

Zeitschrift: ASMZ : Sicherheit Schweiz : Allgemeine schweizerische
Militärzeitschrift

Herausgeber: Schweizerische Offiziersgesellschaft

Band: 125 (1959)

Heft: 10

Artikel: Strahlungsüberwachung nach dem Einsatz von Atomwaffen

Autor: Huber, H. / Stebler, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-37860>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 19.03.2025

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

Strahlungsüberwachung nach dem Einsatz von Atomwaffen

Von H. Huber und A. Stebler

Atomwaffen haben neben den unmittelbaren Einsatzfolgen (Blendung, Hitze, Druckstöße, Radioaktivität) meist auch länger dauernde Verseuchungen größerer Gebiete durch den sogenannten radioaktiven Fallout zur Folge. Nach jedem Einsatz solcher Waffen müssen sich deshalb Atomspezialisten mit der Feststellung des Ausmaßes dieser Verseuchungen beschäftigen. Die Messung des Verseuchungsgrades ermöglicht die Beantwortung der wichtigen Frage nach der zulässigen Verweilzeit im verseuchten Gebiet. Die Erfassung des momentanen Verseuchungsgrades genügt für die Beurteilung nicht, sondern es ist auch dessen mutmaßliche zeitliche Entwicklung zu berücksichtigen. Wesentliche Parameter dabei sind z. B. Waffentyp, Höhe des Sprengpunktes, Topographie des angegriffenen Geländes, Wetter usw. Aus dem damit angedeuteten Problemkreis greift der vorliegende Artikel die folgenden speziellen Punkte heraus:

Einwirkungsmöglichkeiten der von radioaktivem Fallout herrührenden Strahlung und Beurteilung der meßtechnischen Möglichkeiten zur Erfassung des Verseuchungsgrades.

Einwirkungsmöglichkeiten der Fallout-Strahlung

Grundsätzlich kann zwischen äußerer und innerer Bestrahlung unterschieden werden. Die äußere Bestrahlung wird von in der Luft schwebenden oder am Boden abgelagerten radioaktiven Partikeln bewirkt; die innere Bestrahlung erfolgt durch vom Körper aufgenommene radioaktive Teilchen. Diese radioaktiven Stoffe gelangen durch die Einatmung verseuchter Luft, die Aufnahme verseuchter Nahrungsmittel und Flüssigkeiten oder durch Wunden in den Körper.

Äußere Bestrahlung

Das Strahlungsfeld im Wirkungsbereich einer Atomwaffe kann am Boden oder aus der Luft ausgemessen werden. Zeitlich können dabei folgende Perioden unterschieden werden:

- a. vor Beginn des Fallout,
- b. während des Fallout,
- c. nach Beendigung des Fallout.

Während der Periode a haben die ausfallenden Partikel die Erdoberfläche noch nicht erreicht; man hat es also mit einer radioaktiven Wolke in

einiger Entfernung von der Erdoberfläche zu tun. Während der Periode b wird das Strahlungsfeld durch Aerosol-Teilchen und abgelagerte Partikel bestimmt, während im Fall c nur die Bodenverseuchung allein maßgebend ist. Sowohl a wie c sind Spezialfälle von b und lassen sich aus diesem durch Vernachlässigung der Boden- bzw. der Luftverseuchung ableiten. Im folgenden wird deshalb nur auf die Bestrahlung während des Fallout (Fall b) eingegangen.

Um sich ein Bild über die relativen Beiträge der Luft- und der Bodenaktivität zur γ -Strahlungsintensität machen zu können, werden folgende Annahmen gemacht:

1. Die Bodenaktivität sei gleichmäßig auf einer ebenen Fläche verteilt, deren Ausdehnung in allen Richtungen groß sei gegenüber der Absorptionslänge der γ -Strahlung (etwa 100 m).
2. Die Luftaktivität weise eine homogene Verteilung auf.
3. Die Strahlungsintensität werde auf einen Punkt 1 m über der Ebene bezogen.

Unter diesen Annahmen kann der Anteil der β - bzw. α -Strahlung auf die Strahlendosis vernachlässigt werden.¹

Für die Beiträge der Luftaktivität (I_L) resp. der Bodenverseuchung (I_B) findet man folgende Beziehungen:

$$I_L = a \cdot \sigma_{LO} t^{-1,2} \quad (1)$$

$$I_B = \sigma_{LO} \cdot t^{-1,2} \cdot V \cdot (t - t_a) \cdot b \quad (t \geq t_a) \quad (2)$$

$$\frac{I_B}{I_L} = \frac{V \cdot b (t - t_a)}{a} \quad (t \geq t_a) \quad (3)$$

Bedeutung der Symbole und Werte für γ -Strahlung von 0,7 MeV (mittlere γ -Energie für Spaltprodukte):

a = 680 r/h pro $\mu\text{C}/\text{cm}^3$ Dosiskonstante (Luftaktivität).

b = 0,1 r/h pro $\mu\text{C}/\text{cm}^2$ Dosiskonstante (Bodenaktivität)

t_a (h) = Anzahl Stunden vom Zeitpunkt der Explosion bis zum Beginn des Fallout.

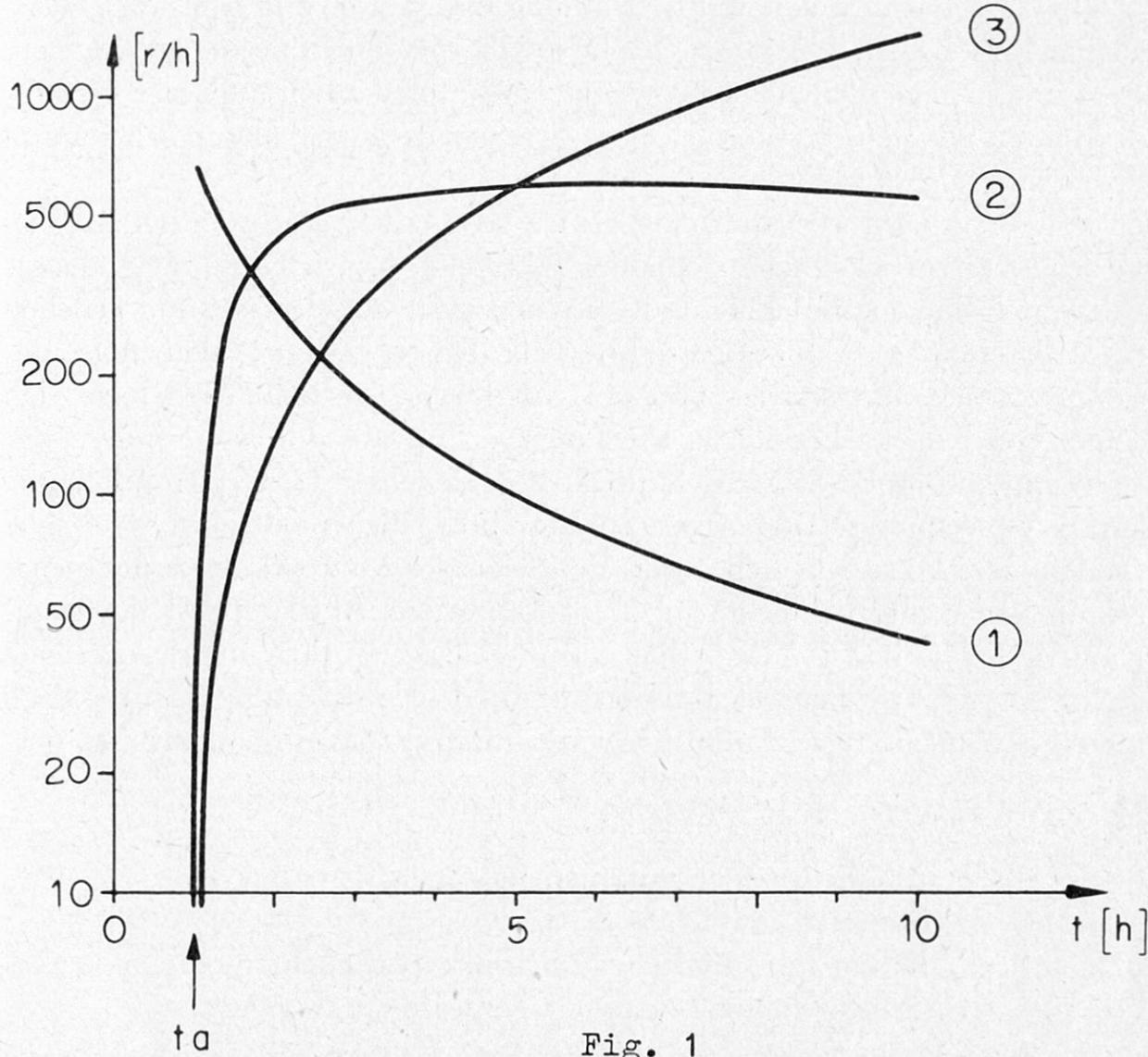
V = Fallgeschwindigkeit der Aerosolteilchen (Mittelwert).

σ_{LO} = spezifische Luftaktivität, bezogen auf 1 Stunde nach der Explosion.

¹ Dies ist leicht aus dem Vergleich der Absorptionslängen der β - resp. γ -Strahlung einzusehen. (Für 1 MeV z. B. 50 cm resp. 100 m.) Dabei ist natürlich auch wesentlich, daß pro γ -Quant nur 2 β -Teilchen vorhanden sind. Siehe auch nachfolgende Darlegungen über innere Bestrahlung.

Der Verlauf der Funktionen 1, 2 und 3 ist in Figur 1 dargestellt. Hierin wurde für V 10^6 cm/h^2 für $t_a = 1 \text{ h}$ und für σ_{LO} $10^{-2} \mu\text{C/cm}^3$ eingesetzt.

Sehr kurze Zeit nach Einsetzen des Fallout wird im Falle der Figur 1 $I_B > I_L$, nach 1 Stunde schon rund 150mal größer als I_L . Beginnt der Fallout erst nach 10 Stunden, so ist bei gleichen Annahmen V ebenfalls 10mal kleiner; d.h. 1 Stunde nach Beginn des Fallouts wird der Beitrag der Bodenaktivität 15mal größer sein als derjenige der Luftaktivität.



Kurve 1	$100 \times I_L$
Kurve 2	I_B
Kurve 3	I_B/I_L (Ordinate dimensionslos)

² Bei einer Fallhöhe von 40 000 Fuß, einem Teilchendurchmesser von 200μ und einer Dichte von $2,6 \text{ g/cm}^3$ entspricht dies einer Fallzeit von zirka einer Stunde. (Siehe The Effects of Atomic Weapons, S. 271. US Government Printing Office 1950.)

Aus dieser Betrachtung kann der Schluß gezogen werden, daß meistens das Strahlenfeld im Wirkungsbereich von A-Waffen nach Abklingen der Primärstrahlung durch die am Boden durch Fallout abgelagerte Aktivität bestimmt wird. Allerdings sind dabei alle Fälle auszuschließen, für die die Annahmen 1...3 nicht erfüllt sind. Dies trifft vor allem bei Gebäuden, engen Geländeeinschnitten usw. zu.

Innere Bestrahlung

Im Gegensatz zur äußeren Bestrahlung sind hier α - und β -Strahler weit- aus gefährlicher als γ -Strahler, da sie im Körper ihre Energie auf kleinem Raume abgeben. Da nur sehr wenige α -Strahler zusammen mit Fission- produkten anfallen, bestimmen die β -Strahler das Ausmaß der Schädigung durch innere Bestrahlung.

Wird radioaktiver Staub eingeatmet, so werden die größeren Partikel in der Nase zurückgehalten, kleinste Partikel ($< 0,5 \mu$ Durchmesser) ver- halten sich wie Gasmoleküle und werden wieder ausgeatmet; nur Teilchen eines beschränkten Durchmesserintervalls (ca. $0,5 \dots 5 \mu$) bleiben in der Lunge zurück und werden von dort im Körper verteilt. Man kann sich fragen, ob bei gleicher Einwirkzeit die Gesamtdosis durch die innere Be- strahlung infolge Einatmens radioaktiv verseuchter Luft oder durch die äußere Bestrahlung (Bodenverseuchung) maßgebend bestimmt wird. Die totale innere Dosis läßt sich durch Vergleich der während der Aufenthalts- zeit in verseuchter Atmosphäre aufgenommenen Aktivität mit der soge- nannten Toleranzaktivität abschätzen, unter Berücksichtigung des Zerfalls- gesetzes $t^{-1,2}$. Die Toleranzaktivität³ ist mit der Dosisleistung von 300 mr/h im kritischen Organ verknüpft. Der quantitative Zusammenhang ist:

$$D_i (r) = \sigma_{LO} h \frac{0,3 \cdot i}{T \cdot 168} \cdot 6,25 (t_1^{0,8} - t_0^{0,8}).$$

h (cm³/h) = stündliches Atemvolumen (normal ca. 10^6 cm³/h).

T (μ c) = Toleranzaktivität im Körper.

t_0, t_1 (h) = Beginn resp. Ende des Einatmens verseuchter Luft.

i = zurückgehaltene Aktivität/eingeatmete Aktivität.

T schwankt bei Ausschluß der hier nicht interessierenden Schwermetalle von 1 bis ca. 1000 μ c, i von 10^{-4} bis 0,7. Für den Vergleich mit der Dosis, welche durch die äußere Bestrahlung (Luft- und Bodenaktivität) hervor- gerufen wird, muß im ungünstigsten Falle $T = 1 \mu$ c und $i = 0,7$ gesetzt wer- den. Mit $t_1 = 2$ h und $t_0 = t_a = 1$ h ergibt sich aus Gleichung 4 resp. den Integralen der Gleichungen 1 und 2 von t_0 bis t_1 folgendes Bild:

³ Siehe z. B. US National Bureau of Standards, Handbook 52, S. 14-16 (1953).

$$\begin{aligned}
 D_i &\cong 5\,500 \text{ r} \\
 D_L &\cong 400 \text{ r} \quad \text{für } \sigma_{LO} = 1 \mu\text{c/cm}^3 \\
 D_B &\cong 30\,000 \text{ r}
 \end{aligned}$$

Der Vergleich zeigt, daß der Anteil der Bodenaktivität schon relativ kurze Zeit nach Einsetzen des Fallout überwiegt.⁴ Diese Folgerung trifft jedoch nicht zu für alle die Fälle, bei denen die Wirkung der Bodenaktivität durch Abschirmungen wesentlich reduziert wird (Festungen, Geländeerhebungen usw.).

Man könnte nun denken, daß nach Abklingen der Luftaktivität eine Gefährdung durch Aufwirbeln radioaktiver Ablagerungen entsteht. Experimentelle Untersuchungen von A.C. Chamberlain und G.R. Stanbury⁵ haben ergeben, daß die Aufwirbelung radioaktiven Staubs und dessen Einatmung keine ernste Gefahr darstellen, sofern es sich um frische Spaltprodukte (höchstens 24 Stunden nach der Explosion) handelt.

Die Aufnahme radioaktiver Stoffe durch den Verdauungstrakt kann durch geeignete Lagerung und Verpackung der Nahrungsmittel wesentlich reduziert und das Ausmaß der Gefährdung durch Kontrolle des Verseuchungsgrades festgestellt werden. Die genießbarkeit des Trinkwassers ist ebenfalls durch Messungen abzuklären.

Zusammenfassung

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß mit wenig Ausnahmen der Grad der Bodenverseuchung maßgeblich die Körperdosis durch äußere wie auch durch innere Bestrahlung bestimmt. Der Einfluß der Luftaktivität ist meist so gering, daß er vernachlässigt werden kann.

Meßtechnische Anforderungen

Ein A-Spezialdienst muß folgende Aufgaben erfüllen können:

1. Feststellen von Fallout.
2. Messung des Verseuchungsgrades und der räumlichen Ausdehnung des verseuchten Gebietes.
3. Kontrolle von Nahrungsmitteln und Wasser (eventuell auch Luft).

Feststellung von Fallout

Diese Aufgabe kann durch Überwachungsgeräte gelöst werden, welche ständig in Betrieb stehen. Die Empfindlichkeit sollte einerseits so hoch als möglich sein, um Fallout in einem sehr frühen Stadium feststellen zu kön-

⁴ Dies gilt um so mehr, als D_i in Wirklichkeit 10 bis 100mal kleiner sein dürfte.

⁵ Siehe D. Taylor, Radiac and Radiac Instruments, De Ingenieur 65 (37), o. 63 (1953).

nen, andererseits darf das Gerät jedoch nicht auf Schwankungen des natürlichen Strahlenpegels ansprechen (ca. 0,01 mr/h). Es ist deshalb zweckmäßig, die Signalauslösung bei 0,1...1 mr/h festzusetzen.

Abbildung 1 zeigt zwei Ausführungsformen (rechts: als Detektor wird eine Ionisationskammer verwendet, links: ein Geiger-Müller-Zählrohr).

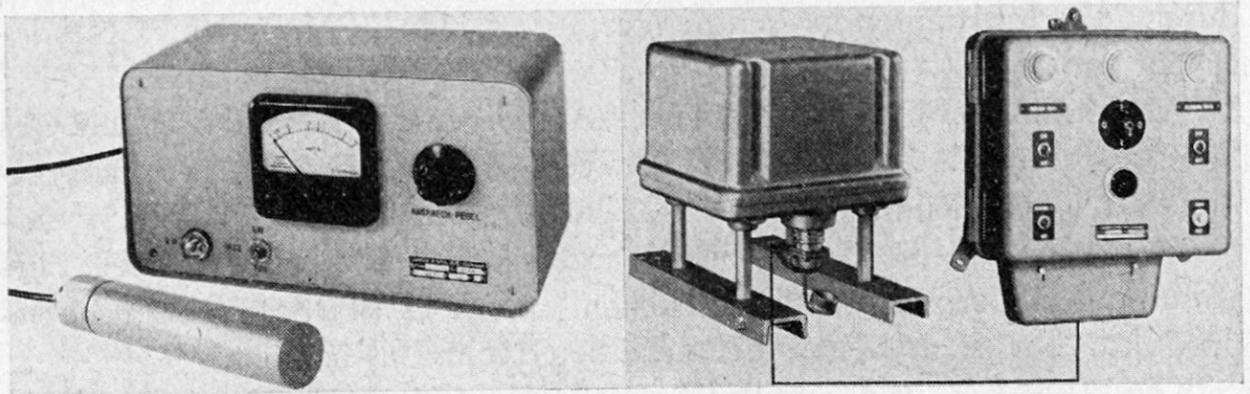


Abb. 1. Überwachungsgeräte

Messung des Verseuchungsgrades und der räumlichen Ausdehnung des verseuchten Gebietes

Hier empfiehlt sich die Verwendung tragbarer Spürgeräte. Der Meßbereich muß sich vom Nulleffekt bis ca. 100 r/h erstrecken (50% Todesfälle bei 400 r, ernsthafte Strahlenschäden oberhalb 25 r). Da die Spürgeräte nur die Dosisleistung messen, sind die Spürtrupps zusätzlich mit Dosimetern auszurüsten, damit jederzeit die seit Arbeitsbeginn akkumulierte Dosis fest-

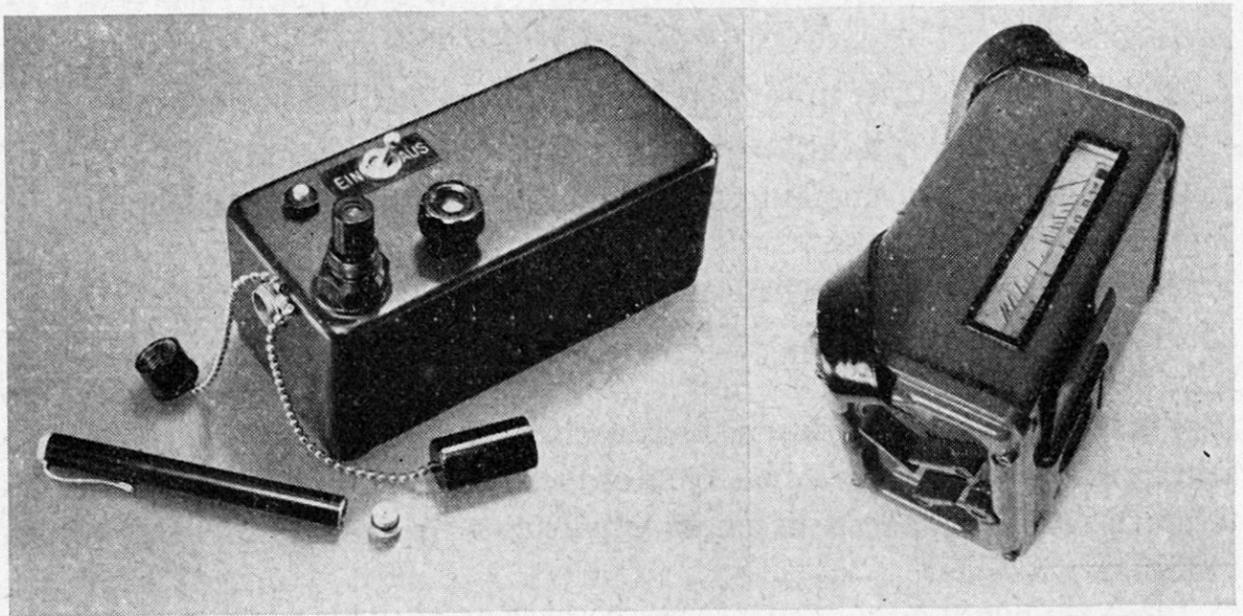


Abb. 2. Tragbares Spürgerät und Dosimeter

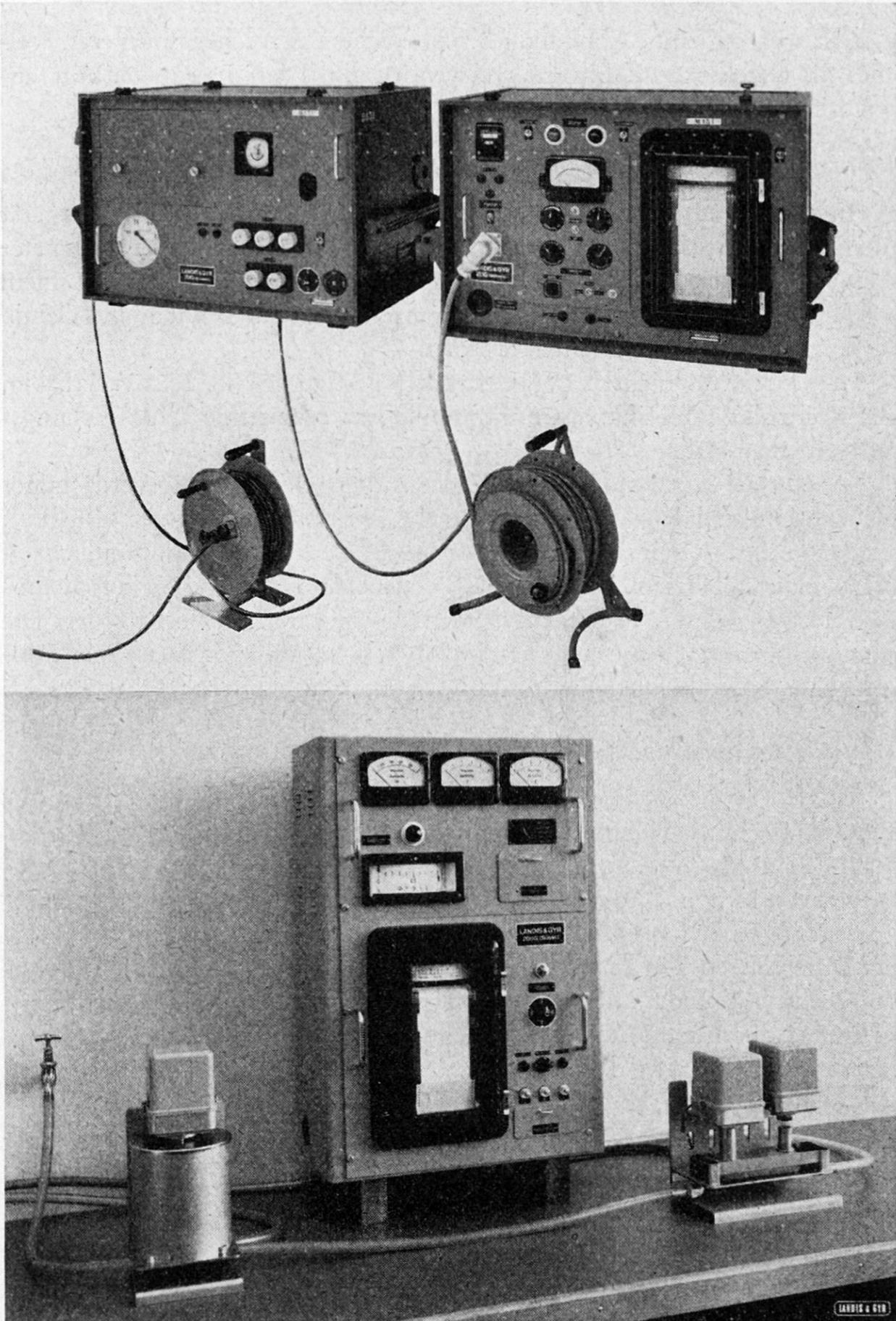


Abb. 3. Oben: Kontinuierlich arbeitende Luftüberwachungsanlage. Unten: Apparatur zur andauernden Überwachung der Wasseraktivität

gestellt werden kann. Abbildung 2 zeigt rechts ein solches Spürgerät, welches als Detektoren Zählrohre verwendet, links ein Dosimeter mit zugehörigem Lade-Ablesegerät.

Kontrolle von Nahrungsmitteln und Wasser

In den ersten auf einen Fallout folgenden Tagen kann ein Spürgerät ohne weiteres für diese Kontrolle herangezogen werden. Bei geeigneter Abschirmung der Umgebungsstrahlung (z.B. Unterstand), kann mit einem solchen Gerät mit Sicherheit die Toleranzaktivität für zehntägigen Genuß verseuchten Wassers festgestellt werden.

In größeren Objekten (Wasserwerke, Festungen) ist es zweckmäßig, zur Kontrolle des Trinkwassers kontinuierlich arbeitende Überwachungsanlagen einzusetzen.

Besteht die Notwendigkeit der Verwendung verseuchungsverdächtiger Nahrungsmittel bzw. Wasser über längere Zeitperioden (Monate bis Jahre), so genügt die mit den angeführten Meßgeräten erreichbare Empfindlichkeit nicht mehr. In diesem Falle müssen Proben labormäßig, z.B. durch Eindampfen oder durch Veraschen vor der Messung konzentriert werden. Die eigentliche Aktivitätsmessung kann dann z.B. in üblicher Weise mit Zählrohr bzw. Szintillationszähler und Impulsuntersetzer durchgeführt werden.

Kontrolle der Luftaktivität

Ist die Truppe vor der direkten Fallout-Strahlung geschützt (z.B. in Festungen), so wird auch die Kontrolle der Luftaktivität notwendig. Behelfsmäßig kann das durch Einlegen von Filterpapier in Gasmasken, Durchsaugen von Luft und Ausmessung der gesammelten Aktivität mit dem Spürgerät geschehen (Empfindlichkeit ca. $10^{-6} \mu\text{C}/\text{cm}^3$ für β -Strahler von 1,3 MeV bei Durchsaugen von 1 l Luft). Für größere Objekte eignet sich eine kontinuierlich arbeitende Luftüberwachungsanlage, bei welcher große Luftvolumina durch ein Filterband gesaugt werden. Die auf dem Filter abgelagerte Aktivität wird laufend gemessen und registriert (Empfindlichkeit $\sim 10^{-13} \mu\text{C}/\text{cm}^3$).

Folgerungen

Naturgemäß mußten für die Betrachtungen dieses Artikels stark vereinfachende Annahmen getroffen werden. Immerhin läßt sich aber doch der Schluß ziehen, daß die Messung und Kontrolle der Bodenaktivität von ausschlaggebender Bedeutung für die Beurteilung der Strahlungsgefahr im Wirkungsbereich einer A-Waffe ist. Einfache, robuste und leichte Geräte

gestatten die Durchführung dieser Kontrolle mit genügender Genauigkeit. Empfindlichere Meßgeräte sind hauptsächlich für die Kontrolle von Nahrungsmitteln erforderlich. Werden alle erwähnten Geräte- und Apparatetypen verwendet, so können praktisch sämtliche durch den Einsatz von A-Waffen aufgeworfenen meßtechnischen Aufgaben gelöst werden.

Aus ausländischer Militärliteratur

Feuerleitung und Feuerplanung im Atomkrieg

Heute muß man immer damit rechnen, daß:

- der Feind über Nuklearwaffen verfügt,
- jederzeit solche Waffen zum Einsatz kommen können,
- der feindliche Angreifer Möglichkeiten hat, die ohne Atomwaffenunterstützung nie denkbar gewesen wären,
- die konventionellen Waffen im Atomkrieg vieler bisheriger Aufgaben enthoben sind.

Ausgehend von diesen Überlegungen regt Art.Oberstlt. E. Fasanotti in «Rivista Militare» (Dezember 1958) einen Ausbau der Organisation für die Feuerleitung und Feuerplanung auf der Stufe Heeresseinheit an (vgl. auch schon ASMZ September 1956, S. 696/7). Es geht darum, das Feuer aller zur Verfügung stehenden Waffen zu koordinieren. In der ersten *Phase der Entschlußfassung* durch den Divisionskommandanten läßt sich dieser durch seine technischen Mitarbeiter beraten. In der folgenden *Phase der Organisation* gibt er in einem Rapport mit den Leitern der Divisionsfeuerleitstelle und dem Generalstabsof.Front seine Weisungen für die Feuerkoordinierung. Unter Leitung des Art.Chefs wird nun die Feuerplanung gemacht, inbegriffen Nachrichten- und Verbindungsplanung. In der *Phase der Ausführung* übernimmt sodann der Divisionskommandant die Feuerleitung und entscheidet, nach Anhören seiner technischen Mitarbeiter, welche Feuermittel einzusetzen sind.

Die Divisionsfeuerleitstelle ist das Organ, in welchem alle Feuerspezialisten zusammengefaßt sind. Ihre erste Aufgabe ist die Feuerplanung, also die technische Ausarbeitung des Entschlusses des Divisionskommandanten. Da dies in Zusammenarbeit mit dem Flieger- und Atomwaffeneinsatz zu geschehen hat, muß die bisherige Art.Feuerleitstelle durch ständig anwesende Verbindungssof. jener Waffen, welche nicht zur Division gehören