtschaftlichen Produktion verloren gehen.

Neben der äußeren Verseuchung von Futterpflanzen, Getreide, Obst und Gemüse liegt die viel größere Gefahr in der inneren Aufnahme von Radionukliden im Verlaufe des Wachstumsprozesses. Während sich bei oberflächlicher Kontamination Reinigungsmaßnahmen bis zu einem gewissen Grade ermöglichen lassen, sind sie nach Resorption von Spaltprodukten völlig nutzlos, da die Vegetabilien in der Substanz vergiftet sind. Die Höhe der Aufnahme ergibt sich weitgehend aus Bodenart und -beschaffenheit, Spezies, Entwicklungszustand und Wurzelbeschaffenheit der Pflanzen, sowie Löslichkeit und Eigenschaften der Austauschpartner. Auf Humus- oder Lehmböden, die in den obersten Schichten stark retinieren, resorbieren Pflanzen mit geringer Wurzeltiefe wie Gräser und Getreide unverhältnismäßig mehr Spaltprodukte als auf durchlässigeren Sandböden; umgekehrt nehmen tieferreichende Wurzeln relativ geringe Aktivitäten auf.

Daneben kann wasserlösliches Material wie Strontium kutikulär resorbiert oder sogar trocken aus der Luft vom Blattwerk ausgefiltert werden. Für Radiostrontium sind Anreicherungen in der Pflanze bis zum fünffachen der Bodenkonzentration zu erwarten (*Herbst* [5]). An sich können solche Akkumulationen, meist allerdings auf dem Wege mehrerer Passagen in biologischen Objekten, sehr viel höher liegen und das hundert- oder tausendfache, unter Umständen sogar das hunderttausend- bis millionenfache des ursprünglichen Milieuwertes betragen. Die Konsequenzen, die sich daraus beispielsweise für die Fischerei ergeben, zeigten sich bereits nach der Detonation einer einzigen Wasserstoffbombe im Bikini-Atoll 1954, als 50 japanische Fischereihäfen überwacht und etwa 5000 Tonnen Fisch für ungenießbar erklärt werden mußten.

Bezüglich der Landwirtschaft ist vor allem mit einer Übertragung von radioaktivem Strontium, Jod und Caesium zu rechnen, die über den Biocyclus Weide, Milchvieh, Milch, Molkereiprodukte abläuft. Dabei hat Strontium 90 die größte Bedeutung, weil es mit einer Halbwertszeit von etwa 20 Jahren zu den langlebigen radioaktiven Elementen gehört und vom Organismus besonders im Skelettsystem gespeichert wird. Seine Analyse stellt deshalb ein gutes Maß für die Gefährdung des Menschen dar. Strontium verhält sich im Stoffwechsel ähnlich wie Calcium, wenn auch bei einer Konkurrenz beider Elemente Calcium von pflanzlichen und tierischen Organismen bevorzugt aufgenommen wird. Ein Überangebot von Calcium etwa in Form von Milch oder Milchprodukten, die etwa 80 % des gesamten Nahrungscalciums liefern, oder als pharmazeutisches Präparat vermag, kurzfristig verabreicht, die Resorption von Strontium aus dem Magen-Darm-Kanal um 50 % zu vermindern, sofern es mit verseuchter Nahrung oder Trinkwasser aufgenommen wird (*Hamilton* [6]). Andererseits kann ein Calciummangel des Bodens, etwa bei sauren Weideflächen zu einer vermehrten Strontiumaufnahme

durch weidende Kühe oder Schafe führen, die sich wiederum durch Kalkdüngung des Bodens beeinflussen läßt. Da ein Großtier pro Tag etwa 1 bis 1½ Zentner Grünfutter zu sich nimmt und etwa $\frac{1}{30}$ des aufgenommenen Strontiums in die Milch übergeht, gefährdet diese Möglichkeit besonders Säuglinge und Kleinkinder, die sowieso nur $\frac{1}{10}$ der Erwachsenenendosis tolerieren. Außerdem tauschen sie Strontium in größerem Umfang gegen Calcium aus, weil ihr Skelett stoffwechsellaktiver ist als das des Erwachsenen (*Kulp* u. Mitarbeiter [7]; *Booker* u. Mitarbeiter [8]; *Bryan* u. Mitarbeiter [9]).

Jod I31 reichert sich zunächst in den Schilddrüsen des Weideviehs an, da Jod ganz allgemein ein Bestandteil der Schilddrüsenhormone ist. Über die Milch setzt sich diese selektive Organspeicherung beim Menschen fort, die etwa 20% des resorbierten Jods beträgt und wiederum im jugendlichen Organismus sehr viel lebhafter vor sich geht. Somit ist die Strahlungsdichte in der Schilddrüse und damit die Gefahr ihrer krebsigen Entartung erheblich.

Caesium ist ein Alkalimetall, das dem Kalium ähnelt. Sein Isotop I37, um das es sich hier handelt, besitzt eine Halbwertszeit von 33 Jahren und wird zu 60 bis 90% aus dem Magen-Darmkanal resorbiert. Es wird überwiegend in der Muskulatur abgelagert, so daß neben der Milch das Fleisch von Schlachttieren gefährdet ist. Doch wird es rasch aus dem Körper ausgeschieden, seine biologische Halbwertszeit beträgt nur 17 Tage. Außerdem ist die Muskulatur ein relativ unempfindliches und voluminöses Organ.

Bisher wurden die Schädigungsmöglichkeiten von Lebensmitteln durch Radioaktivierung infolge Neutroneneinfangs, durch äußere Verschmutzung infolge radioaktiver Kontamination und durch Inkorporation von Spaltprodukten infolge Resorption über pflanzliche und tierische Ausgangsprodukte erörtert. Sie sind durch das gemeinsame Merkmal charakterisiert, daß bei einem Verzehr solcher Lebensmittel ihre Radioaktivität auf den Menschen übertragen wird. Davon zu trennen ist als weiteres Problem, welche Veränderungen Lebensmittel erleiden, die zwar einer Strahlung ausgesetzt waren, selbst aber nicht radioaktiv geworden sind. Man muß dabei allerdings unterscheiden zwischen einer Strahleneinwirkung auf gebrauchsfertige Lebensmittel und einer solchen auf lebende Tiere, die etwa auf der Weide einer äußeren Beta- und Gammastrahlung unterliegen und erst später als Fleisch zum Verzehr kommen.

Für die Beurteilung ist nicht nur maßgebend, ob ein Verlust wichtiger Nahrungsfaktoren und damit des Nährwertes erfolgt, sondern auch ob toxische Bestrahlungssubstanzen entstehen, die eine Gefährdung des Menschen herbeiführen. In erster Linie ist an die Oxydation ungesättigter Fettsäuren und die Zerstörung leicht oxydabler Vitamine und Aminosäuren zu denken (*Lang* [10]). Allerdings sind zu solchen Veränderungen derartige hohe Strahlendosen erforderlich, wie sie nur in unmittelbarer Nähe des Nullpunktes vorkommen. Sogar Lebensmittel, die bei der „Operation Teapot“ [1] 300 m vom Bodennullpunkt exponiert waren, büßten nichts von ihrem Nährwert ein. Affen, die man während drei Monaten mit derartigen Konserven ernährte, boten keinerlei verdächtige Symptome. Ratten,

die ein anderes Gemisch bestrahlter Konserven erhielten, blieben genauso unauffällig. Selbst eine Versuchsgruppe von neun Menschen (Mennoniten), die sich freiwillig drei Monate lang ausschließlich mit bestrahlten Lebensmitteln ernährte, überstand diese Phase ohne irgendwelche Störungen. Als Beweis für die Unschädlichkeit mag weiterhin gelten, daß die Bestrahlung als Methode der Sterilisierung von Lebensmitteln bei Einhaltung gewisser Kautelen bereits eine wesentliche Ergänzung der Hitzesterilisation darstellt (*Lewis* u. Mitarbeiter [11]; *Witt* u. Mitarbeiter [12]).

Bei der Beurteilung bestrahlter Tiere fällt die Infektionsgefährdung erschwerend ins Gewicht, die besonders bei Entzündungen an Augen, Schnauze und Weichteilen durch äußere Betastrahlung gegeben ist. Sofern es nicht gelingt, Weidevieh sofort nach der Detonation vor Einsetzen des Niederschlags in Ställe oder Pferche zu bringen, muß zusätzlich mit der Aufnahme radioaktiv verseuchten Futters oder Wassers gerechnet werden.

Auf Grund amerikanischer Bestrahlungsversuche an Kühen und Schafen (*Wassermann* u. *Trum* [12]), die tödliche Dosen von 4000 bis 7000 r, das heißt 40 r/h erhielten, läßt sich sagen, daß externe Ganzkörperbestrahlung allein zwar gewisse Veränderungen im Eiweiß-, Fett- und Vitaminstoffwechsel hervorruft, die möglicherweise die biologische Wertigkeit und den Geschmackswert mindern, jedoch nicht schädigen. Hunde, Ratten und Küken, die mit dem Fleisch derartiger Tiere gefüttert wurden, zeigten gegenüber Kontrolltieren weder Wachstumsstörungen, noch andere Abweichungen von der Norm. Allerdings wird man gerade wegen der Infektionsempfindlichkeit solcher Tiere fordern müssen, daß sie möglichst bald nach dem Strahlenschaden geschlachtet werden. Trotzdem sollte man aus Gründen der Hygiene Tierkontingente, für die primär keine Schutzmöglichkeiten in Aussicht stehen, bereits vor einer Bedrohung dem Verbräuche zuführen.

Literatur

- [1] Operation Teapot Nevada Test Site. — Report of the Test Director, Civil Effects Test Group; AEC Category; Biology and Medicine, WT-1212, AEC Technical Information Service Extension, Oak Ridge, Tennessee, 1957.
- [2] Heiss, R., „Die Ernährungswirtschaft“ **4**, 201, (1958).
- [3] Schunk, J., *Zschr. Aerosol-Forschung* **2**, 197, (1958).
- [4] Riezler, W., *Schriftenreihe über Zivilen Luftschutz*, H. 5, Koblenz 1956
- [5] Herbst, W., *Vitalstoffe*, **III/1**, 15, (1958).
- [6] Hamilton, J. G. USA — AEC, MDDC-1001/1947
- [7] Kulp, J. L., W. R. Eckelmann and A. R. Schulert, *Science* **125**, 219, (1957).
- [8] Booker, P. V., F. J. Bryant, A. C. Chamberlain, A. Morgan and G. S. Spiler, A.E.R.E./R 2182, Harvell 1957.
- [9] Bryant, F. J., A. C. Chamberlain, A. Morgan and G. S. Spiler, A.E.R.E.-HP/R 2056 Harvell 1957.
- [10] Lang, K., *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* **12**, 269, (1957).
- [11] Lewis, H. B. et al. Eng. Research Inst. Univ. of Michigan. Progress Rept. 5, Ann. Arbor 1953.
- [12] Witt, N. F., H. Kraybill and M. S. Read, Progress Rept. to the Office of the Surgeon General U.S. Army, 1954.
- [13] Wassermann, H. R. and B. F. Trum, *Science* **121**, 894, (1955).

Anschrift des Verfassers: Bad Godesberg, Moltkestraße 54

Strahlenschutz im Deutschen Roten Kreuz

Erfahrungen aus dem Übungseinsatz des DRK-Strahlenschutzhelferzuges Freiburg i. Br.

Von Dr. W. Herbst, Freiburg i. Br., Radiologisches Institut d. Universität

Um im Falle atomarer Unglücksfälle und Katastrophen in einer dem Stande unserer wissenschaftlichen und technischen Entwicklung entsprechenden Weise helfen zu können, bedarf es eines zahlenmäßig ausreichenden, gut ausgebildeten Einsatzpersonals sowie einer dem Verwendungszweck genügenden Ausrüstung und Organisation dieser Kräfte. In jahrelanger Ausbildungsarbeit schuf sich das Deutsche Rote Kreuz einen Stamm von etwa 100 hochqualifizierten Strahlenschutzärzten sowie eine Gemeinschaft von Spezialkräften des Strahlenmeßdienstes und leistet zunehmend umfassender durch die Ausbildung von Strahlenschutz Helfern die notwendige Breitenarbeit. Diese Strahlenschutzorganisation des Deutschen Roten Kreuzes in ihrer Gesamtheit soll einmal den eigenen Kräften im Falle von Strahlengefahr beim Einsatz Schutz gewähren. Zum anderen soll sie allen durch Strahlenunfälle oder Katastrophen Betroffenen oder Gefährdeten, denen der Einsatz des Deutschen Roten Kreuzes gilt, eine dem heutigen Stand der Erkenntnisse angepaßte bestmögliche Hilfe zukommen lassen.

Die deutsch-niederländische Gemeinschaftsübung des Roten Kreuzes im Frühsommer dieses Jahres sowie Strahlenschutzübungen des Deutschen Roten Kreuzes innerhalb des Bundesgebietes vermittelten wertvolle Erfahrungen über Ausbildung, Organisation und Ausrüstung vor allem der Strahlenschutz Helfer. Berichtet sei hier über Erfahrungen mit dem Strahlenschutz Helferzug der DRK-Kreisbereitschaft Freiburg i. Br., M I, anlässlich eines kürzlich stattgefundenen Übungseinsatzes. Dieser Zug wird vom Radiologischen Institut der Universität Freiburg i. Br. aus- und fortgebildet; er dient auch als Lehrzug für die Strahlenschutzärztausbildung an diesem Institut.

Der Übung lag die Annahme eines Zusammenstoßes von einem Personenkraftwagen mit einem Transportfahrzeug zugrunde, das eine größere Menge verschiedenartiger und zum Teil strahlungsintensiver radioaktiver Stoffe geladen hatte, ein Fall also, wie er sich unter Umständen in der Praxis täglich ereignen könnte. Es wurde angenommen, daß die vom Unfall Betroffenen außer mechanischen Verletzungen teilweise auch höhere Strahlenbelastungen durch verstreute radioaktive Substanzen erhielten und daß äußere und innere radioaktive Verseuchungen von Personen und radioaktive Verschmutzungen von Gegenständen und Gelände erfolgten.

Bei diesem Einsatz des Zuges zeigten sich einmal mehr die Vorteile einer größeren, geschlossen ausgebildeten und laufend fortgebildeten Einheit bei Zusammenfassung der Helfer in Zugstärke, welche die wünschenswerte Unterteilung der Strahlenschutz Helferdienste erlaubt und erfolgreichen Einsatz auch bei größeren Strahlenunfällen und sich vielfältig äußernden Strahlengefahren gewährleistet. Je nach Notwendigkeit der Situation werden dem Strahlenschutz Helferzug vom Einsatzleiter andere Dienste des Deutschen Roten Kreuzes, wie Bergungstrupps, Trans-

portstaffeln, Fernmeldedienst, Helferinnen und Sozialdienst, zugeteilt und zu einem wirkungsvollen Gesamteinsatz vereinigt. Den Strahlenschutz Einsatz leitet fachlich ein Strahlenschutzarzt. Zur Bewältigung schwierigerer Sonderprobleme steht ein strahlenschutzwissenschaftlicher Berater zur Verfügung.

Eine wichtige Aufgabe beim Einsatz des Helferzuges und der übrigen DRK-Dienste kommt dem Personalschutzdienst zu, der unmittelbar einem Strahlenschutzarzt unterstellt ist. Er ist für die Sicherheit des Einsatzpersonals verantwortlich und hat dafür zu sorgen, daß die zur Kennzeichnung der Personen und zur Bestimmung der individuellen Strahlenbelastungen notwendigen Hilfsmittel getragen und ihre Angaben entsprechend registriert und ausgewertet werden. Zu diesen Hilfsmitteln gehört die Kennmarke mit den Personalangaben, verbunden mit einem Individual-Filmdosimeter zur Registrierung eventuell erhaltener größerer Strahlendosen. Da aber auch geringe Strahlenbelastungen des Einsatzpersonals festzuhalten sind, wird zusätzlich noch ein Spezial-Filmdosimeter getragen, wie es derzeit verbreitet zur Überwachung von Strahlenbeschäftigten Verwendung findet, und das, frei und wasserdicht aufgehängt, auch zur Bestimmung von Strahlendosen im Gelände oder in Räumen benutzt werden kann. Für Momentanablesungen der Strahlendosis wird das übliche Taschendosimeter verwendet. Alle Einsätze und Strahlenbelastungen werden vom Personalschutzdienst in einer Sonderkartei eingetragen. Die individuelle Gesundheit des Einsatzpersonals wird von Strahlenschutzärzten überwacht.

Die Gerätewarte des Helferzuges verwalten die Strahlenmeßgeräte und andere Einsatzhilfsmittel und halten sie betriebsbereit. Die Strahlenmeßtrupps bestehen jeweils im allgemeinen aus zwei bis drei Helfern, von denen der Truppführer mit einem Radiometer zur Feststellung der Strahlendosis und Dosisleistung, ein



Abb. 1

Zur Vermeidung von Strahlenschäden erhalten die Helfer vor dem Einsatz vom Personalschutztrupp Taschendosimeter und Filmdosimeter ausgehändigt.



Abb. 2

Durch Strahlenmeßtrupps wird am Unfallort die Strahlensituation ermittelt. Damit das DRK-Einsatzpersonal die weiteren Bergungs- und Hilfsarbeiten gefahrensicher durchführen kann, werden die Zonen bestimmter Strahlengefährdung durch Warnschilder gut sichtbar markiert.

zweiter Helfer zur Zeit mit einem Radiatektor und der dritte Helfer mit Material zur Geländemarkierung, Karten- und Zeichenmaterial und, falls vorhanden und notwendig, einem Sprechfunk ausgestattet ist. Im allgemeinen werden die Meßtrupps als Voraustrupps bei Unfällen als erste ausgesandt und eingesetzt. Die Helfer des Meßtrupps erkunden nicht nur die Strahlensituation von Gelände, Personen, Geräten und Einsatz-



Abb. 3

An stärker strahlengefährdeten Punkten des Unfallortes geschieht die Bergung der Verletzten unter sorgfältiger Kontrolle von Helfern des Meßtrupps.

zonen, sondern können je nach Bedarf auch einzeln oder geschlossen anderen Diensten zugeteilt werden. Entseuchungstrupps mit entsprechenden Hilfsmitteln, wie Fernbedienungsgeräten, Spezialmeßgeräten und Reinigungsmitteln, besorgen die Entseuchung von Personen, Geräten und Gelände, sie bergen aus der Kontrolle gegangenes radioaktives Material und bringen radioaktiv verseuchte Gegenstände aus den Bereich der Gefährdung des Menschen. Helfer mit besonderem Können werden für Sonderaufgaben im Meßwagen oder Lazarett herangezogen. Alle Helfer erhalten die gleiche Strahlenschutz-Grundausbildung, so daß sie allseits verwendbar sind. Sie sind in „Erster



Abb. 4

Der Meßtrupp untersucht die Verletzten bereits am Unfallort oder an der Auffangstelle auf eventuelle radioaktive Verseuchung und sorgt für die Aufnahme der Angaben über wahrscheinliche Strahlenbelastung auf dem Begleitzettel.

Hilfe“ geschult und können auch in dieser Hinsicht unmittelbar helfend eingreifen. Ihre Schutzkleidung ist der Einsatzaufgabe angepaßt.

Im vorliegenden Übungsfalle geschah der Einsatz des Strahlenschutzhelferzuges in der Form, daß nach Empfang der Meldung über Art und Umfang des Unfalles der Strahlenschutzhelferzug und die übrigen für den Einsatz notwendigen Dienste der Bereitschaften Freiburg i. Br. durch den Einsatzleiter mobilisiert wurden. Zwei Meßtrupps mit Fahrzeugen und Gerät sowie einem für diesen Zweck vom Generalsekretariat des Deutschen Roten Kreuzes zur Verfügung gestellten Spezial-Strahlenschutzwagen wurden als Voraustrupps, gefolgt von den ersten Bergungstrupps, unverzüglich in Marsch gesetzt. Nach Erkundung der am Unfallort gegebenen Strahlensituation durch die

Meßtrupps und nach der markierten Unterteilung des Geländes in eine strahlenschutzunbedenkliche Zone, eine Vorsichtszone und eine Zone stärkerer Strahlendosis begannen die Bergungstrupps, zum Teil unter Sicherung durch Strahlenschutz Helfer, raschmöglichst ihre Arbeit. Eine inzwischen aufgebaute Auffangstelle mit Zelt nahm zuerst die Verletzten auf, deren Begleitzettel auch Angaben über die geschätzte Strahlenbelastung und eventuell festgestellte radioaktive Verseuchung enthielten. In der Auffangstelle erhielten die Verletzten eine erste ärztliche Hilfe; wenn notwendig wurde eine erste grobe Entseuchung, vor allem von



Abb. 5

Mit Hilfe des Szintillationszählers im Meßwagen kann die Inkorporierung durchdringend strahlenden radioaktiven Materials, beispielsweise von Radiojod in der Schilddrüse, bereits durch Abtasten des Körpers festgestellt werden.

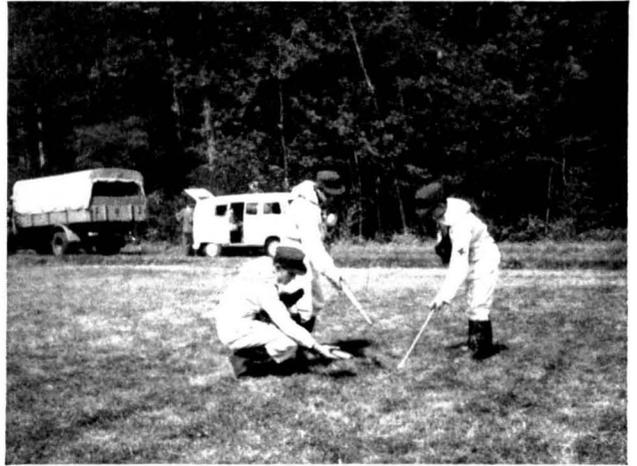


Abb. 6

Angehörige des Entseuchungstrupps entfernen unter sorgfältiger Kontrolle des Meßtrupps radioaktives Material mit Hilfe von Fernbedienungsgeräten am Unfall- und Einsatzort.

Radioaktivität auf Haut, Haaren und Kleidung, vorgenommen. Auch Personen ohne mechanische Verletzungen, aber höheren Strahlenbelastungen wurden ruhig gestellt. Weitere ärztliche Versorgung erhielten die Verletzten im rückwärts, ebenfalls in einem Zelt untergebrachten Lazarett. Mit Hilfe des Meßwagens wurden hier auch weitergehende Messungen, etwa über Inkorporierungen radioaktiver Substanzen, durchgeführt. Der Versorgungsdienst sorgte für die Bereitstellung unverseuchter Nahrungsmittel und einwandfreien Wassers. Die weitere Behandlung der Strahlenverletzten blieb einer Abteilung für Strahlenkranke an einem Krankenhaus überlassen.

Nach Bergung der Verletzten folgten die Entseuchungsmaßnahmen an den eigenen Geräten und Wagen und am Unfallort. Verstreutes radioaktives Material wurde geborgen, verseuchte Gegenstände sicher eingeschlossen. Futter- und Nahrungspflanzen sowie das Wasser eines am Unfallort vorbeifließenden Baches wurden auf etwaige radioaktive Verseuchungen, die eine Gefahr für weitere Personenkreise bilden könnten, untersucht.

Die Übung zeigte wiederum, daß wirksame Hilfe auch im Falle größerer Strahlenunfälle möglich ist, wenn die Einsatzkräfte vielseitig und gründlich ausgebildet, entsprechend ausgerüstet und organisiert sind.

Genf — Mecca der Atomwissenschaftler und der Atomindustrie^{*)}

Second UNITED NATIONS INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE PEACEFUL USES OF ATOMIC ENERGY

Rückblick auf die II. Internationale UN-Atomkonferenz in Genf (1. bis 13. September 1958).

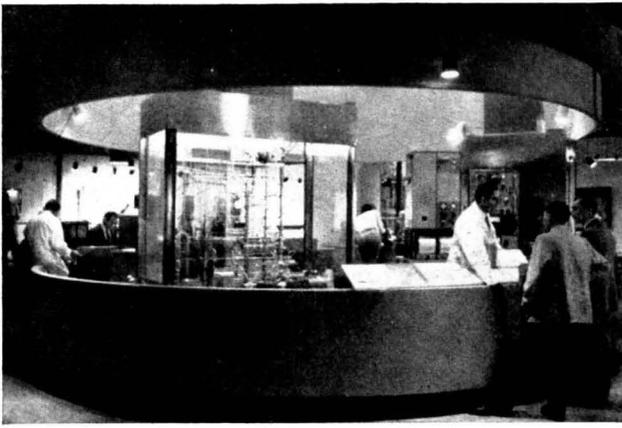
Von Professor Dr. Dr. E. H. Graul, Marburg-Lahn

I. Mitteilung

Der Mann auf der Straße, und nicht selten auch der gebildete Laie, verbindet mit dem Wort „Atomkonferenz“ fast reflektorisch die Assoziation „politischer Aspekte der militärischen Anwendung von Atomkernenergie“; — nicht ganz zu unrecht, begann doch das sogenannte Atomzeitalter mit dem Atom-

bombeninferno von Hiroshima und Nagasaki. Als aber am 1. September 1958 unter Beteiligung von 67 Staaten und 9 UN-Organisationen mit nahezu 6000 Delegierten, Beobachtern, Technikern, Wirtschaftlern und Pressevertretern durch den Schweizer Bundespräsidenten *M. Thomas Holenstein*, UN-Generalsekretär *Dag Hammarskjöld* und den Präsidenten dieser Konferenz, Prof. Dr. *Francis Perrin* (Frankreich),

^{*)} Auf Wunsch der Schriftleitung



Amerikanischer Pavillon der wissenschaftlichen Ausstellung: Tritiumlabor zur Synthese und Analyse organischer Verbindungen

sowie eine ganze Reihe weiterer prominenter Redner diese gewaltige 2. UN-Atomkonferenz eröffnet wurde, stand sie ausschließlich unter den Aspekten einer friedlichen Verwertung und Anwendung der Kernenergie. In welchem weitem Ausmaße Kernenergie und radioaktive Substanzen in fast alle Gebiete des täglichen Lebens Eingang gefunden haben, wird sofort klar, wenn man durch die beiden geradezu hervorragend angelegten und das Vortragsprogramm in einmalig gekonnter Weise wirkungsvoll ergänzenden Veranstaltungen — die wissenschaftlich-staatliche Ausstellung einerseits und der technisch-industriellen andererseits — geht.

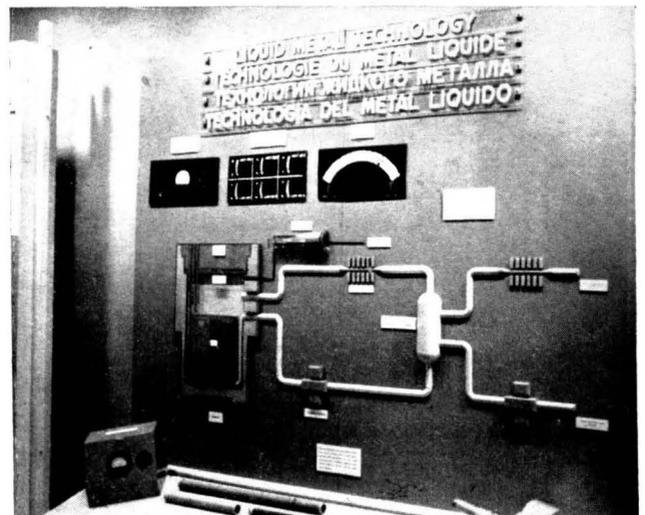
Es ist an sich nicht Art des Referenten, in Superlativen zu schwelgen, und der Leser möge das verzeihen; aber diese Internationale Fachtagung war wirklich ein grandioses Schauspiel: friedlicher Wettstreit der Nationen mit USA, England, Rußland und Frankreich als Mittelpunkten. Aber auch die kleineren Nationen hatten zum Teil beachtliche Leistungen vorzuweisen.

Die Eröffnungsreden in der Konferenzhalle des Palais des Nations spiegelten diesen Eindruck und verliehen ihm offizielles Gepräge: „... never, indeed, have so many representatives, experts or observers been sent by so many nations to compare work and exchange views on any subjects“ (Präsident *Holenstein*).

Rückblickend auf die 1. Konferenz 1955 in Genf, ein Ereignis von wahrhaft historischer Bedeutung mit damals schon über 3000 Teilnehmern, sagte *Dag Hammerskjöld* hierüber: „initiated a world-wide dissemination of knowledge in the atomic energy field“, er sprach unter Bezugnahme auf die jetzige 2. Konferenz von „tremendous increase“ aller Anstrengungen auf diesem Gebiet „all over the world“, was sich allein schon in der großen Zahl der eingereichten wissenschaftlichen Vorträge dokumentiert; etwa 2200 (mehr als das Doppelte von 1955), die aus 2518 eingereichten abstracts ausgewählt wurden, und wovon der Referent, abgesehen von sonstigem Prospektmaterial, über 120 kg (!) papers als reiche Beute mit nach Hause bringen konnte.

Ohne Zweifel war der Hinweis auf die Möglichkeit einer Verifizierung der Energiegewinnung durch die „gesteuerte Wasserstoffbombe“ (Kernverschmelzung,

Fusion, thermonukleare Reaktionen) in nicht allzu ferner Zukunft, den der Präsident der 1. UN-Atomkonferenz 1955, *Homi Bhabha* (Indien), seiner Zeit am gleichen Ort in seiner Eröffnungsrede machte, die Sensation der damaligen Konferenz. Wenn auch damals kein direkter Verhandlungspunkt, so rissen die Diskussionen auf den Cocktailparties hierüber nicht ab, und es war der Leckerbissen für die Publizistik. Was damals selbst für viele Fachleute noch vage Zukunftsmusik war, nahm auf dieser 2. Konferenz bereits feste Formen an, und es war inzwischen eine Prestigefrage für die führenden Atomstaaten geworden, mittels Wort und Bild sowie durch AusstellungsDemonstrationen zu zeigen, wie weit sie hier mittlerweile im experimentellen Stadium vorangekommen sind. So war ohne Zweifel die diesjährige PresSENSATION die bemerkenswerte Feststellung, daß die bisher als „top secrecy“ behandelten Fusion-Experimente zur Entwicklung des sogenannten thermonuklearen Reaktors sowohl von West als auch von Ost in bemerkenswerter Offenheit freigegeben wurden. Um sich keinen Illusionen hinzugeben, sei aber hierzu bemerkt, daß zwar viele Einzelheiten zu diesem hochaktuellen Thema declassifiziert wurden; aber nur ein kindliches Gemüt wird glauben, daß alle bisher erarbeiteten Ergebnisse freigegeben wurden, denn dazu sind beim „thermonuklearen“ Thema friedliche und militärische Aspekte zu eng miteinander verknüpft. Immerhin haben aber die hierüber mitgeteilten Ergebnisse der verschiedensten, infolge Geheimhaltung gehemmt und unabhängig voneinander arbeitenden Gruppen in Ost und West wieder sehr eindrucksvoll demonstriert, daß eine solche Geheimniskrämerei eigentlich nicht mehr viel Sinn hat, zeigte sich doch überall praktisch der gleiche Entwicklungsstand in der Bearbeitung dieses zukunftssträchtigen Themas. Trotz der erzielten experimentellen Fortschritte sind in prognostischer Hinsicht die Fachleute auch weiterhin zurückhaltend und sehen für die nahe Zukunft der nächsten 10 bis 20 Jahre noch keine Möglichkeit der Energieerzeugung durch gesteuerte Kernverschmelzungsreaktionen im großtechnischen und damit auch wirtschaftlichen Maßstab. In ihrer nonchalanten Art, das Kind beim Namen zu nennen, haben die Amerikaner einem ihrer ausgestellten Fusion-Modelle die Bezeichnung „Perhapsatron“

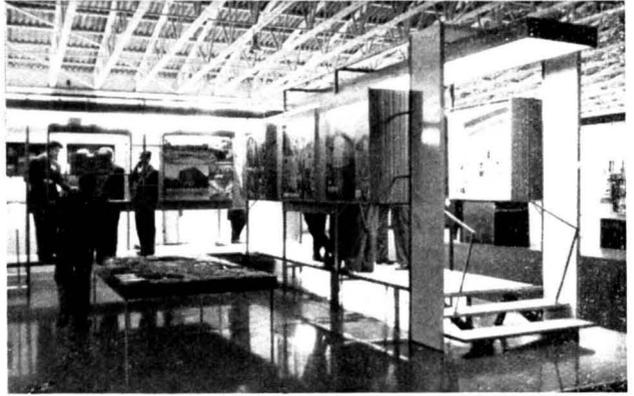


Modell zur Technologie der flüssigen Metalle im Kernreaktor

gegeben. Der mit dem fragwürdigen Attribut „Vater der Wasserstoffbombe“ berühmt gewordene und ansonsten prognosefreundige amerikanische Wissenschaftler ungarischer Provenienz, *Eduard Teller*, war hier ausgesprochen zurückhaltend und sieht keine Möglichkeit, vor Ende des 20. Jahrhunderts gesteuerte Kernverschmelzungsprozesse zur Energieerzeugung heranzuziehen. Es ist aber müßig, hierüber weiter zu spekulieren, hat doch die bisherige Vorgeschichte speziell auf dem Atomkernsektor gezeigt, wie geradezu rasant sich das Gebiet entwickeln kann. Abschließend sei zu diesem Thema noch kurz bemerkt, daß gerade kleinere, vor allem an Uran- und konventionellen Energiequellen arme Länder an dem thermonuklearen Gebiet besonders interessiert sein müssen, da für die Kernverschmelzung Elemente der niedrigen Ordnungszahlen in Frage kommen und zum Beispiel Deuterium in Form des schweren Wassers, das im Verhältnis von ungefähr 1 : 2000 ein integrierender Bestandteil des ubiquitär vorkommenden (gewöhnlichen) Wassers ist, dann praktisch unbeschränkt verfügbar wird.

Abgesehen von dieser überaus günstigen wirtschaftlichen Seite des Fusion-Themas hat es einen mindestens ebenso bedeutsamen, wertvollen biologisch-medizinischen Aspekt:

Bekanntlich reichern sich bei Betrieb eines Atomkraftwerkes, das nach dem Prinzip der Kernspaltung von Uran und Plutonium arbeitet, mit zunehmender Brenndauer radioaktive Spaltprodukte an. Es ist abgeschätzt worden, daß bei einem „mittleren“ Energie-Reaktorprogramm (Atomkraftwerke) bereits Strahlungsenergien, äquivalent Tonnen (!) Radium, dabei auftreten, die sowohl als radioaktive Abfallprodukte als auch im Falle von Reaktorkatastrophen insbesondere auf dem Wege über sogenannte Biozyklen erhebliche Gefahren der Strahlenschädigung von Mensch und Tier (innere Strahlenschädigungen durch Inkorporierung) in sich bergen. Diese Gefahren werden bei der thermonuklearen Energieerzeugung weitgehend reduziert, da im Idealfall eben keine Spaltprodukte entstehen. Es ist somit in jeder Hinsicht, also auch vom medizinisch-biologischen Standpunkt der Probleme der Strahlenschädigung und des Strahlenschutzes aus gesehen, die Forcierung des Fusion-Forschungsprogramms sehr zu begrüßen. Welche ernste Sorgen gerade diese negativen Aspekte der Energieerzeugung mittels Kernspaltungen in den künftigen Atomkraftwerken durch die Entstehung der

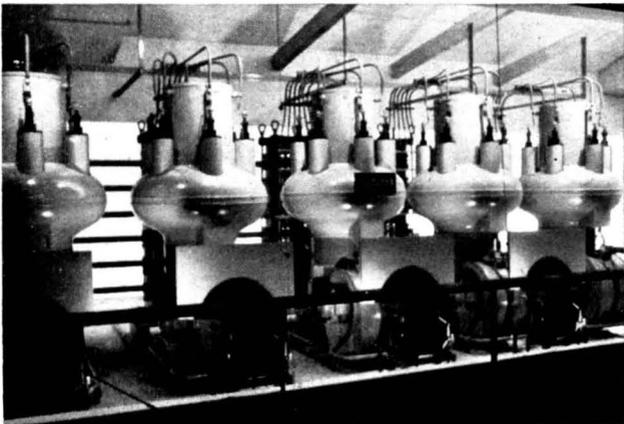


Deutscher Pavillon der wissenschaftlichen Ausstellung

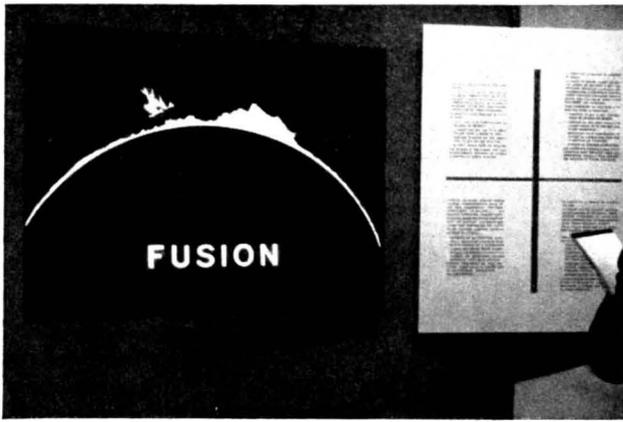
radioaktiven Spaltprodukte vom Typ des Strontium-90 aber auch des Transurans Plutonium mit der sagenhaft langen Halbwertszeit (HWZ) von 24 300 Jahren, eines besonders radiotoxischen Elementes, machen, spiegelte sich auch in den Vorträgen der letzten Kongreßtage mit den Rahmenthemen „Treatment of Radioactive Wastes“, „Processing of Irradiated Fuels“, „Environmental Aspects of the Large-Scale Use of Atomic Energy“ und so weiter wider. Daß die mit der Beseitigung radioaktiver Abfälle verbundenen Probleme internationalen Charakter im wahrsten Sinne des Wortes annehmen und außer der wissenschaftlichen Seite noch einen scharf akzentuierten politischen Aspekt haben, zeigten die Sitzungen D-19 über „Environmental Aspects of the Large-Scale Use of Atomic Energy“, auf der aus zeitlichen Gründen von 56 Referaten nur 8 vorgetragen werden konnten. Da die Gefährdung der Bevölkerung in der Umgebung von atomtechnischen Anlagen wie Reaktorzentren und Plutoniumfabriken eng mit den Fragen nach einer zweckmäßigen „Beseitigung“ radioaktiver Abfälle, insbesondere in flüssiger Form, wie sie zum Beispiel bei der Auf- und Weiterverarbeitung von mit radioaktiven Spaltprodukten hoch angereicherten „abgebrannten“ (Uran-)Brennelementen auftreten, verknüpft ist, kam es vor allem durch die Vorträge von *H. J. Dunster* (England) über „The Disposal of Radioactive Liquid Wastes into Coastal Waters“ und von *E. M. Kreps* (USSR; gemeinsam mit *B. G. Bogorov*) über „Discharging Radioactive Waste into Deep-Water Ocean Depression“ zu leidenschaftlichen, nahezu weltanschaulich gefärbten Diskussionen, deren Inhalt, von der Presse mehr oder weniger richtig verstanden, mit entsprechenden Schlagzeilen wie „Wohin mit dem Atommüll?“ dem Laienpublikum sensationell dargeboten wurde.

Da gerade diese Diskussion für die wissenschaftlich-politische Doppelnatur dieser (wie übrigens auch der ersten) 2. Genfer UN-Atomkonferenz geradezu pathognomonisch war, mögen hierüber noch einige kurze Bemerkungen gestattet sein, zumal sie auch für den Arzt — vor allem, wenn er sich gleichzeitig auf dem Gebiete der Hygiene oder Gesundheitspolitik betätigt — von einigem Interesse sind.

In seinem Paper führte der sowjetische Delegierte *E. M. Kreps* unter anderem zur Frage der Versenkung radioaktiver Abfälle in den Tiefen des Ozeans (Methode der Amerikaner) und in Küstengewässern (Methode der Engländer) aus, daß nach russischen Untersuchun-



Starkstromzentrale des amerikanischen Pavillon



Amerikanischer Pavillon der wissenschaftlichen Ausstellung:
Kernverschmelzung

gen die Umsatzrate des Wassers in grabenartigen tiefen Ozeansenken wesentlich höher veranschlagt werden muß als bisher angenommen. Demzufolge könnten selbst solche tiefen Meeresgräben nicht mehr als sichere Aufbewahrungsorte für die Beseitigung großer Quantitäten radioaktiver Abfälle angesehen werden. Die einschlägigen Untersuchungen von *Kreps*, die sich bereits über einen Beobachtungszeitraum von mehr als 5 Jahren erstrecken, hatten den experimentellen Beweis erbracht, daß „in some cases this turnover might be less than 100 years“. Demzufolge erforderte dieser Sachverhalt besonderes Augenmerk und mußte zu weiteren detaillierten Forschungen Anlaß geben.

In diesem Zusammenhang führte *B. H. Ketchum* (USA), der sich an der Sitzung mit dem Vortrag „Biological Factors Determining the Distribution of Radioactive Isotopes in the Sea“ beteiligt hatte, aus, daß man bei solchen Meerestiefen „Tracer“-Mengen von radioaktiven Substanzen in der Größenordnung von schließlich 1 Million Curie einsetzen müßte, um solche langsamen Austauschvorgänge (Umsatzraten) zwischen Grund- und Oberflächenwasser neben der natürlichen Radioaktivität des Meereswassers überhaupt messen zu können. Eine auf diese Weise mit ursprünglich 1 Million Curie eingesetzte „Tracer“-Menge würde an der Meeresoberfläche schließlich so verdünnt sein, daß die spezifische Aktivität etwa der des „Trinkwasserstandards“ entspricht.

Wenn auch *Kreps* diesen Ausführungen im Prinzip zustimmte, so vertrat er weiterhin, unter Berücksichtigung der unterschiedlichen und praktisch noch unbekannteren Strömungsverhältnisse in der Tiefe der Ozeane, den Standpunkt, daß eine Fortsetzung dieser von westlicher Seite geübten Abfallbeseitigungspraxis „lead to serious danger in the near future“; eben weil seine Experimente gezeigt hätten, daß die Tiefenströmungen im Ozean eher schneller als bisher vermutet sind.

Im weiteren Verlauf der Diskussion wurde der Präsident der Sitzung, *Dr. Marley* (England), gefragt, ob es wahr sei oder nicht, daß Großbritannien einen tiefen Atlantischen Graben während der vergangenen 8 Jahre als „Atomfriedhof“ benutzt habe. Er sagte, daß das „perfectly true“, aber was die Menge der so beseitigten Radioaktivität anbetrifft „perfectly trivial“ sei. Es handelte sich um etwa 500 bis 600 Curie insgesamt, die zudem schließlich in eine Tiefe von 2000 Klaftern

(fathoms) „versunken“ seien. *Marley* betonte wiederholt und sehr nachdrücklich, daß eine solche Menge an Radioaktivität, verglichen mit der natürlichen Radioaktivität der Meereswasser, buchstäblich nicht mehr als ein Tropfen im Ozean sei.

Diesbezüglichen Bitten des britischen Gesundheitsministers nachkommend, wurden in diesem Gebiet Wasserproben auf Radioaktivität untersucht. Es sei aber völlig unmöglich gewesen, bei deren Ausmessung irgendwelche Unterschiede zum background zu finden. *Kreps* (USSR) stimmte in bezug auf die relativ kleine Menge an Radioaktivität den Ausführungen *Marleys* zu, betonte aber andererseits, daß man eben auch an unvorausehbare (biozyklische) Anreicherungsphänomene denken müsse; das sei dann eine ganz andere Sache!; — womit der circulus vitiosus der Diskussion nahezu wieder geschlossen war.

Bekanntlich mußte im vergangenen Jahr ein Reaktor des Plutoniumwerkes Windscale (Großbritannien) wegen eines Defektes, verbunden mit (unerwünschter) Freisetzung von radioaktiven Spaltprodukten, außer Betrieb genommen werden. Das Windscale-„Unglück“ war mehr im Hinblick auf die Genese und das Prinzipielle bei einem solchen „Reaktordurchgang“ von einigem Interesse als in bezug auf die tatsächlichen (im übrigen für die Bevölkerung und das Personal mehr vom „akademischen“ Schädigungsinteresse), praktisch unbedeutenden Strahlenbelastungen. Die Windscale-Affäre, zu der unzuweckmäßigerweise von der englischen Atomenergiebehörde längere Zeit keine klare Stellung in der Öffentlichkeit eingenommen wurde, war seiner Zeit eine Pressensation.

Es nimmt daher nicht wunder, daß bei dieser Gelegenheit *W. G. Marley*, der als Health Physicist an der Windscale-Affäre maßgebend mitbeteiligt war, wegen der Freisetzung radioaktiver Substanzen und des Disposals beschädigter (radioaktiver) Teile des stillgelegten Windscale-Reaktors „unter Feuer“ genommen wurde. *Dr. Marley* und sein Assistent *Dr. Dunster* betonten, daß die freigesetzten Radioaktivitätsmengen sehr klein gewesen, und bei allen Operationen im Zusammenhang mit der „Entseuchung“ sorgfältigste Überwachungsmessungen und Kontrollen durchgeführt worden seien. Jede Art der Beseitigung radioaktiver Abfälle (ob in Luft, Wasser, Erde oder Speichertanks und so weiter) wird in England durch ein unabhängiges, dem Parlament allein verantwortliches



Schema der Anlagen zur kontrollierten Kernverschmelzung

Komitee kontrolliert. *Marley* sagte abschließend, daß so für Fragen der Beseitigung radioaktiver Abfälle nicht mehr „long-haired scientists“ zuständig seien, sondern diese Dinge in den Händen der Öffentlichkeit liegen würden. Er empfahl anderen Ländern, dieses in England bewährte System oder ein ähnliches zu übernehmen.

Nicht nur für den Nuklearmediziner und Radiobiologen, sondern prinzipiell für den Arzt und Biologen war die staatlich-wissenschaftliche Ausstellung auf diesem größten Kongreß, den jemals eine UN-Organisation veranstaltet hat, ein einmaliges Erlebnis. Die Art der Aufgliederung dieser einzigartigen Ausstellung entsprach im großen und ganzen der Ausstellung von 1955, die seinerzeit im Palais des Nations untergebracht war. Diesmal mußte im Park des Genfer Völkerbundgebäudes ein Extragebäude errichtet werden, um alle die zum Teil großdimensionierten Apparate überhaupt aufnehmen zu können.

Auch die Industrie-Ausstellung im Genfer Automobilsalon war gegenüber der der 1. UN-Atomkonfe-

renz 1955 wesentlich größer dimensioniert. Das Faszinierende war aber, wie gesagt, die wissenschaftliche Ausstellung. Wer sich täglich mehrere Stunden Zeit nahm, der konnte sich in den 14 Kongreßtagen nur durch Besuch dieser Ausstellung an Hand eines ausgezeichneten Demonstrationsmaterials einen nahezu lückenlosen Überblick über das Atomgebiet im weitesten Sinn des Wortes verschaffen. Allein schon und insbesondere konnte die US-Abteilung ein umfangreiches Lehrbuch auf dem Gebiete Kernphysik und angewandte Atomenergie ersetzen. Das Glanzstück der wissenschaftlichen Ausstellung im allgemeinen und der US-amerikanischen im besonderen war ohne Zweifel die Abteilung „Fusion“. Darüber hinaus hatten die Amerikaner teilweise von Hause ganze Laboratorien mitgebracht, im naturgetreuen Maßstab aufgebaut und durch ihre besten Wissenschaftler in Betrieb genommen. Allein dafür sollen die Amerikaner an die 14 Millionen Dollar bereitgestellt haben.

(Abbildungen aus dem Archiv des Verfassers.)

Strahlenüberwachung durch Individual-Dosismesser

Von Joachim Jost, Ulm

Seit dem Tage, an dem die ersten A-Bomben auf Hiroshima und Nagasaki fielen, ist der Menschheit in erschreckendem Maße vor Augen geführt worden, welche verheerenden Folgen die bei einer Kernreaktion frei werdenden Energien zeitigen. Wenn schon die Detonation mit der von ihr erzeugten Druckwelle und dem Sog augenblickliche Totalzerstörungen hervorruft, so liegt die Hauptgefahr in den frei werdenden Strahlungsenergien, die auf den menschlichen Organismus vernichtend einwirken können, wobei sich die Auswirkungen meist erst über lange Zeiträume hinweg bemerkbar machen. Was zunächst nur den unmittelbar mit der Materie vertrauten Fachleuten — und hier auch nicht in vollem Umfang — bekannt war, wurde nun einem breiten Kreis der Öffentlichkeit offenbar. Wie so oft sind auch hier seit Bekanntwerden des Vorhandenseins von Radioaktivität überhaupt durch laienhafte Darstellungen Übertreibungen hinsichtlich der Strahlungsstärken und Strahlungseinflüsse vorgekommen. Ob Fernsehen, Röntgenaufnahmen, Durchleuchtungen und so weiter, alles was nur irgendwie Röntgenstrahlen erzeugte, wurde von vornherein als verdächtig und schädlich angesehen. Deshalb sei nachstehend nochmals aufgeführt, welche Strahlungsmengen, auf den ganzen Körper einwirkend, Einflüsse ausüben. Diese Aufstellung soll nicht eine Definition der verschiedenen Strahlenkrankheiten darstellen. Hierüber sind einschlägige Veröffentlichungen erfolgt. *)

Dosis:	wahrscheinliche Effekte:
1. 0— 25 r	keine Schäden.
2. 25— 50 r	mögliche Blutveränderungen, jedoch keinerlei ernsthafte Verletzungen.
3. 50—100 r	Veränderungen der Blutzellen, teilweises Auftreten von Verletzungen, keine Invalidität.

4. 100—200 r	Verletzungen, mögliche Invalidität.
5. 200—400 r	Verletzungen und sichere Invalidität, Tod möglich.
6. 400 r (Halbwertsdosis)	tödlich bei 50% der Betroffenen.
7. 600 r	Absolut tödlich.
8. Einige 1000 r	können auf einen kleinen Teil des Körpers einwirken, ohne daß ernsthafte Gesamtschäden auftreten. Ausgenommen ist der bestrahlte Teil.

Aus der Aufstellung ergibt sich, daß die Auswirkungen „wahrscheinlich“ sind, also nicht unbedingt auftreten müssen. Eine Ausnahme bildet die Intensität von 600 r. Hier tritt in jedem Fall der Tod des Betroffenen ein. Die Ausführungen unter 8 erklären darüber hinaus die therapeutischen Behandlungsmöglichkeiten mittels Röntgenstrahlen ohne Schädigung des Gesamtorganismus. Sie weisen aber auch aus, daß das Personal, welches den Strahlungen täglich ausgesetzt ist, für sich selbst auf die Dauer größte Vorsicht walten lassen muß.

Diese Vorsicht Strahlungsenergien gegenüber ist überall dort geboten, wo mit radioaktiven Materialien gearbeitet wird oder Röntgenstrahlen in größeren Mengen beziehungsweise über längere Zeiträume auftreten. Bezogen hierauf ist als absolut gefährlich die Strahlenmenge anzusehen, die größer als 25 r ist. Neben dem wirksamen Schutz durch entsprechende Abschirmungen, wie Bleischürzen, Bleiwände, Schutzanzüge, oder spezielle Abschirmungsanordnungen (zum Beispiel Atomreaktoren) ist es unbedingt notwendig, den Arbeitsraum dauernd auf eine Verseuchung durch Gammastrahlen oder Röntgenstrahlen zu überprüfen, damit jeglicher Einfluß auf den menschlichen Körper ausgeschaltet wird. Verschiedene Methoden dafür sind bekannt, zum Beispiel Geiger-Müller-Zähler und Filmstreifenkassetten. Sie haben aber den Nachteil, ent-

*) „Die Strahlenkrankheiten, akute Strahlenschäden“ von Privatdozent Dr. Dr. E. H. Graul, Abt. für Strahlenbiologie und Isotopenforschung am Strahleninstitut der Universität Marburg.

weder zu teuer in der Anschaffung, zu sperrig und damit für eine größere Anzahl von Menschen individuell nicht einsetzbar zu sein, oder aber erst dann ihre Information verwendbar zu machen, wenn eine bereits schädliche Strahlungsmenge vom Körper aufgenommen worden ist (Filmkassette). Hinzu kommt, daß diese Spezial-Filmstreifen nur von speziell ausgebildeten Personen ausgewertet werden können, wobei die Auswertung etwa zehn Minuten dauert.

Es trat die Forderung auf, möglichst jeder in strahlungsverseuchten oder strahlungsgefährdeten Räumen beziehungsweise Gegenden eingesetzten Person ein Meßinstrument in die Hand zu geben, das mit den oben angeführten Nachteilen nicht behaftet ist, ständig ohne Behinderung vom Gefährdeten getragen und jederzeit abgelesen werden kann.

Grundsätze der Ionisierungsstrahlung

Es ist allgemein bekannt, daß die Gammastrahlung hinsichtlich des Durchdringens der Atmosphäre den Lichtquellen sehr ähnlich ist, aber durch das Vorhandensein viel größerer Energie ist es ihr möglich, Gase und Flüssigkeiten sowie feste Stoffe verhältnismäßig leicht zu durchdringen. Auf seinem Weg durch die Luft stößt ein Gammastrahl mit vielen Luftmolekülen zusammen, wobei er bei jedem Zusammenstoß kleine Mengen seiner Energie verliert. Die auf eines der Moleküle übertragene Energie reicht im allgemeinen zur Bildung von zwei mit entgegengesetzter Polarität geladenen Partikeln aus (Ionisation). Durch die entgegengesetzte Aufladung würden die Partikel einander anziehen und wieder ein neutrales Molekül bilden, wenn diese Partikel nicht durch ein elektrisches Feld beeinflußt werden würden. Wenn sich jedoch die durch den Gammastrahl geladenen Partikel in einem elektrischen Feld befinden, könnte jede Partikel von einer Oberfläche entgegengesetzter Polarität angezogen und neutralisiert werden. Die Polarität dieser Oberflächen ist dadurch erreicht, daß sie an Gleichspannung gelegt werden. Da die geladenen Luftpartikel durch den Kontakt mit Oberflächen verschiedener Polarität neutralisiert werden, wird die Spannung dieser Oberflächen verringert. Die Abnahme der Oberflächenspannung ist direkt proportional der Gesamtmenge der Ionisierungsstrahlung, der die Luft ausgesetzt war.

Grundlegende Merkmale der Dosimeter

Durch ihren Aufbau und ihre Arbeitsweise verwirklichen die Dosimeter das Prinzip der Entladung von zwei mit entgegengesetzter Polarität geladenen Oberflächen, wobei die Luft zwischen diesen Oberflächen einer ionisierenden Strahlung ausgesetzt war. Das elektrische Feld, welches für die Anziehung der durch Gammastrahlung geladenen Luftpartikel erforderlich ist, wird zwischen dem Elektrometer des Dosimeters und den Ionenkammerwänden durch ein Dosimeterladegerät erstellt. Die Ionenkammer ist extrem gut vom Elektrometer isoliert und stellt den Behälter für die Luftmoleküle dar, die zu dem Betrieb des Gerätes notwendig sind*). Das Elektrometer befindet sich innerhalb der Ionenkammer, aber es ist von den Wänden der Kammer durch Luft und Isolationsmaterial getrennt. Um das elektrische Feld zwischen dem Elektrometer und der Ionenkammer zu erzeugen, wird an beide eine Gleichspannung von etwa

160 Volt gelegt, bis beide Oberflächen voll aufgeladen sind. Die elektrische Ladung wird in wirkungsvoller Weise vom Elektrometer aufgenommen und kann von der Ladung entgegengesetzter Polarität in der Ionenkammer infolge des trennenden Isolationsmaterials nicht neutralisiert werden.

Betriebstheorie

Wenn das Dosimeter voll aufgeladen ist und der Faden bei Null auf der Gradskala steht, tragen die Oberflächen des Elektrometers und der Ionenkammer Ladungen von entgegengesetzter Polarität.

Wenn der Ionisierungsstrahl das Dosimeter und seine Ionenkammer durchdringt, bilden die Luftmoleküle in der Kammer positiv und negativ geladene Partikel. Diese entgegengesetzt geladenen Partikel werden — je nach ihrer Polarität — entweder vom Elektrometer oder der Ionenkammer angezogen, da sich Ladungen unterschiedlicher Polarität anziehen. Die Bildung von neutralen Luftmolekülen bewirkt eine Reduzierung der ursprünglichen Ladung des Elektrometers. Diese Abnahme ist direkt proportional der Menge der Ionisierungsstrahlung, welche die Ionenkammer durchdringt. Wenn die Ladung — oder Spannung — des Elektrometers verringert wird, dann bewegt sich der Faden näher zu dem Rahmen hin. Die Beziehung zwischen dem Faden und der gläsernen Gradskala ist derart, daß das Fadenbild auf der Skala höhere Werte anzeigt, wenn sich der Faden näher zu dem Rahmen hin bewegt. Die Bewegung des Fadens ist eine Funktion der gesamten Strahlungsmenge, der die Ionenkammer ausgesetzt war, unabhängig von ihrer Intensität/Stunde. Wenn das Dosimeter einer Strahlungsmenge ausgesetzt wurde, die dem Skalenendwert des Instruments gleichkommt, erscheint der Faden auf dem Höchstwert der Skala und das Elektrometer muß auf ungefähr 100 Volt entladen sein.

Ein Dosimeter soll größtmögliche Genauigkeit mit höchstmöglicher Unempfindlichkeit gegen äußere Einflüsse vereinigen.

Der Aufbau eines Taschendosimeters ist folgender. Es besteht im wesentlichen aus einem Aluminiumkörper, der den Ladeschalter, den Kondensator, das Elektrometer, die Ionenkammer und die Ablesevorrichtung in sich aufnimmt. Um Messungen unter den verschiedensten Temperatur-, Druck- und Feuchtigkeitsverhältnissen zuzulassen, ist das Dosimeter vollkommen luft- und wasserdicht abgeschlossen und kann darüber hinaus heftigen Stößen ausgesetzt werden, ohne daß diese Einflüsse seine Angaben beeinträchtigt. Wäre die Anzeigenauigkeit nicht gewährleistet, würden Fehlanzeigen nicht nur zur Unsicherheit des Benutzers gegenüber seinem Arbeitsraum führen, sondern auch die Gefahr großer Schädigung durch nicht exakte Messungen hervorrufen.

Dem Prinzip seiner Arbeitsweise entsprechend muß das Elektrometer mittels eines für das Dosimeter entwickelten Gerätes aufgeladen werden. Durch den Ladevorgang wird der Quarzfaden, der gleichzeitig in 75facher Vergrößerung durch das eingebaute optische System auf der Skala erscheint und als Zeiger dient, gegen 0 bewegt. Hiermit ist das Dosimeter betriebsbereit. Treten nun Gamma-(Röntgen-)Strahlen auf,

*) Siehe auch Seite 279 „Die Industrie teilt mit“.

wird in der Ionisationskammer ein Ionenstrom erzeugt, der über die Elektroden die Kapazität entlädt. Je nach Spannungsabfall bewegt sich der Quarzfaden gegen den höchsten Anzeigepunkt der Skala.

Die Überprüfung der Anzeige des Dosimeters ist unabhängig von einer speziellen Ablesevorrichtung. Die gemessene Strahlenmenge kann jederzeit dadurch abgelesen werden, daß das Dosimeter gegen Licht gehalten und durch das Okular beschaut wird. Auf Grund seiner kleinen Abmessungen und seines geringen Gewichtes kann das Dosimeter überall ohne Behinderung verwendet werden, wobei ein am Körper des Meßinstrumentes angebrachter Clip die Befestigung an der Tasche des Benutzers erleichtert. Dieses in der Handhabung äußerst leichte Gerät kann auch neben den Strahlungskörper oder das diesen umschließende Schutzgehäuse gelegt oder gestellt beziehungsweise an ihm befestigt werden, um irgendwelche Ausstrahlungen zu messen. Durch die Linearität der Skala und die verschiedenen Meßbereiche der einzelnen Dosimetertypen ist eine weitgehende Variation im Einsatz und Gebrauch des Dosimeters gegeben.

Aus der Erfahrung haben sich nachstehende Meßbereiche als am praktischsten erwiesen: 0—200 mr, 0—5 r, 0—10 r, 0—20 r, 0—100 r, 0—600 r, 0—1000 r.

Eine weitere Type besitzt den Meßbereich 0—2 Toleranzdosen. Dieses Dosimeter wird speziell für die

Messung thermischer Neutronen verwendet. Eine Toleranzdosis thermischer Neutronen ist gleich 1750 thermischer Neutronen pro qcm pro sek. pro 8-Stunden-Tag. Sie ist jene Strahlungsintensität, die selbst bei dauernder Wirkung auf den ganzen menschlichen Körper noch keine Schädigung zeigt.

Die Ausführungen mögen dargelegt haben, wie wichtig, aber auch relativ einfach es ist, Vorkehrungen zu treffen, um jeden Personenkreis, der strahlungsfähig ist, durch ein handliches Meßgerät vor Überraschungen zu schützen. Die Vorsicht gebietet, ein wie oben beschriebenes Gerät zum Beispiel für den zivilen Luftschutz vorzusehen und weite Kreise der Bevölkerung mit seiner Handhabung vertraut zu machen. Auf den rein zivilen Sektor gesehen, ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten überall da, wo überhaupt mit strahlender Materie experimentiert oder gearbeitet wird. Der gesundheitlichen Sicherung des arbeitenden Menschen kann das Dosimeter genau so dienen, wie der laufenden Überprüfung mit radioaktivem Material bestückter Geräte. Das Vorhandensein eines leicht zu handhabenden Meßinstrumentes, wie es das Dosimeter darstellt, schließt jedoch nicht aus, daß ein Geiger-Müller-Zählrohr für die Vornahme exakter Messungen vorhanden sein soll. Das Dosimeter nimmt für sich nicht in Anspruch, ein solches Gerät zu ersetzen, sondern es zu ergänzen.

Einige Regeln über das zeitliche und räumliche Abklingen der Strahlung des radioaktiven Niederschlags*)

Von Dr. H. Eisenlohr, Sonthofen

Nach dem Einsatz einer Atombombe wird man mit der Bedeckung großer Gebiete mit radioaktivem Niederschlag zu rechnen haben. Dieser Niederschlag besteht in der Hauptsache aus dem von der Kettenreaktion nicht erfaßten spaltbaren Material (Uran, Plutonium) und aus den Spaltprodukten. Jede einzelne radioaktive Substanz dieses Gemisches zerfällt für sich nach ihrem Zerfallsgesetz, charakterisiert durch eine ganz bestimmte physikalische Halbwertszeit. Da sich nun das Spektrum dieser Halbwertszeiten gemäß der Zusammensetzung des Niederschlags vom Bruchteil einer Sekunde bis zu vielen Jahren erstreckt, ist das zeitliche Abfallsgesetz der Gesamtstrahlung, die aus dem unabhängigen und gleichzeitigen Zerfall aller Komponenten besteht, von ganz anderer Form als dasjenige eines einzelnen Strahlers. Trotz dieser offenkundigen Kompliziertheit des Gesamtvorganges lassen sich nun aber doch einige einfache Gesetzmäßigkeiten feststellen und in der Form von Faustregeln ausdrücken.)

A. Zeitlicher Abfall der Dosisleistung

1. Regel:

In jeweils der doppelten Zeit, bezogen auf den Detonationszeitpunkt, ist die Dosisleistung auf den um 10% verminderten halben Wert abgesunken.

Beispiel: 2 Stunden nach der Detonation werde die Dosisleistung 200 r/h gemessen. Nach der doppelten Zeit, also 4 Stunden nach der Detonation, wird man $100 - 10 = 90$ r/h zu erwarten haben. Nach weiteren 4 Stunden wird die Dosisleistung auf $45 - 5 = 40$ r/h abgefallen sein und so weiter.

2. Regel:

In jeweils der dreifachen Zeit, bezogen auf den Detonationszeitpunkt, ist die Dosisleistung auf den um 10% vermehrten vierten Teil abgesunken.

Beispiel: 2 Stunden nach der Detonation werde die Dosisleistung 200 r/h gemessen; dann ergibt sich nach der dreifachen

Zeit, also nach 6 Stunden der Detonation beziehungsweise 4 Stunden nach der ersten Messung, die Dosisleistung $50 + 5 = 55$ r/h.

3. Regel:

Die halbe Dosisleistung ergibt sich nach der um 10% verminderten doppelten Zeit.

Beispiel: 3 Stunden nach der Detonation werde eine Dosisleistung von 100 r/h gemessen; dann wird $6 - 0,6 = 5,4$ Stunden nach der Detonation, also 2,4 Stunden nach der ersten Messung, die Dosisleistung auf den halben Wert ($= 50$ r/h) abgesunken sein.

B. Abschätzung der aufgenommenen Dosis

Der Aufenthalt in einem Strahlungsfeld führt zur Aufnahme einer bestimmten Dosis D, deren Höhe von der dort herrschenden Dosisleistung I und von der Aufenthaltsdauer T abhängt. Bei gleichbleibender Dosisleistung ist der Zusammenhang einfach

$$D(r) = I(r/h) \cdot T(h).$$

Im Falle der vom radioaktiven Niederschlag verursachten Rückstandsstrahlung ist glücklicherweise die Voraussetzung der gleichbleibenden Dosisleistung nicht erfüllt. An Stelle des oben erwähnten einfachen Zusammenhangs tritt ein kompliziertes Gesetz, das dem zeitlichen Abfall der Strahlung Rechnung trägt. Für den Fall des Daueraufenthaltes ergibt sich die folgende

4. Regel:

Wird ein radioaktives Gelände t Stunden nach der Detonation betreten und herrscht zu dieser Zeit die Dosisleistung I (r/h), dann erhält man bei Daueraufenthalt die Maximaldosis

$$D = 5 \cdot I \cdot t$$

Beispiel: 4 Stunden nach der Detonation werde die Dosisleistung 10 r/h gemessen. Dann ergibt sich als Gesamtdosis bei Daueraufenthalt $5 \cdot 10 \cdot 4 = 200$ r.

*) Siehe Ziv. Luftschutz 22, S. 143.

5. Regel:

Wird ein radioaktives Gelände t Stunden nach der Detonation betreten und herrscht zu dieser Zeit die Dosisleistung I (r/h), dann erhält man bei vorübergehendem Aufenthalt bis zur doppelten, dreifachen, vierfachen Eintrittszeit

15%	20%	25%
-----	-----	-----

der Maximaldosis.

Beispiel: Ein radioaktives Gelände werde 3 Stunden nach der Detonation betreten; die beim Eintritt gemessene Dosisleistung sei 100 r/h. Bei vorübergehendem Aufenthalt von 3 Stunden Dauer, also bis zur doppelten Eintrittszeit, erhält man 15% der Maximaldosis (diese beträgt nach Regel [4]: $D = 5 \cdot 100 \cdot 3 = 1500$ r), das sind 230 r.

6. Regel:

Die bei einstündigem Aufenthalt in einem durch radioaktiven Niederschlag verseuchten Gelände empfangene Dosis ist zahlenmäßig gleich der beim Eintritt in r/h gemessenen Dosisleistung.

C. Abnahme der Dosisleistung mit der Höhe über der strahlenden Fläche

Bei einer punktförmigen Strahlenquelle nimmt die Dosisleistung mit dem Quadrat der Entfernung vom Strahler ab. Dabei ist noch vorausgesetzt, daß die Strahlung keine Absorption erfährt. Beide Voraussetzungen sind bei der radioaktiven Verseuchung eines großen Gebietes nicht gegeben. Dies hat zur Folge, daß die Abnahme der Dosisleistung mit zunehmender Höhe über der strahlenden Fläche nur relativ langsam

erfolgt. In der nachstehenden Tabelle ist dieser langsame Abfall der Dosisleistung mit wachsender Entfernung in einem Bereich von 5 cm bis 100 m Höhe dargestellt. Dabei sind für die Dosisleistung willkürliche Einheiten verwendet. Die Tabelle kann beispielsweise dazu verwandt werden, um aus einer Dosisleistungsmessung in bestimmter Höhe, zum Beispiel aus einem Hubschrauber, auf die in Nähe des Erdbodens herrschende Dosisleistung zurückzuschließen. Man kann ihr entnehmen, daß das Verhältnis der Dosisleistungen in 1 m Höhe und 100 m Höhe etwa 6:1 beträgt. Die angeschriebenen Werte gelten allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die Ausdehnung des verseuchten Gebietes groß gegen die Meßhöhe ist.

Tabelle

Abnahme der Dosisleistung (in willkürlichen Einheiten) mit der Höhe über der strahlenden Fläche

Höhe	Dosisleistung
5 cm	200
10 cm	184
50 cm	144
1 m	126
2 m	110
5 m	88
10 m	70
100 m	20

REFERATE

STRAHLENSCHUTZ**Grundlagen und Möglichkeiten der FilmDOSimetrie**

Der Verfasser erwähnt zunächst die verschiedenen Vorteile der FilmDOSimetrie und geht dann kurz auf die physikalischen Vorgänge beim photographischen Prozeß ein. Es folgt eine Diskussion der Hauptschwierigkeit bei der FilmDOSimetrie, der Energieabhängigkeit der Filmschwärzung. Während eine ausreichende Verminderung dieses Effekts bereits bei einer einheitlichen Strahlung praktisch unmöglich ist, werden die Verhältnisse noch weit verwickelter, wenn gleichzeitig neben Röntgen- beziehungsweise Gammastrahlung noch Betastrahlung gemessen werden soll. Zur Registrierung von Neutronen muß die geringe Empfindlichkeit der Filme durch Zusätze zum Beispiel von Lithium zur Emulsion und durch bestimmte Filteranordnungen gesteigert werden. Die Arbeit enthält eine ausführliche Literaturübersicht. (K. Becker, Atompraxis 5, 168, 1958) H. E.

Die natürliche Radioaktivität im Wasser

Es gehört mit zur Vorplanung eines Kernreaktors, den natürlichen Nullpegel der Radioaktivität in der Umgebung zu messen, um bei späteren Kontrollen ein Bezugsniveau zu haben. In der Arbeit wird beschrieben, wie die einzelnen Komponenten der natürlichen Radioaktivität in den verschiedensten Wässern (zum Beispiel Flußwasser, Trinkwasser und so weiter) bestimmt werden. Dabei gelangten hauptsächlich chemische Fällungsverfahren und anschließende Messung mit Proportionalzählern zur Anwendung. Es wurde unter anderem bestätigt, daß sich das Gleichgewicht zwischen Radon und seinen Folgeprodukten bei Wasser ändert, das durch Rohrleitungen oder Filter (Sand) fließt. In mehreren Kurven und Tabellen sind die Meßwerte der Autoren dargestellt, wobei vor allem Trinkwasser von Städten in der Umgebung von Karlsruhe berücksichtigt ist. Abschließend werden einige Folgerungen für die Wasserüberwachung von atomtechnischen Anlagen mitgeteilt. (H. Kiefer und R. Maushart, Nukleonik 1, 22, 1958) H. E.

Messung der Beta- und Gamma-Aktivität von Niederschlägen

Die Durchführung von Kernwaffen-Tests und der Betrieb von atomtechnischen Anlagen haben eine Erhöhung der Radioaktivität der Luft und der Niederschläge zur Folge. Es ist daher notwendig, den Gehalt der Atmosphäre an radioaktiven Stoffen an vielen Stellen laufend zu überwachen. Insbesondere ist es wichtig, die Konzentration einzelner radioaktiver Nuklide zu bestimmen. In der vorliegenden Arbeit wird eine Methode beschrieben, welche die unterschiedliche Gamma-Energie der Strahlung einzelner Spaltkerne zu deren Nachweis mittels eines Szintillationspektrometers verwendet.

Meßergebnisse von Regenwasserrückständen zeigen, daß die Methode zur Identifikation einzelner Spaltkomponenten brauchbar ist. (H. Schmier, Atomkern-Energie 8/9, 346, 1958) H. E.

Die Bestimmung langlebiger Fall-out-Produkte im Regenwasser

Es wird eine Methode zur Bestimmung langlebiger Isotope (Sr^{89} , Sr^{90} , Ce^{144} und Cs^{137}) in Regenwasserproben beschrieben. Es wird besonderer Wert auf die Entwicklung einer Methode gelegt, durch die eine chemische und radiochemische Reinheit der Quellen gesichert ist, die für die Zählung benutzt werden.

(R. A. Osmond, A. G. Pratchett, J. B. Warricker: The determination of long-lived fall-out in rain water. U.K.A.E.A. Research Group, Wollwick Outstation. August 1957, H.X. 3397 — A.E.R.E. C/R 2165). U. Sch.

Die Bestimmung von Radio-Strontium in Abwässern

Radiostrontium wird in Abwässern durch Niederschlag aus einem aliquoten Anteil in Gegenwart eines Strontiumträgers bestimmt. Bevor das radiochemisch reine Strontium als Oxalat gefällt wird, werden die anderen vorhandenen Radionuklide durch Fällungsreaktionen entfernt. Die absolute Aktivität wird durch Vergleich mit einem Standard bestimmt.

(B. A. Loveridge und A. N. M. Thomas: The determination of radiostrontium in effluent. A.E.R.E. C/R 2294, Harwell, June 1957, H.X. 3048 (H.U.)). U. Sch.

Über die weltweite Ausbreitung langlebiger Spaltprodukte nach Atomtest-Explosionen

In England sind in den letzten Jahren sechs und in anderen Ländern dreizehn Stationen errichtet worden, denen die Aufgabe übertragen wurde, Regenwasser zu sammeln und es in bestimmten Intervallen auf seinen Gehalt an Sr^{89} , Sr^{90} , Cs^{137} und Ce^{140} zu untersuchen. Im vorliegenden Bericht wird über die bisher erzielten Ergebnisse, besonders über diejenigen, die mit dem Sr^{90} erhalten wurden, berichtet.

Es wird gezeigt, daß der größte Teil des Sr^{90} -Niederschlages aus Testexplosionen stammt, deren Wolken in die Stratosphäre eintreten und langsam im Laufe von Jahren zur Erde zurückkehren. Im Mai 1957 betrug die Größe des Niederschlages 75 cm/km². Der Cs^{137} -Spiegel liegt um 50% höher als derjenige von Sr^{90} . Die experimentell ermittelten Daten zeigen, daß in einem gegebenen Gebiet radioaktiver Niederschlag und Regenmenge proportional sind. Unter Zugrundelegung der bisherigen Atombombenteste und der in Zukunft zu erwartenden, werden Berechnungen über den zukünftigen Sr^{90} -Spiegel im Boden in England angestellt.

Es wird gezeigt, daß der mittlere Strontiumgehalt in Regenwasser in England starken jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen ist, mit Maximalwerten im Spätfrühling und Minimalwerten im Spätherbst; die Konzentration in der Stratosphäre scheint sich in ähnlicher Weise zu verändern. Das Maximum-Minimum-Verhältnis beträgt 6:1. Eine ähnliche, aber weniger ausgeprägte Änderung wurde im Regenwasser von New-Foundland festgestellt. Es konnte auch gezeigt werden, daß der Sr⁹⁰-Niederschlag am Äquator am geringsten

ist, und daß ein Maximum in den mittleren Breiten und der nördlichen Hemisphäre erreicht wird.

Es werden einige Vorschläge für die zukünftige Arbeit über meteorologische Probleme des fall-out gegeben.

(N. G. Stewart, R. G. D. Osmond, R. N. Crooks und E. M. Tisher: The world-wide deposition of long-lived fission products from nuclear test explosions. U.K.A.E.A. Research Group, Atomic Energy Research Establishment, Harwell, October 1957, A.E.R.E. HP/R 2354). U. Schüttsock, Karlsruhe

NEUES ÜBER DEN LUFTSCHUTZ

Die in dieser Rubrik gebrachten Nachrichten über Luftschutz und seine Grenzgebiete stützen sich auf Presse- und Fachpressemeldungen des In- und Auslandes. Ihre kommentarlose Übernahme ist weder als Bestätigung ihrer sachlichen Richtigkeit noch als übereinstimmende Anschauung mit der Redaktion in allen Fällen zu werten, ihr Wert liegt vielmehr in der Stellungnahme der öffentlichen Meinung sowie der verschiedenen Fachsparten zum Luftschutzproblem

ADMINISTRATION UND ORGANISATION

Bundesregierung prüft Genfer Konvention

Das Internationale Komitee vom Roten Kreuz hat vor kurzem der Bundesregierung den Entwurf einer Konvention über „Regeln zur Einschränkung der Gefahren, denen die Zivilbevölkerung in Kriegszeiten ausgesetzt ist“ zugeleitet. Der Entwurf, in dem vor allem Fragen wie die Einstellung der Atomwaffenversuche und der Schutz der Zivilbevölkerung im Kriegsfall erörtert werden, war von der Rot-Kreuz-Konferenz in Neu Delhi im Herbst 1957 gebilligt worden. An dieser Konferenz nahmen 400 Delegierte aus 83 Ländern teil. Die „Regeln zur Einschränkung der Gefahren“ sollen den Status einer internationalen Konvention erhalten. Der Konvention müssen die einzelnen Staaten zustimmen.

Strahlenschutzverordnung vom Berliner Senat verabschiedet

Der Berliner Senat hat am 14. Oktober eine Strahlenschutzverordnung für das Land Berlin erlassen, in der vor allem die Schutzbestimmungen für den Umgang mit radioaktiven Stoffen enthalten sind. Die Vorlage mußte von der Berliner alliierten Kommandantur genehmigt werden. In der Verordnung wird weitgehend Rücksicht auf die Strahlenschutzverordnung des Bundes genommen, die noch in diesem Jahr verabschiedet werden soll. In der Strahlenschutzverordnung ist unter anderem festgelegt, daß der Umgang mit radioaktiven Stoffen der ausdrücklichen Genehmigung des Senats bedarf. Genehmigungspflichtig sind außerdem die Einfuhr, die Ausfuhr sowie die Lagerung und die Verarbeitung.

Die Erlaubnis wird vom Senator für Arbeit und Sozialwesen erteilt. Zuwiderhandlungen werden nach dem Berliner Atomgesetz geahndet, das Geldstrafen bis zu 100 000 Mark oder Gefängnis bis zu zwei Jahren vorsieht. In der Verordnung wird ferner die Errichtung einer Atommüllsammelstelle verlangt. Die Kosten hierfür werden auf 500 000 DM geschätzt. Mit dem Bau soll erst 1959 begonnen werden. Es wird erwogen diesen Müll auf dem Reaktorgelände in Wannsee abzulagern.

Wehrdienst und Luftschutz

Das Bundesverteidigungsministerium will in einer Novelle zum Wehrpflichtgesetz und zum Dienstdauerengesetz vorschlagen, daß Wehrpflichtige, die für die Dienstleistungen im zivilen Bevölkerungsschutz — vor allem im Luftschutz — vorgesehen sind, künftig vom Wehrdienst freigestellt werden.

Göttingen, Modellstadt für den Luftschutz

Auf Wunsch des Bundesinnenministeriums ist Göttingen, weil es „nicht zu groß und nicht zu klein ist“, mit einigen anderen Städten der Bundesrepublik als Modellstadt für den künftigen Luftschutz ausersehen worden. Bisher allerdings ist es bei der Aufstellung von Plänen geblieben, unter anderem deshalb, weil noch keine Durchführungsbestimmungen zum Luftschutzgesetz erlassen wurden. Göttingen soll danach in drei Luftschutzbezirke gegliedert werden. Die unterste Stufe ist die Luftschutzhausgemeinschaft, die aus einem Selbstschutzwart, einem Melder, drei Hausfeuerwehrleuten und zwei Laienhelfern besteht. Sofern eine Hausgemeinschaft zur Aufstellung einer derartigen Einheit zu klein ist, werden mehrere Häuser zur „Selbstschutz-Nachbarschaft“ zusammengefaßt. Mehrere Häuser oder Nachbarschaften, höchstens aber 120 Häuser oder rund 1000 Menschen, bilden dann die „kleinste taktische Einheit“, den Selbstschutzblock. Mehrere Blöcke, höchstens aber 5000 Menschen, ergeben die „Selbstschutz-Gemeinschaft“. Diese wiederum schließen sich zum „Selbstschutz-Bezirk“ zusammen. Die Arbeit des Luftschutzes stößt immer noch auf große Schwierigkeiten. Von 80 000 Göttingern konnten bisher nur 260 für die freiwillige Mitarbeit geworden werden.

NATO-Ausschuß für Sanitätswesen

In der NATO ist in den letzten Jahren eine Reihe von Ausschüssen gebildet worden, denen die Aufgabe zufällt, verschiedene, die ganze Gemeinschaft interessierende Probleme auf übernationaler Ebene zu koordinieren. Es gibt einen Ausschuß für die zivile Organisation im Kriege, einen für die Zivilverteidigung, einen für Kohle, Stahl und Treibstoffe, einen für die Nahrungsmittelversorgung, einen für den Transport zu Lande, in der Luft und auf dem Meere und außerdem verschiedene andere. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden von einem „Senior Committee“, das auch den Namen „Koordinationsausschuß“ trägt, ausgewertet. Vorsitzender dieses Ausschusses ist der Generalsekretär der NATO, Paul Henry Spaak.

Außer den oben erwähnten Planungsausschüssen ist ein medizinischer Ausschuß gebildet worden, aus der Erkenntnis, daß eine Zusammenarbeit und eine Aufstellung allgemeingültiger Richtlinien in der Behandlung Kranker und Verwundeter heute dringlicher denn je ist. In verschiedenen Ländern scheint man in den letzten Jahren zu folgender Art der Betreuung von Verwundeten übergehen zu wollen: In der Kampfzone bis zum Evakuierungslazarett wird sich das militärische Sanitätswesen aller Verwundeten annehmen, während die spätere Betreuung der verwundeten

Soldaten von der gleichen Organisation wahrgenommen wird, der die Behandlung der zivilen Verwundeten anvertraut ist. Es wäre wünschenswert, daß es hier zu einer für die ganze NATO-Gemeinschaft gültigen Regelung käme. Der Ausschuß, der 1954 gegründet wurde, und in dem jedes Mitglied der NATO einen Vertreter sitzen hat, hält im Jahre drei bis vier Sitzungen ab. Die von dem Ausschuß ausgearbeiteten Richtlinien werden den zuständigen Behörden der einzelnen Mitgliedstaaten zur Begutachtung übersandt, die außerdem an der Ausarbeitung neuer Vorschläge mitwirken.

Zur Erledigung der täglichen Arbeit, zu der unter anderem die Abfassung von Berichten und die Bearbeitung einlaufender Fragen gehört, steht dem Ausschuß ein medizinischer Ratgeber zur Seite, der gleichzeitig die Stellung eines Sekretärs des Ausschusses bekleidet und der seinen Wohnsitz in Paris hat.

Zur Beleuchtung der Arbeiten des Ausschusses sei erwähnt, daß dieser auf einer seiner kommenden Ausschußsitzungen folgende Probleme behandeln wird:

Fragen in Verbindung mit den sanitären Verhältnissen unter und nach einer Evakuierung, teils im Hinblick darauf, welche Minimumforderungen an die Einquartierungsverhältnisse für die Einquartierten von medizinischer Seite gestellt werden müssen, teils, welche besonderen Maßnahmen gegen die Ausbreitung ansteckender Krankheiten getroffen werden müssen.

Organisation und Administration eines Bluttransfusionsdienstes im Hinblick auf die Festlegung, an welches Glied in der Behandlungskette und an welche Kategorien von Patienten die vermutlich relativ kleine zur Verfügung stehende Blutmenge verteilt werden soll.

Feststellung, ob es möglich ist, Standardmethoden für die Behandlung von Verbrennungen und einfachen Frakturen anzugeben.

Koordination mit dem Sanitätswesen der Streitkräfte auf den verschiedenen Stufen.

Ausarbeitung eines Ausbildungsprogramms für das eigentliche Sanitätspersonal wie auch für das Hilfspersonal im Sanitätsdienst.

Es ist damit zu rechnen, daß in der nächsten Zeit verschiedene Empfehlungen (Recommendations) ausgearbeitet werden, die von entscheidender Bedeutung bei der Planung der einzelnen Mitgliedstaaten auf nationaler Ebene werden dürften.

LUFTSCHUTZÜBUNGEN

Umfassende lokale Zivilschutzübung in der Schweiz

Nachdem bereits in einigen Schweizer Städten Zivilschutzübungen größeren Ausmaßes veranstaltet worden sind, ist im Verlauf des Monats September in der Stadt Bern ein wohl vorbereitetes „Gefechtexerzieren“ dieser Art durchgeführt worden, an welchem außer manchen Zweigen des städtischen Zivilschutzdienstes auch ein Luftschutzbataillon der Armee mitwirkte sowie Betriebsschutzorganisationen der Bundesverwaltung, der Schweizerischen Bundesbahnen, der PZZ-Verwaltung, dann die Betriebsorganisationen von zwei bedeutsamen Industrieunternehmen in Bern. Von der Truppe waren etwa 600 Mann eingesetzt, von der zivilen Organisation etwa 1500 Mitwirkende, wovon 450 eingeteilt und ausgebildet, 300 eingeteilt, aber noch nicht ausgebildet sind, und 700 für die Übung sonstwie beigezogen wurden.

Der Übung war die Schulung der Vorgesetzten und der Teilnehmer zugrunde gelegt; sie bezweckte im weiteren das Zusammenspiel aller beteiligten Kräfte, und drittens sollte die Öffentlichkeit, für deren Orientierung durch Lautsprecher und andere Mittel der Aufklärung gesorgt war, am Aufbau und Funktionieren des Zivilschutzes interessiert werden. In Bern bestünden indessen, so wurde versichert, kaum Rekrutierungsschwierigkeiten für den Zivilschutz. Die Übung wickelte sich im wesentlichen in zwei Regionen der Stadt Bern ab, in der Gegend von Hauptbahnhof

und Hauptpostgebäude einerseits und in der Gegend, in welcher sich Verwaltungsgebäude des Bundes, die beiden mitwirkenden Industrieunternehmen, das Gaswerk, das Depot der städtischen Verkehrsbetriebe befinden sowie verschiedene Schulhäuser, andere öffentliche und einige private Gebäude.

Den Ausgangspunkt der Übung bildete eine kurze, aber heftige Bombardierung der erwähnten Stadtgebiete, die durch Petarden, Bengalfeuer und andere technische Markiermittel angedeutet wurde. Man bekam wieder einmal den „vertrauten“ Sirenenalarm zu hören, die Straßenzüge wurden verdunkelt, die durch kantonale und Armeekräfte verstärkte Polizei riegelte die „Gefahrzonen“ ab, die untersten Einsatzorgane, wie Hausfeuerwehr, Block- und Quartierwarte, erstatteten die durch Schiedsrichter ausgelösten Meldungen „nach oben“, worauf ohne Zeitverlust die verschiedenen öffentlichen und privaten Organisationen und Dienste Befehle und Weisungen zu entsprechendem Einsatz erhielten, mit Einschluß des an der Peripherie der Stadt bereitgestellten Luftschutzbataillons. Der Alarm-, Beobachtungs- und Verbindungsdiens arbeitete von drei Beobachtungsposten aus. Das dichte technische Verbindungsnetz war noch durch 80 Pfadfinder als Läufer verstärkt und gesichert. Die in einigen privaten Häuserblocks eingesetzten Hauswehren hatten die ihnen ordentlicherweise zufallenden Aufgaben zu erfüllen, mit Einschluß der Rettung von Menschen und der Brandbekämpfung. Sie forderten dann die Hilfe der Kriegsjfeuerwehr an, wobei die wegen der ansehnlichen Distanzen nicht ganz einfach zu bewerkstellende Entnahme und Zuleitung von Wasser aus dem Fluß Aare vorzunehmen war. Der technische Dienst der Betriebsschutzorganisationen hatte dazu noch die Freilegung verschütteter Wege zur Bergung von Verletzten zu besorgen. Dem Elektrizitätswerk war die Einrichtung einer Notbeleuchtung aufgetragen, dem Gaswerk die Bekämpfung von Gas- und Ölbränden auf eigenem Areal, während auch eine Notversorgung der Sanitätshilfsstellen mit Wasser zu bewerkstelligen war. Der Sanitätsdienst hatte die erste Hilfe an Verletzten zu leisten sowie deren Einlieferung in Spitäler und Notspitäler zu organisieren. Hier arbeiteten nur die Kader und eingeteilte Samariter mit sowie Gehilfen als Träger. Als „Verwundete“ waren 80 „Figuranten“ hergerichtet worden.

Die Obdachlosenhilfe sodann hatte die Betreuung der betroffenen Bevölkerung zu besorgen, wozu Unterkunft, Verpflegung, Registrierung, Bekämpfung von Panik und Schockwirkung gehörten. Der Aufbau ist ähnlich wie im Sanitätsdienst: Sammelposten als erste Hilfestation in den Häuserblocks, Sammelstelle im Quartier, Sammelager für längeren Aufenthalt. Hier harrten 260 „Figuranten“ der sachkundigen und dienstbeflissenen Betreuung. Der verstärkte Polizeidienst hatte außer den Ordnungsaufgaben, wie sie sich immer stellen, die aus dem Übungsablauf sich ergebenden zusätzlichen Aufgaben praktisch oder theoretisch zu lösen. „Wer macht was“ lautete eine Frage in bezug auf die Bergung von Toten, deren Zahl bei einer Bombardierung im Ernstfall in die Tausende gehen kann; und „Was geschieht mit Plünderern“?

Die Verkehrsbetriebe der Stadt Bern hatten besondere Transportaufgaben zu lösen, abgesehen von Umleitungen auch die Behebung von Pannen, Reparaturen und einige aus Unfällen sich ergebende Aufgaben. Materialdienst und Verpflegungsdienst waren ebenfalls aktiv in den Übungsablauf eingebaut. Hingegen wurde der sogenannte ABC-Dienst der Sanitäter mit den Aufgaben, die sich im Atomkrieg, bei Einsatz von biologischen und chemischen Kampfmitteln stellen, supponiert, wie auch die Dezentralisierung der Bevölkerung im großen mit den damit zusammenhängenden Evakuierungen.

Die privaten industriellen Betriebsschutzorganisationen lösten im eigenen Betrieb Aufgaben technischer Natur, dazu der Feuerbekämpfung und des Sanitätsdienstes. Das gleiche galt für die

Schutzorganisationen der öffentlichen Verwaltung und Betriebe. Im Bahnhofareal waren „Reparaturen“ vorzunehmen, der Betrieb mußte auf Dampftraktion umgestellt werden und die „Mitwirkung“ eines einfahrenden fahrplanmäßigen Zuges erreichte ebenfalls verschiedene besondere Anordnungen des Fahrdienstes. Ähnliches galt von der PTT-Verwaltung. Gegen Mitternacht wurde die am Frühabend begonnene Übung abgebrochen.

Großangelegte Evakuierungsübung in Schweden

In Trollhättan in Südschweden, einer Stadt von 31 000 Einwohnern, ist vor kurzem eine großangelegte Zivilverteidigungsübung durchgeführt worden. Dem Plan lag die Annahme zugrunde, daß die Stadt mit einer Bombardierung aus der Luft und dem Absprung von Fallschirmtruppen zu rechnen habe. Punkt sieben Uhr morgens wurde Alarm gegeben und die Einwohner der Stadt, die zur ersten Evakuierungswelle gehörten, im ganzen 10 000 Personen, wurden aufgefordert, sich an den für sie zuständigen Sammelplätzen einzufinden. Von den 4000 Kraftwagen, die es in Trollhättan gibt, standen ihnen 2000 zur Verfügung. Für den Abtransport wurde die einzige Ausfallstraße nach Norden freigegeben, die vom Feinde nicht blockiert war. Aufnahmeort für die Evakuierten war der 57 Kilometer entfernt gelegene Ort Grävsnäs. Einheiten der Armee hatten dort Feldküchen aufgestellt. Jeder Evakuierte erhielt einen Teller Erbsensuppe mit Fleisch. Am Abend kehrten die Evakuierten wieder nach Trollhättan zurück mit der Versicherung der Zivilverteidigungsbehörden, daß es dem Feinde nicht gelungen sei, sich in den Besitz von Trollhättan zu setzen.

FLUG- UND RAKETENWAFFEN

Luftwarnsystem über den Rundfunk

Schweden hat ein neues Luftwarnsystem, „Lufar“ genannt, ausgearbeitet. Das System besteht aus einer Kette von Rundfunksendern, die auf Langwelle senden und jederzeit durch Warnungen an die Allgemeinheit Schutzmaßnahmen gegen angreifende Flugzeuge oder Fernwaffen auslösen können. Sie sollen falls erforderlich auch auf die radioaktive Verseuchung bestimmter Gebiete hinweisen. Das Warnsystem soll bis 1960 voll fertiggestellt sein.

Lenkflugkörper mit vierfacher Schallgeschwindigkeit

Das mit einem Staustrahltriebwerk ausgerüstete Projektil X-7 der US-Luftstreitkräfte erreichte bei Flugversuchen eine Stundengeschwindigkeit von 4160 km. Der Start erfolgte hoch über der Wüste von Neu-Mexiko von einem Flugzeug aus. Dabei erreichte der Flugkörper mehr als vierfache Schallgeschwindigkeit, die in Höhen zwischen 12 000 und 30 000 Metern bei 1056 km/Stunde liegt.

Der Typ X-7 gilt als das schnellste Projektil in der Gruppe, bei der für die Treibstoffverbrennung Luft aus der Atmosphäre angesaugt werden muß.

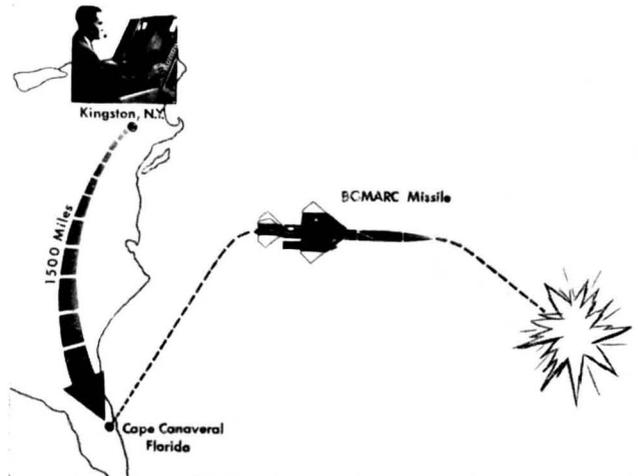
Bomarc-Fernlenkgeschöß für den Einsatz gegen Flugziele

Start und Flug ferngesteuert

Ein Boden-Luft-Fernlenkgeschöß vom Typ Boeing IM-99 „Bomarc“, eine der schlagkräftigsten amerikanischen Luftabwehrwaffen, wurde kürzlich von der Luftwarnzentrale Kingston (New York) — 2400 km vom Startplatz Cape Canaveral (Florida) entfernt — gestartet und in ein rund 400 km entferntes Luftziel gelenkt.

Die Bomarc erreicht ihr Ziel, in diesem Fall ein unbemanntes Flugzeug, mit Hilfe eines Bordzielgerätes, das sich bei Erreichung des Zielraumes einschaltet und die Kontrolle über das Geschöß, die bis zu diesem Zeitpunkt von der Bodenstation aus erfolgt, übernimmt.

Bei diesem Zielversuch wurde das anfliegende Flugzeug von Radarstationen entlang der Küste „ausgemacht“ und an die Luftwarnzentrale in Kingston (New York) gemeldet. Die ermittelten Radarmesswerte wurden in Sekundenschnelle von einer



Schematische Darstellung der Arbeitsweise des ferngesteuerten Starts und Zielflugs. Das anfliegende unbemannte Zielflugzeug wird von Radargeräten entlang der amerikanischen Ostküste geortet, die die Meßwerte an die Luftwarnzentrale in Kingston (New York) weitergeben. Dort berechnet eine Elektronenanlage in Sekundenschnelle alle Daten über Start und Flugweg des Bomarc-Geschosses, gibt das Startsignal und lenkt das Geschöß in den Zielraum; nach Erreichung des Zielraumes übernimmt das Bord-Zielgerät den Anflug des Ziels. Bei den Übungsflügen verhindert ein zusätzliches Bordgerät im letzten Augenblick ein Auftreffen auf das Zielflugzeug und damit dessen Vernichtung.

Elektronenrechenanlage ausgewertet, die die notwendigen Daten für den Start des Bomarc-Geschosses von Cape Canaveral aus und seinen Weg in den Zielraum errechnete.

Die Bomarc wurde für diese Testflüge mit einem besonderen Gerät ausgerüstet, das im letzten Augenblick ein Auftreffen auf das Flugziel und somit dessen Vernichtung verhindert.

Die Bomarc-Fernlenkgeschosse, vielfach als unbemannte Allwetterjäger bezeichnet, werden von den Boeing-Flugzeugwerken hergestellt. Das Geschöß ist rund 14 m lang und hat eine Flügelspannweite von 5,4 m. Das Gesamtgewicht beträgt etwa 7000 kg. Die Bomarc wird mit Hilfe einer Aerojet-Starthilfsrakete mit flüssigem Brennstoff gestartet; der Antrieb während des Flugs erfolgt durch zwei Staustrahltriebwerke vom Typ Marquardt, die nach Erreichung einer gewissen Höhe einsetzen. Die Reichweite beträgt mindestens 400 km. Sie kann mit normalem oder Atom-Sprengkopf ausgerüstet werden.

Raketentechnik braucht besondere Baustoffe

In der modernen Raketentechnik werden Materialien gebraucht, die weitaus leichter, zugleich aber fester und hitzebeständiger als die bisher verwendeten Stoffe sind. Das amerikanische Unternehmen Avco-Crosley ist nach gründlichen Untersuchungen der verschiedensten Werkstoffe zu dem Ergebnis gekommen, daß eine Honigwabengitterstruktur aus rostfreiem Stahl den Beanspruchungen weitgehend genügt. Die Struktur besitzt die Festigkeit des massiven Stahls bei nur einem Zehntel seines Gewichts.

US-Raketendruck soll 6000 Stundenkilometer erreichen

Das von der North American Aviation Company gebaute bemannte Raketendruck X-15 soll bei seinen Probeflügen im

kommenden Jahr eine Geschwindigkeit von über 5760 Stundenkilometern erreichen.

Die Außenfläche des Flugzeugs, das bis zu einer Höhe von 160 Kilometer steigen kann, wird nach den Berechnungen seiner Konstrukteure beim Wiedereintauchen in die Erdatmosphäre bis auf 530 Grad Celsius erhitzt werden. Um diese Erhitzung bis zur Rotglut ohne Schaden überstehen zu können, will man für die Außenverkleidung der Maschine rostfreien Stahl verwenden und 65 Prozent aller Metallverbindungen der Maschine schweißen.

Die stummelflügelige X-15 wird von einem B-52-Bomber aus gestartet werden. Mit den Testflügen will man weitere Erkenntnisse zur Lösung der Probleme des Raumflugs, vor allem die Auswirkungen der Schwerelosigkeit auf den Piloten und die Steuerungsmöglichkeit bei so extremen Geschwindigkeiten, gewinnen.

WISSENSCHAFT UND TECHNIK

Neues amerikanisches Atom-U-Boot auf Kiel gelegt

Die amerikanische Marine hat ein neues atomkraftgetriebenes Unterseeboot auf Kiel gelegt. Das Boot soll doppelt so groß werden wie das erste Atom-U-Boot der Welt, die „Nautilus“. Die Bauzeit wird etwa zwei Jahre betragen.

Höhenforschung mit Riesenballons

Über dem amerikanischen Mittelwesten wurde vor kurzem ein riesiger Plastikballon in 31 200 Meter Höhe aufgelassen, der mit einem Spezialteleskop für Gammastrahlen ausgerüstet war. Mit Hilfe dieses Teleskops können die Bahnsuren von kosmischen Primärstrahlen erfaßt und fotografisch registriert werden. Um die bei der Auswertung der Bilder störenden Sekundärstrahlen, die eine geringere Intensität besitzen, auszuschalten, wurde das Gerät in eine Bleikapsel eingeschlossen.

Wie von Wissenschaftlern der Technischen Hochschule Massachusetts hierzu erklärt wurde, hofft man, durch das in solchen Versuchen gesammelte wissenschaftliche Material mehr über Herkunft und Richtung der kosmischen Primärstrahlen zu erfahren, die möglicherweise eine künftige Raumfahrt erschweren.

Im Verlauf des kommenden Winters beabsichtigen Physiker der Universität Chicago, einen unbemannten Ballon (Durchmesser 75 Meter!) in 39 000 Meter Höhe zu schicken, mit dem ebenfalls Aufnahmen von kosmischen Strahlen gemacht werden sollen. Das Experiment ist das erste in einem auf zunächst drei Jahre befristeten Forschungsunternehmen, das in Zusammenarbeit mit dem amerikanischen Marineforschungsamt durchgeführt und von der National Science Foundation durch eine Stiftung in Höhe von 450 000 Dollar ermöglicht wird. Professor Marcel Schein erwartet wertvolle wissenschaftliche Ergebnisse vom Versuch, da in dem genannten Höhenbereich die kosmischen Strahlen eine tausendfach höhere Energie besitzen als die im Laboratorium künstlich beschleunigten Atomteilchen.

Radioisotope in der Atmosphäre

Ein Hilfsmittel der meteorologischen Forschung

Eine ständige Überwachung der Radioaktivität der Luft, des Niederschlags und fester, am Boden abgelagerter Partikel gehört zu den Aufgaben des Internationalen Geophysikalischen Jahres. Wie Dr. Lester W. Machta, Leiter der Arbeitsgruppe Kernstrahlung im amerikanischen IGJ-Ausschuß für Meteorologie, kürzlich im „IGY-Bulletin“ der Nationalen Akademie der Wissenschaften in den Vereinigten Staaten mitteilte, war hierfür ein umfassendes Programm für das Sammeln von Proben und deren Untersuchung ausgearbeitet worden, das nicht nur die Schaffung eines weltweiten Netzes von Beobachtungsstationen,

sondern auch einheitlicher Richtlinien für Analysenverfahren und Auswertung erforderte.

Das Vorhandensein von Radioaktivität in der Erdatmosphäre als ein Naturphänomen ist seit über 50 Jahren bekannt. Umfangreichen Untersuchungen dieser Erscheinung zwischen 1900 und 1913 folgte, wie Dr. C. C. Delwiche von der Universität Kalifornien kürzlich in einer umfassenden Analyse der Zusammenhänge zwischen Bodenverwitterung und atmosphärischer Strahlungsaktivität ausführte, die Entdeckung, daß beispielsweise das Versagen von elektrostatischen Meßgeräten wie Elektroskopen, eine elektrische Ladung zu halten, zum Teil auf das Vorhandensein von Radon in der Luft zurückzuführen war. Radon, auch Radium-Emanation genannt, ist ein farb- und geruchloses radioaktives Edelgas, das als ein Zwischenprodukt beim radioaktiven Zerfall des in der Erdrinde enthaltenen Urans beziehungsweise Radiums entsteht.

Häufig wurde schon damals bei den ersten Untersuchungen ein ungewöhnlich hoher Strahlungspegel gemessen, was man jedoch nicht selten mit einer fehlerhaften Anzeige der Meßgeräte in Zusammenhang brachte. Man versuchte auch, Beziehungen zwischen Radioaktivitätsmenge und Wetterverhältnissen unter Berücksichtigung von Luftdruck, Niederschlag und Störungen durch Tiefdruckgebiete sowie zwischen Radioaktivitätsmenge und Verbrennung fossiler Brennstoffe in dichtbevölkerten Gebieten zu erkennen, da beobachtet worden war, daß in Gegenden mit dichten Rauchschwaden in der Atmosphäre auch die Radioaktivität offenbar stärker war.

Dr. Delwiche stellte jedoch hierzu fest, daß auf Grund seiner Laboratoriumsuntersuchungen diese Koinzidenz eher auf einer Stagnation der Luftbewegung zurückzuführen sei; das heißt, daß sich die Radium- und Thorium-Emanation und deren Zerfallsprodukte naturgemäß dort „stauen“, wo auch Rauch- und Nebelchwaden infolge der atmosphärischen Bedingungen keine Gelegenheit haben sich zu verteilen. In enger Zusammenarbeit mit der wissenschaftlichen und industriellen Forschungsorganisation des Britischen Commonwealth untersuchte Delwiche Bodenproben aus 16 Gegenden unterschiedlicher, typischer Bodenformation. Dabei kam er zu dem Schluß, daß die Größenordnung der natürlichen atmosphärischen Radioaktivität stets in erster Linie auf die Menge der aus dem Boden ausdringenden Radon-Isotopen und den Umfang ihrer Vermischung mit den darüberliegenden Luftmassen zurückzuführen ist.

Hauptziel der Kernstrahlungsuntersuchungen im Internationalen Geophysikalischen Jahr ist es, die in der Atmosphäre und den Weltmeeren enthaltenen radioaktiven „Markiersubstanzen“, als die auch in diesem Fall die strahlenden Stoffe angesehen werden können, für ein gründliches Studium zahlreicher, nur unzureichend geklärter meteorologischer und ozeanographischer Phänomene heranzuziehen.

Dabei sind neben den natürlichen radioaktiven Substanzen die künstlich erzeugten radioaktiven Produkte von Atomspaltungsvorgängen und der durch Neutronen ausgelösten Vorgänge in der Atmosphäre Quellen wichtiger und ergiebiger Informationen. Bei sorgfältiger Beobachtung und Analysierung dürfte es möglich sein, Licht in die noch verhältnismäßig wenig erforschten Kreislauf-, Bewegungs- und Austauschprozesse in der Atmosphäre zu bringen.

Die Probleme, um die es hierbei geht, sind vor allem die Identifizierung und Bewegung von Luftmassen, die Erforschung wie lange winzige Partikel in der Troposphäre und Stratosphäre verbleiben, Austauschprozesse zwischen diesen beiden Luftschichten, Diffusion von atmosphärischen Bestandteilen im kleinen und großen Maßstab, Wärme- und Feuchtigkeitsaustausch zwischen Atmosphäre und Weltmeeren und die Ausfilterung atmosphärischer Partikel durch Regen und Schnee.

An den entsprechenden Beobachtungen, zu denen in erster Linie das Sammeln von Luft-, Regen-, Staub-, Schnee- und Eisproben und deren Analysierung zur Ermittlung der Art und Intensität der abgegebenen Strahlung sowie ihres Gehalts an bestimmten künstlichen Radioisotopen wie Strontium-89 und Strontium-90, Yttrium-91, Caesium-137, Cer-141, Cer-144 und Blei-210 gehören, beteiligen sich zahlreiche wissenschaftliche Institute und Organisationen in der ganzen Welt. In den Vereinigten Staaten sind Dienststellen der AEC und des öffentlichen Gesundheitsdienstes, die Geophysikalische Abteilung des Forschungszentrums der US-Luftstreitkräfte in Cambridge, das Marineforschungsamt und das Meteorologische Bundesamt mit der Durchführung der Untersuchungen beauftragt; sie errichteten dazu über 200 Probestammstellen im In- und Ausland, darunter eine ganze Kette entlang dem 80. Grad westlicher Länge von Thule in Grönland bis nach Punta Arenas in Chile. Auch die IGJ-Station Klein-Amerika in der Antarktis ist mit einer kompletten Strahlungsmeßeinrichtung ausgerüstet, die Informationen sowohl über die natürliche Radioaktivität als auch die aus künstlich erzeugten Spaltprodukten herrührende Strahlungsaktivität liefert.

US-Forscher messen Strömung von Höhenwinden mit Radar

Wissenschaftler der amerikanischen Armee benutzen die während des zweiten Weltkriegs zur Störung der Radarpeilung verwandten Schmitzel aus Aluminiumfolie jetzt für die Erforschung der Windströmungen in der oberen Atmosphäre.

Das „Aluminiumkonfetti“ wird in kleinen „Loki“-Raketen hochgeschossen, auf einem bestimmten Punkt in die Atmosphäre gestreut und durch Radar auf seiner Bahn verfolgt. Mit den Raketen wurden Höhen von 86 Kilometer erreicht. Das Konfetti wurde von den Höhenwinden zum Teil mit einer Geschwindigkeit von 320 Stundenkilometern weitergetrieben.

Die bisherigen Messungen ergaben, daß in dem Versuchsgebiet die in allgemein östlicher Richtung wehenden Winde etwa die gleiche Geschwindigkeit wie die in westlicher Richtung verlaufenden „Strahlströme“ in etwa 10 Kilometer Höhe haben.

Die Arbeiten der amerikanischen Forschergruppe werden wichtige Aufschlüsse über die Windströmungen in großen Höhen und damit einen bedeutenden Beitrag zur Wetterkunde liefern.

Konservierung von Lebensmitteln durch ionisierende Strahlen

Nach einem Bericht der New York Herald Tribune vom 8. Juli dieses Jahres will das Unternehmen „Savannah River“ der amerikanischen Atomenergiekommission bald mit der Konservierung von Lebensmitteln durch ionisierende Strahlen in industriellem Umfange beginnen. Seit Jahren ist in verschiedenen Forschungslaboratorien in den USA an diesem Problem gearbeitet worden.

Es wird berichtet, daß der größte Teil der Schwierigkeiten, die anfangs auftraten, behoben worden sei. An der neuen Art der Konservierung sind in erster Linie die Streitkräfte der USA interessiert, da ein Kühlen oder Gefrieren der Lebensmittel durch diese Art der Behandlung teilweise hinfällig wird. Außerdem können unterentwickelte Länder auf diese Weise erstklassige Lebensmittel erhalten, ohne daß es erforderlich wäre, eine Kühlkette vom Produzenten bis zum Konsumenten aufzubauen.

FRIEDLICHE ANWENDUNG DER ATOMENERGIE

Erweiterte Isotopenanwendung in der Industrie Gemeinschaftsprogramm von US-Regierung und Privatwirtschaft

Die amerikanische Atomenergie-Kommission hat die US-Industrie zur Mitwirkung an neuen Forschungs- und Entwicklungsprojekten aufgerufen, die eine wesentliche Erweiterung der

industriellen Anwendungsmöglichkeiten von Radioisotopen und deren Strahlung zum Ziele haben; nach offiziellen Schätzungen ersparen schon jetzt die strahlenden Substanzen — hauptsächlich Nebenprodukte von Kernspaltungsvorgängen im Reaktor — der Wirtschaft der Vereinigten Staaten jährlich 500 Millionen Dollar. Die AEC wird auf Grund der eingegangenen Vorschläge, für die bestimmte Richtlinien gelten, nach dem 30. Juni 1959 eine Anzahl Forschungs- und Entwicklungsaufträge an die Industrie vergeben.

Die Ausschreibung ermöglicht die Fortführung des gegenwärtig laufenden zusätzlichen Isotopenprogramms, für das von der AEC bis zum Ablauf des Finanzjahres im Juni 1959 3,65 Millionen Dollar ausgesetzt sind; 2,2 Millionen davon wurden in Beträgen zwischen 22 550 und 1,6 Millionen Dollar großen Industrieunternehmen und wissenschaftlichen Organisationen in Form von Forschungsaufträgen zur Verfügung gestellt. Auch für die Ausbildung von technischem Personal und die Abhaltung von Symposien für einzelne Industriezweige — von denen hier als Beispiel das Symposium „Anwendung und künftige Möglichkeiten einer Anwendung von Radioisotopen in der Textilindustrie“ erwähnt sei — wird Sorge getragen.

Die eingereichten Vorschläge werden nach folgenden Gesichtspunkten bewertet:

- Förderung der nationalen Wirtschaft und des Allgemeinwohls,
- Förderung der Technik,
- Originalität der Idee,
- Anwendbarkeit in der Industrie allgemein, insbesondere aber in Industrien, in denen bisher Radioisotope bisher noch nicht gebräuchlich sind,
- fachliche und organisatorische Qualifikationen des Bewerbers.

Atomsymposium in Washington

Das zweite Symposium über die Anwendung der Atomenergie für den Antrieb von Handelsschiffen hat im August in Washington stattgefunden. Veranstalter des eintägigen Symposiums waren die US-Atomenergiekommission (AEC) und das US-Schiffahrtsamt. Die erste Veranstaltung dieser Art fand im Juli vergangenen Jahres statt.

Auf dem diesjährigen Symposium wurden die Erfahrungen erörtert, die bei der Entwicklung des im Bau befindlichen ersten atomkraftgetriebenen Handelsschiffes der Welt, der „N. S. Savannah“, bisher gemacht wurden. Weitere Diskussionspunkte waren der Plan eines mit Atomkraft angetriebenen Tankers, die Entwicklung weiterer Reaktoren für den Schiffsantrieb sowie eine Untersuchung über die „Wirtschaftlichkeit atomkraftgetriebener und herkömmlicher Handelsschiffe“.

Sowjetunion

In der Sowjetunion befinden sich nach einer Moskauer Rundfunkmeldung zur Zeit drei große Atomkraftwerke im Bau. Bei Woronesch südlich von Moskau entsteht ein Kraftwerk mit zwei Reaktoren und 420 000 kW Leistung. Ein ähnliches Kraftwerk wird bei Leningrad errichtet. Die dritte Station mit vier Reaktoren, deren Leistung in der Sendung nicht genannt wurde, wird im Ural gebaut. Der Sender unterstrich, daß zwar alle Kraftwerke als Energielieferanten von größter Bedeutung seien, es sich aber bei allen noch um Versuchskraftwerke handele, die später größeren und leistungsstärkeren Kraftwerken Platz machen sollen. In allen drei Fällen werde auf Schutzmaßnahmen gegen eine radioaktive Verseuchung der Umgebung größter Wert gelegt.

Die Sowjetunion wird nach einem Bericht der ungarischen Jugendzeitung „Magyar Ifjusag“ zwischen 1960 und 1965 ihre

erste atomkraftgetriebene Eisenbahn in Verkehr bringen. Der Zug soll angeblich eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 500 km/std. erreichen. — Wie die ungarische Zeitung weiter berichtet, soll der atomkraftgetriebene Zug zwischen dem Stillen Ozean und der Ostsee oder dem Eismeer eingesetzt werden. Er soll den sowjetischen Kontinent zweimal ohne neue Aufnahme von Kernbrennstoff durchqueren können.

China

Der erste 10 000-kW-Atomreaktor und das erste Zyklotron wurden am 27. September 1958 in China in Betrieb genommen. Bei der feierlichen Einweihung kündigte der stellvertretende chinesische Ministerpräsident Nieh Jung-Chen an, daß die chinesische Volksrepublik „in kurzer Zeit die Atomwissenschaft und -technik mit großer Schnelligkeit entwickeln wird“.

USA stellen IAEA Radioisotopen-Laboratorium zur Verfügung

Der amerikanische Chefdelegierte auf der soeben in Wien stattgefundenen zweiten Generalversammlung der Internationalen Atomenergiebehörde (IAEA), John A. McCone, hat der IAEA vor kurzem das erste von zwei fahrbaren Radioisotopen-Laboratorien übergeben, die der Welt-Atombehörde von den Vereinigten Staaten zugesagt worden sind.

In einer Ansprache anlässlich der Übergabe betonte McCone, er hoffe, daß das fahrbare Radioisotopen-Laboratorium der IAEA bei der Unterweisung der Männer und Frauen in allen Teilen der Welt in den erforderlichen Techniken wertvolle Dienste leisten werde. Der Generaldirektor der IAEA, Sterling Cole, wie auch der Präsident der Generalversammlung, Sudjarwo Tjondronegoro, gaben ihrer großen Freude über diese großzügige Gabe der Vereinigten Staaten sowie ihrer festen Zuversicht Ausdruck, daß dieses Radioisotopen-Labor der IAEA eine große Hilfe bei der Durchführung ihrer Hauptaufgabe — der Ausbildung von Radioisotopentechnikern — sein werde. Vor allem die hinsichtlich der Geräteausrüstung schlechter gestellten Länder sollen bei der Ausbildung besonders berücksichtigt werden.

NPA sagt starke Ausweitung der Atomkraftstromgewinnung voraus

Die Atomenergie wird bis zum Jahre 1980 etwa zehn Prozent des gesamten Energiebedarfs der Vereinigten Staaten decken, stellt die amerikanische Gesellschaft für Wirtschaftsplanung (NPA) in einer soeben veröffentlichten Studie fest. Die starke Zunahme der Erzeugung von Atomkraftstrom in den kommenden 22 Jahren, so heißt es in der Studie, werde die wachsende Abhängigkeit des Landes von billigeren flüssigen Brennstoffen, die zu einem großen Teil aus dem Ausland importiert werden müssen, jedoch keineswegs verringern.

Die von dem bekannten amerikanischen Wirtschaftler Harry B. Teitelbaum verfaßte Studie trägt die Überschrift „Die Atomenergie und die Energiewirtschaft der USA, 1955 bis 1980“. Die Studie stellt fest, daß der Energiebedarf der USA — gleichgültig welcher Art — in den nächsten Jahrzehnten schnell ansteigen werde, zumal ausreichende Energiequellen zur Verfügung stehen und nur relativ geringe Preissteigerungen zu erwarten sind, und im Jahre 1980 etwa dem Gegenwert von drei Milliarden Tonnen Kohle entsprechen wird. Um den Wettbewerb mit der Kohle und dem Öl aufnehmen zu können, so betont Teitelbaum, müßten die Kosten des Atomkraftstroms jedoch noch stark gesenkt werden.

USA richten drei weitere internationale Atomkurse ein

Die Vereinigten Staaten haben Einzelheiten über drei neue Fortgeschrittenenkurse auf dem Gebiete der Kerntechnik bekannt-

gegeben. Die drei von der AEC geschaffenen Kurse stehen Studenten aller mit den Vereinigten Staaten befreundeten Nationen offen. Zwei Kurse über Leitung und Beaufsichtigung von in Betrieb befindlichen Kernreaktoren und die Beurteilung der Betriebsgefahren sollen im Oak Ridge National Laboratorium der AEC durchgeführt werden. Beide Kurse beginnen am 2. Februar 1959. Der dritte Kursus über radiochemische Verfahren und Methoden der Meß- und Zähltechnik wird im New Yorker Institut für Gesundheit und Sicherheit der AEC abgehalten, hat am 6. Oktober 1958 begonnen und wird am 12. Januar 1959 noch einmal wiederholt.

Der Lehrgang über die beim Betrieb von Kernreaktoren auftretenden Gefahrenmomente dauert zwölf Monate und ist auf zehn Teilnehmer beschränkt. Der Kursus über die Leitung und Überwachung von Reaktoren, der gleichfalls auf zehn Teilnehmer beschränkt ist, wird neun Monate dauern. Beide Kurse sollen regelmäßig in jedem Jahr durchgeführt werden. Der dritte Kursus, an dem jeweils sechs Studenten teilnehmen können, wird sechs Wochen dauern und viermal jährlich stattfinden.

Schriftliche Bewerbungen um Teilnahme an den Kursen sind durch die Botschaft oder Mission des Antragstellers in Washington an das State Department zu richten.

SCHUTZRAUMBAU

Polen baut Luftschutzbunker

Die Zeitung der polnischen Armee „Zolnierz Wolnosci“ berichtet, daß in Polen Bunker zum Schutz gegen Atomangriffe gebaut und eine Luftschutzorganisation gebildet worden sei. Die Zeitung betont, die Bevölkerung müsse darüber aufgeklärt werden, was ein moderner Krieg bedeute, auch wenn er vermieden werden könne.

Tiefbunker für New York

Vor Pressevertretern in New York hat General Hübner, der seit sieben Jahren den Luftschutz in New York leitet, erklärt, daß Luftschutzbunker von 200 m Tiefe benötigt würden, um die Bevölkerung gegen einen Atomangriff zu schützen. Solche Unterstände werden 600 Dollars pro Person kosten. Außerdem, so erklärte der General, müßten die Bunker gegen das Eindringen von Wassermassen gesichert werden, denn eine Wasserstoffbombe, die in die Bay oder den Hudson River geworfen würde, dürfte eine Flutwelle auslösen, in der die meisten Einwohner von Manhattan und viele von Long Island ertrinken würden. Die Stadt zu evakuieren sei purer Unsinn, da bei einem Überraschungsangriff maximal 20 Minuten Warnzeit zur Verfügung stünden. Es würde aber ungefähr 50 Stunden dauern, um alle New Yorker auch nur über die Brücken auf das Festland zu schleusen.

Abschließend betonte der General, daß in Rußland für jeden Städter Luftschutzraum vorhanden sei und daß sich jeder Erwachsene dort einem Luftschutz- und Erste-Hilfe-Lehrgang von zweiundzwanzig Stunden unterziehen müsse.

In dieser Verbindung sei erwähnt, daß vor kurzem in einem vom amerikanischen Repräsentantenhaus veröffentlichten Bericht betont wird, daß die Vereinigten Staaten durch die Unfähigkeit der Regierung und des Kongresses bei der Aufstellung eines umfassenden Programmes zum Bau von Luftschutzräumen in tödliche Gefahr geraten seien. Nach Schätzung von Fachleuten würden im Augenblick bei einem Kernwaffenangriff auf 150 amerikanische Städte fast 160 Millionen Menschen getötet werden. Dagegen seien bei genügend vorhandenen Schutzräumen und rechtzeitiger Evakuierung der Bevölkerung nur fünf Millionen Todesopfer zu befürchten.

SCHRIFTTUM

Sonderausschuß Radioaktivität, Bundesrepublik Deutschland. Erster Bericht, Januar 1958. 68 Seiten, 5 Abbildungen, 10 Tabellen, Gr. 8°, kartoniert 4,50 DM. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

Am 1. Oktober 1956 konstituierte sich in Berlin der „Sonderausschuß Radioaktivität“. Er entstand aus dem Bedürfnis, Klarheit zu erlangen über das Ausmaß der Gefährdung der Bevölkerung durch Kernwaffenversuche und durch Anwendung radioaktiver Substanzen in Forschung, Medizin und Technik. Zunächst war es notwendig, alle in der Bundesrepublik vorliegenden Meßergebnisse zu ermitteln und auszuwerten. Die Auswertung hat ergeben, daß die Kontamination von Luft, Wasser, Boden und Lebensmitteln in den letzten Jahren entsprechend der Zunahme der Kernwaffenversuche gestiegen ist. Die Ergebnisse stimmen mit den im Ausland veröffentlichten im wesentlichen überein. Die Zunahme geht besonders aus einem Bericht hervor, der sich mit der Messung der Kontamination der Milch, durchgeführt von der Bundesforschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel, über mehrere Jahre befaßt. Die mittlere spezifische Strontiumaktivität der Milch nahm danach von 1955 bis 1957 etwa um den Faktor drei zu. Trotz dieser Steigerung, so wird hervorgehoben, bestehe zur Zeit kein Anhalt für eine akute Gefährdung der Bevölkerung durch die Kontamination. Der Sonderausschuß Radioaktivität erachte es jedoch als ein dringendes Erfordernis, die weitere Entwicklung der Kontamination durch systematische Messungen zu verfolgen. Die Ergebnisse der Messungen müßten besonders auf die Möglichkeit der Gefährdung der Menschen ausgewertet werden, da die vorliegenden strahlenbiologischen Kenntnisse und Erfahrungen keine genaue Beurteilung der Gefährdungsmöglichkeiten der Menschen erlaubten. Der „Sonderausschuß Radioaktivität“ hat deshalb ein Arbeits- und Forschungsprogramm aufgestellt und empfohlen, verschiedene Institute mit der Durchführung der erforderlichen Arbeiten zu betrauen.

Abschließend wird in dem Bericht hervorgehoben, daß die Möglichkeiten einer Schädigung zur Zeit nur so beurteilt werden könnten, daß empfohlen werden müsse, jede weitere Strahlenbelastung zu vermeiden. *U. Schützack*

Fortschritte der angewandten Radioisotopie und Grenzgebiete, herausgegeben von Dr. rer. nat. et Dr. med. *E. H. Graul*. Band I, 245 Seiten, mit 97 Abbildungen, Kunst- druckpapier, Ganzleinen, 26,— DM; Band II, 260 Seiten, 32,— DM. Alfred Hüthig Verlag, Heidelberg, 1957.

In dem letzten Jahrzehnt ist die Anzahl der Publikationen auf dem Gebiete der Kernenergie lawinenartig angewachsen. Das gilt besonders auch für das spezielle Gebiet der angewandten Radioisotopie. Selbst der Spezialwissenschaftler ist kaum noch in der Lage, die ihn angehende Literatur quantitativ, geschweige qualitativ zu überblicken. Eine fruchtbringende Arbeit ist aber nur möglich, wenn Einzelergebnisse im Rahmen des Gesamtgebietes diskutiert werden. Zusammenfassende Darstellungen aus berufener Feder sind besonders geeignet, dem Bedürfnis nach schneller und doch erschöpfender Information entgegenzukommen. Diese Überlegungen waren der Anlaß für die Herausgabe der vorliegenden Buchserie, von der bisher in kurzer Folge zwei Bände erschienen sind. Der erste Band enthält fünf Beiträge. *K. J. Bobin* wendet sich in seiner Studie zunächst der wichtigsten Quelle der Isotopengewinnung, dem Reaktor, zu. In den beiden folgenden Beiträgen werden von *Böhm* und *Sommermeier* meßtechnische Probleme diskutiert. Gewissermaßen beispielhaft berichtet dann *K. Kaindl* über den Einsatz von Radioisotopen in der Landwirtschaft. Der Band schließt mit einem Beitrag von *E. H. Graul*, in dem dieser zu den biologischen Gefahren Stellung nimmt, die durch eine Verseuchung mit radioaktiven Spaltprodukten hervorgerufen werden.

Auch der zweite Band enthält fünf Beiträge. Erwähnt sei hier nur die Arbeit von *Graul* über die Inkorporierung und Dekorporierung radioaktiver Spaltprodukte. Der Verfasser hebt mit Nachdruck hervor, daß man bisher nur über bescheidene Mittel zur Dekorporierung radioaktiver Spaltprodukte verfügt. Er stützt sich bei der Diskussion dieses Themas nicht nur auf Literaturergebnisse sondern auf eigene Untersuchungen, die an der Marburger Abteilung für Strahlenbiologie und Isotopenforschung gemacht wurden.

Mit der Herausgabe der vorliegenden Fortschrittsberichte hat der Verfasser einen begrüßenswerten neuen Weg beschriftet.

Gegenüber einer wissenschaftlichen Zeitschrift, die im wesentlichen dazu bestimmt ist, wissenschaftliche Einzelergebnisse schnell zu veröffentlichen, hat diese Form der Information den Vorteil, daß hier ein eng abgegrenztes Gebiet geschlossen dargestellt wird, gegenüber einem Handbuch hat sie den der Aktualität: denn oft sind die in ihm enthaltenen Beiträge bei seinem Erscheinen schon veraltet, besonders wenn es sich um ein Gebiet handelt, das sich wie die angewandte Radioisotopie in schneller Entwicklung befindet.

N. Schleswiger

Strahlungslehre und Strahlungsmeßdienst. Eine Einführung für die Feuerwehren. Übersetzt aus dem Amerikanischen und erweitert von Dipl.-Chem. *Max Friedrich*, Forschungsstelle für Feuerlöschtechnik an der Technischen Hochschule Karlsruhe.

Titel der Originalarbeit: „Radiation and Monitoring Fundamentals for the Fire Service“. Published and distributed by International Association of Fire Chiefs, Inc., Hotel Martinique, Broadway 32nd Street, New York I, N. Y.

Feuerschutzverlag Ph. L. Jung, München. 68 Seiten mit zahlreichen Abbildungen. 11,— DM.

Zu den größten Gefahren, die durch atomare Explosionen hervorgerufen werden, gehört das Feuer. Der Feuerwehr ist die Aufgabe übertragen, die entstehenden Brände einzudämmen und vor allen Dingen zu verhindern, daß sich aus Einzelbränden ein ausgedehntes Großfeuer bildet. Die Feuerwehrmänner, die in das Katastrophengebiet entsandt werden, müssen jedoch wissen, welche Gefahren ihnen dort drohen; dazu gehört unter anderem eine gewisse Vertrautheit mit dem Wesen der radioaktiven Gefahren, dem Strahlennachweis und mit den erforderlichen Schutz- und Abwehrmaßnahmen. In der vorliegenden ins Deutsche übersetzten Broschüre hat die amerikanische Feuerwehr den Versuch unternommen, auf wenigen Seiten die Tatsachen zu vermitteln, die zum Verständnis der Strahlengefahr erforderlich sind. Die Darstellung ist so gehalten, daß auch der mit der Kernphysik weniger Vertraute aus ihr Nutzen ziehen kann. Besonders zu begrüßen sind überdies die zahlreichen praktischen Hinweise. Die Broschüre gehört deshalb in die Hand nicht nur des Feuerwehrlehrers, sondern auch des Feuerwehrmannes, der ein durch Strahlen verseuchtes Gebiet eher betreten wird, wenn er genau die Gefahren abschätzen kann, die ihm drohen. *N. Schleswiger*

Wissenschaftliche Grundlagen des Strahlenschutzes. Herausgegeben von *B. Rajewsky* unter Mitwirkung von 30 Fachgelehrten. 450 Seiten, 230 Abbildungen und 60 Tabellen, 4 Seiten farbige Abbildungen. Großformat, Ganzleinen 45,— DM. Verlag G. Braun, Karlsruhe.

Die zunehmende Verwendung radioaktiver Isotope in Forschung und Industrie und besonders auch die besorgniserregenden Auswirkungen durch die Atombombenversuche haben das Problem des Strahlenschutzes in den Vordergrund der Diskussion gerückt, nicht nur in den zuständigen Fachgremien sondern auch in der breiten Öffentlichkeit. Die wissenschaftliche, technische und gesetzgeberische Inangriffnahme der Fragen des Strahlenschutzes ist daher von vorrangiger Bedeutung. Grundlage aller Strahlenschutzmaßnahmen müssen die radiobiologischen und medizinischen Kenntnisse und Erfahrungen bezüglich der Wirkungen der energiereichen Strahlen auf den Menschen bilden. Aus der Verantwortung, die damit der Wissenschaft erwächst, berief der Direktor des Max-Planck-Instituts für Biophysik, *B. Rajewsky*, vom 6. bis 8. Juni 1956 ein „Symposium über die wissenschaftlichen Grundlagen des Strahlenschutzes“ nach Frankfurt a/M. In 35 Vorträgen wurde Wissenschaftlern der verschiedenen Fachrichtungen und Institute aus dem In- und Ausland Gelegenheit gegeben, zu den verschiedenen Fragen des Strahlenschutzes Stellung zu nehmen. Die Manuskripte dieser Vorträge und die Diskussionsbeiträge wurden anschließend von den Autoren für den Druck umgearbeitet, wobei auch die in der Zwischenzeit von Wissenschaftlern der verschiedenen Länder veröffentlichten Arbeiten und deren Ergebnisse Berücksichtigung fanden. Das vorliegende Werk bietet deshalb die Grundlage für alle Maßnahmen, die zum Schutze der Bevölkerung gegen Strahlenschäden getroffen werden müssen. *U. Schützack*

Die Industrie teilt mit

Strahlenschutz-Taschendosimeter System BENDIX und Dosimeter-Ladegerät Ms DL 547/1 System TELEFUNKEN



Ladegerät

Dosimeter

TASCHENDOSIMETER

Verwendungszweck

Das Strahlenschutztaschendosimeter findet überall dort Anwendung, wo die Gefahr radioaktiver Strahlen besteht: in industriellen Laboratorien, beim Betrieb von Atomreaktoren, in Isotopenlabors, für den Luftschutz und so weiter. Es gewährleistet seinem Benutzer die Möglichkeit der Sicherung vor gesundheitsschädlichen Strahlungseinflüssen.

Das Dosimeter ist ein robustes Präzisionsinstrument, das dazu dient, bestimmte Mengen von Gamma-(Röntgen-)Strahlen beziehungsweise Strahlungen thermischer Neutronen zu messen.

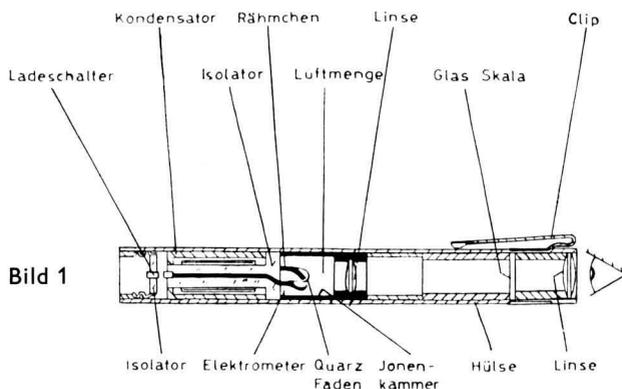


Bild 1

Aufbau

Der Aufbau des Taschen-Dosimeters ist aus Bild 1 ersichtlich. Es besteht im wesentlichen aus einem Aluminiumkörper, der den Ladeschalter, den Kondensator, das Elektrometer, die Ionenkammer und die Ablesevorrichtung enthält. Ein Füllhalterclip dient zur Befestigung des Dosimeters an der Tasche des Benutzers oder einem sonst verfügbaren Gegenstand. Es ist vollkommen luft- und wasserdicht abgeschlossen und kann großem Unterdruck und Temperaturschwankungen sowie heftigen Stößen ausgesetzt werden, ohne daß diese seine Angaben beeinflussen.

Arbeitsweise

Vor Gebrauch muß das Dosimeter mittels des Ladegerätes Ms DL 547/1, System TELEFUNKEN, aufgeladen werden. Hierdurch wird der Quarzfaden, der gleichzeitig in 75facher Vergrößerung auf der Skala erscheint und als Zeiger dient, nach dem Prinzip des Elektrometers aufgeladen und wandert nach 0 (Bild 2). Bei Einflüssen von Gamma-(Röntgen-)Strahlen oder thermischen Neutronen wird in der Ionisationskammer ein Ionenstrom erzeugt, der über die Elektroden die Spannung entlädt (Bild 3). Je nach Spannungsabfall bewegt sich der Quarzfaden gegen den höchsten Anzeigepunkt der Skala (Bild 4 und 5). Ein Beispiel zeigt Bild 6.

Das Dosimeter kann überall sofort abgelesen werden, indem man es gegen Licht hält und durch das Okular schaut. Eine besondere Ablesevorrichtung ist nicht erforderlich.

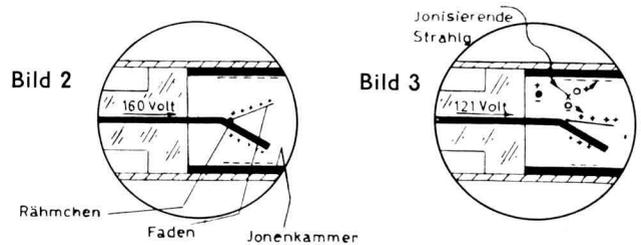


Bild 2

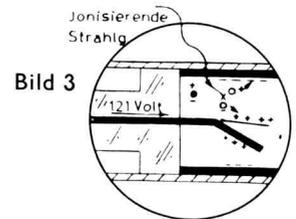


Bild 3

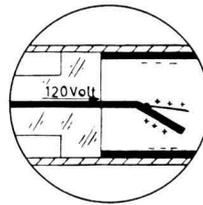


Bild 4

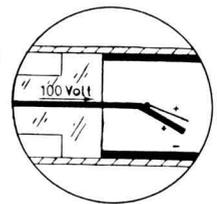


Bild 5

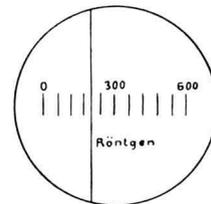


Bild 6 Dosimeter-Anzeige

Technische Angaben

Genauigkeit: $\pm 10\%$ der reinen Dosis bei Radium- oder Kobalt-60-Gamma-Strahlen.

Spektralabhängigkeit: maximale Änderung der Empfindlichkeit $\pm 15\%$ bei Röntgen- und Gammastrahl-Energien von 50 keV bis 2 MeV.

Intensitätsabhängigkeit: weitgehend anzeigeunabhängig.

Elektrischer Ladeverlust

ohne Strahlung: weniger als 2% des Skalenendwertes innerhalb 24 Stunden.;

nach normaler Eichung beziehungsweise Aufladung bei Intensitäten von 100 bis 1000 Röntgen/Stunde: weniger als 2% des Skalenendwertes innerhalb 24 Stunden;

nach starker Überbeanspruchung mit einer Intensität über 1000 Röntgen/Stunde: weniger als 5% des Skalenendwertes innerhalb 24 Stunden.

Empfindlichkeitsänderung: maximal $\pm 10\%$.

bei Zusammenwirken von mindestens zwei der nachfolgenden Angaben,

bei Temperaturschwankungen zwischen -40° bis $+65,5^{\circ}\text{C}$ (Einwirkzeit 72 Stunden),

bei einer Höhe über 15 000 m (Einwirkzeit 4 Stunden),

bei 100% rel. Feuchtigkeit (Einwirkzeit 4 Stunden).

Änderungen in der Anzeige

bei starken Stößen und Vibration: maximal 10% des Skalenendwertes;

beim Untertauchen: keine, innerhalb einer Dauer von 30 min bis 0,4 m Wassertiefe.

Meßbereiche:

(je nach Bestellung)	Typ	Bestellnummer
0 bis 200 mr		
0 bis 5 r	611	5Lv 7421.001-01
0 bis 10 r	608	5Lv 7421.001-02
0 bis 20 r	622	5Lv 7421.001-03
0 bis 50 r	610	5Lv 7421.001-04
0 bis 100 r	619	5Lv 7421.001-05
0 bis 200 r	638	5Lv 7421.001-06
0 bis 600 r	686	5Lv 7421.001-07
0 bis 1000 r	623	5Lv 7421.001-08
0 bis 2 Tol.-Dos.*	609	5Lv 7421.001-09

* Speziell für die Messung thermischer Neutronen. 1 Tol.-Dos. thermischer Neutronen ist gleich 1750 thermischen Neutronen pro cm^2 pro Sek. pro Achtstundentag.

Abmessungen und Gewicht

Länge	Durchmesser	Gewicht
mm	mm	g
110	13,5	35

Verwendungszweck

Das Ladegerät dient hauptsächlich zur Aufladung des Taschendosimeters, System Bendix. Es kann aber auch mit seiner eingebauten Beleuchtungseinrichtung zum Ablesen der mit dem Dosimeter gemessenen Strahlungsmenge benutzt werden.

Besondere Merkmale

Einfachste Handhabung, Einhandbetrieb ohne besondere Auflage,

übersichtliche Konstruktion, daher einfache Wartung,

Gehäuse aus unzerbrechlichem Kunststoff (Polyamid),

Spannungswandler mit Potentiometer, völlig gekapselt und damit gegen äußere Einflüsse geschützt,

Transistorschwinger zur Hochspannungserzeugung.

DOSIMETER - LADEGERÄT

Ms DL 547/I System TELEFUNKEN



Arbeitsweise

Das Ladegerät ist so ausgebildet, daß sich nach dem Einlegen des Dosimeters durch einen leichten Druck auf dieses erst die Beleuchtung einschaltet, ohne daß die eigentliche Ladeeinrichtung in Betrieb gesetzt wird. Erst das Durchdrücken über den spürbaren Druckpunkt hinaus betätigt den Ladekontakt und ermöglicht die Spannungsregelung über das an der Einblickseite liegende Potentiometer. Einfaches Nachlassen des Druckes genügt, um den Ladestromkreis wieder zu unterbrechen, ohne daß die Beleuchtungseinrichtung ausgeschaltet wird. Hierdurch ist jederzeit eine Kontrolle des ausgeführten Ladevorganges möglich. Die Spannungsversorgung geschieht durch eine handelsübliche Batterie (Monozelle 1,5 V). Durch einen Transistorschwinger (Gleichspannungswandler) wird eine Gleichspannung von 250 V an das eingebaute Potentiometer geliefert. Die Schaltung des Gerätes ist so gewählt, daß auch bei Entladung der Batterie bis zu $\frac{2}{3}$ ihrer Spannung einwandfreie Ladungen des Dosimeters durchgeführt werden können.

Technische Angaben

Batterie: Daimon-Monozelle 1,5 V No. 1289

Glühlampe: Osram 1,3 V 0,1 A Nr. 10-60813

Abmessungen und Gewicht

Höhe	Breite	Tiefe	Gewicht
mm	mm	mm	g
55	145	40	260

Zubehör (auf besondere Anforderung): Transportkasten, wasser- und staubdicht, vorgefertigt für die Aufnahme von 1 Ladegerät und 12 Dosimetern. Bestellnummer 5Lv 6019.001.