

Zeitschrift: Schutz und Wehr : Zeitschrift der Gesamtverteidigung = revue pour les problèmes relatifs à la défense intégrale = rivista della difesa integrale

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

Band: 33 (1967)

Heft: 9-10

Artikel: Methoden zur Überwachung der Radioaktivität in der Luft und im Wasser

Autor: Schranz, P.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-364298>

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: 06.05.2025

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

Auflagen und Weisungen, Schutzmittel, Schutzvorrichtungen und deren Verwendung verfolgen den Zweck, diese Exposition auf ein zulässiges Mass zu reduzieren. Das ist, abgesehen von extremen Fällen, auch ohne besondere Beschränkungen und ohne einen ungewöhnlichen Aufwand möglich. Wohlüberlegte Vorschriften, gutdurchdachte Weisungen verlieren ihren Sinn, wenn sie nicht beachtet, beste Vorrichtungen sind ohne Wirkung, wenn sie nicht verwendet werden. Die Dosisüberwachung aller beruflich strahlenexponierten Personen verfolgt in allererster Linie den Zweck, die Arbeitsdisziplin zu gewährleisten und bei deren Mangel die Folgen vor Augen zu führen. Zusätzlich ist die Kenntnis der akkumulierten Dosis (diese darf 5 rem im Jahr nicht überschreiten) im Einzelfall für das Treffen von Entscheidungen und das Ergreifen irgendwelcher Massnahmen natürlich die Voraussetzung.

Da beim Inkrafttreten der SSV in der Schweiz keine genügend leistungsfähige Möglichkeit der Personenüberwachung bestand, musste durch die Sektion für Strahlenschutz des EGA eine solche eingerichtet werden. Diese überwacht, in Zusammenarbeit mit drei weiteren Zentren in Genf, Lausanne und am EIR, ständig (mit monatlichen Messperioden) etwa 8000 Personen. Als Messgerät verwenden wir den photographischen Dosisfilm für die Exposition gegen externe Strahlungen und zusätzlich die Kontrolle des Urins bei der Möglichkeit von Inkorporationen radioaktiver Stoffe (besonders für Tritium in der Leuchtfarbenindustrie). Spedition, Verarbeitung in der Dunkelkammer und Schwärzungsmessungen der Dosisfilme geschehen «von Hand», die Berechnung der Dosen aus

den Schwärzungen maschinell durch das Rechenzentrum der Bundesverwaltung.

Erfreulicherweise ist die Zahl der Ueberschreitungen der zulässigen Dosis sehr klein und liegt unter einem Prozent. In jedem Einzelfall wird der Ursache der Dosisüberschreitung nachgegangen und eine Abklärung gesucht. Das Ergebnis ist meistens ein Mangel an Achtsamkeit der betroffenen Person selber.

Bei allen Arbeiten mit radioaktiven Stoffen entstehen auch radioaktive Abfälle. Nach Art. 108 hat das Eidgenössische Departement des Innern Stapelplätze für solche Abfälle einzurichten und ihren Betrieb zu regeln. Diese Aufgabe ist dem EGA übertragen worden. Gegenwärtig steht der Sektion für Strahlenschutz ein provisorischer derartiger Stapelplatz zur Verfügung, in den jedes Jahr zweimal die nach besonderen Vorschriften gesammelten Abfälle aus Forschungsinstituten, Spitälern und Leuchtfarbenbetrieben durch speziell organisierte Sammelaktionen verbracht und gestapelt werden. Die Vorarbeiten zu einem definitiven Stapelplatz sind so weit gediehen, dass mit dessen Bau in naher Zukunft begonnen werden kann.

Es darf zum Schluss noch erwähnt werden, dass neben Sekretariatsarbeiten für die Eidgenössische Kommission für Strahlenschutz, der jährlichen Drucklegung der Berichte der Eidgenössischen Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität und zahlreichen weiteren Verwaltungsaufgaben die kritische Ueberprüfung der für Anlagenkontrollen und Personalüberwachung verwendeten Methoden und Instrumente und deren Angleichung an den Stand der Kenntnisse einen wichtigen Aufgabenbereich der Sektion bilden.

Methoden zur Überwachung der Radioaktivität in der Luft und im Wasser

Von P. Schranz, dipl. Ing., in Firma Landis & Gyr, Zug

Radioaktive Substanzen können in erster Linie durch die Atemluft und die Wasseraufnahme in den Organismus gelangen und sich dort ablagern. Wasser und Luftüberwachung sind daher von primärer Bedeutung. Eine direkte Messung der Aktivität in den beiden Medien, etwa durch Eintauchen eines Zählrohres in Wasser oder Aufstellen eines Messfühlers in der Luft, ist zu unempfindlich. Die so erfassbare strahlende Substanz beschränkt sich auf eine Umgebung des Strahlungsfühlers, die innerhalb der durch die Absorption der Medien bedingten Reichweiten der wenig durchdringenden Alphastrahlen liegt.

In beiden Fällen muss der Messung auf Radioaktivität ein Konzentrationsvorgang vorausgehen. Ein zeitlich lückenloses Erfassen der Aktivitäten verlangt laufendes und kontinuierliches Konzentrieren. Das Konzentrat muss in einer für die Messung mit konventionellen Methoden geeigneten Form vorliegen.

Wasserüberwachung

Für die Abtrennung der im Wasser in gelöster und ungelöster Form vorhandenen Fremdsubstanzen sind verschiedene Verfahren bekannt. Von diesen ist das Eindampfen und anschliessende Verwerten der Rückstände für radioaktive Untersuchungen heute das gebräuchlichste. Es wurde auch in der in Abbildung 1 dargestellten Apparatur verwendet, und zwar in einem Aufbau, der alle diese Aufgaben automatisch und kontinuierlich besorgt.

Auf ein mit gleichmässiger Geschwindigkeit laufendes saugfähiges Papierband wird in zeitlich dosierter Menge Wasser aufgebracht. An der Beaufschlagungsstelle wird das Band von unten mit Infrarotstrahlung beheizt. Das Wasser dampft weg, und die Rückstände bleiben im Filter zurück. Sie werden mit dem Filterband an einem Zähler vorbeigeführt, der laufend ihre Aktivität abtastet. Das ausgemessene

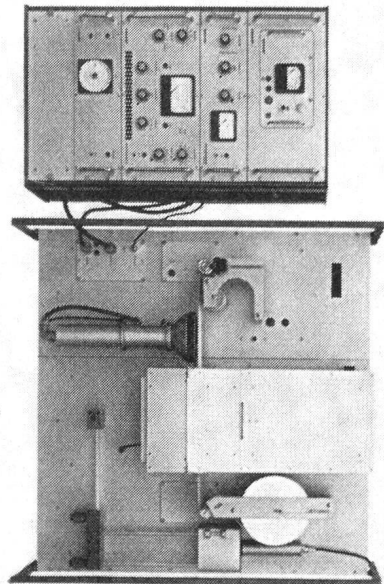


Abb. 1. Wasserüberwachungsanlage (Detektor- und Messeinheit)

Band wird auf eine Rolle aufgewickelt und steht für Nachkontrollen und weitere detaillierte radiochemische Untersuchungen zur Verfügung. Das beschriebene Verfahren benötigt nur wenige mechanisch bewegte Einzelteile. Dies bietet Gewähr für einen störungsfreien Dauerbetrieb. Verseuchungen können mit einfachen Konstruktionsmassnahmen ausgeschlossen werden. Zu diesem Zweck wird mit dem belegten Filter zusammen ein Abdeckpapier aufgewickelt, das jede Verseuchung der Antriebsrolle ausschliesst und zwischen die Lagen des aufgewickelten Filters zu liegen kommt, womit eine gegenseitige Kontamination ebenfalls verhindert wird.

Die beschriebene Einrichtung bildet den Teil (in Abb. 1 rechts) einer Wasserüberwachungsanlage, der die automatische kontinuierliche Probenaufbereitung besorgt. Der andere Teil (links, Abb. 1) übernimmt die Auswertung der vom Detektor gelieferten Zählimpulse. Die beiden Teile der Ueberwachungsapparatur sind durch Kabel verbunden und können viele Meter voneinander entfernt aufgestellt werden. Im Auswerteteil sind die Speisegeräte für die Zähler, die nötigen Impulsfrequenzmeter sowie die Registriergere untergebracht. Der Messwert wird nicht nur ständig geschrieben, sondern auch überwacht. Sobald die Intensität einen vorwählbaren Wert überschreitet, erscheint ein Alarmsignal.

Allfällige Störungen im Betrieb werden durch eine eingebaute Signalanzeige von selbst gemeldet. Damit werden die Wasserzufuhr, der Papiernachschub und das richtige Funktionieren des ganzen Messkanals überwacht.

Der Leistungsbedarf der ganzen Anlage ist nur etwa 700 W, so dass die Wirtschaftlichkeit, verglichen mit dem Aufwand für Stichprobenuntersuchungen durch Laborpersonal, gewährleistet ist. Die erreichbare Empfindlichkeit genügt den Anforderungen für den Nachweis selbst der gefährlichsten Isotope. So liegt z. B. die Nachweisgrenze für eine Sr-90-Verseuchung

bei $5 \cdot 10^{-8} \mu\text{C}/\text{cm}^3$. Dieser Wert entspricht dem zwanzigsten Teil der Toleranzkonzentration.

Luftüberwachung

Abbildung 2 zeigt eine automatisch und kontinuierlich arbeitende Luftüberwachungsanlage. Sie ist, wie die Wasserüberwachung, wiederum in zwei Einheiten, nämlich eine Einheit für das fortlaufende Sammeln der Aktivitätsproben und eine Auswerteeinheit, aufgeteilt. Die kontinuierliche Probenentnahme erfolgt folgendermassen:

Ueber einen Ansaug, durch den eine Pumpe ständig mehrere Kubikmeter Luft pro Stunde ansaugt, wird ein Filterband mit konstanter Geschwindigkeit transportiert. Die in der Luft vorhandenen Staubteilchen, an die die Aktivitäten mit Ausnahme derjenigen einiger Edelgasisotope, die aber genügend empfindlich direkt nachgewiesen werden können, angelagert sind, werden auf dem Filter zurückgehalten. Das Band wird von mehreren (meistens zwei) Detektoren abgetastet, und zwar einmal am Sammelpunkt, d. h. während des Sammelvorganges selbst, und dann an Stellen, an die die Proben erst viele Stunden nach dem Sammelvorgang gelangen.

In der Luft sind stets natürliche kurzlebige Aktivitäten vorhanden. Sie stammen von den überall in Boden und Gestein vorhandenen, wenn auch mengenmässig ausserordentlich geringen Spuren von Uran und Thorium. Diese relativ ungefährlichen Konzentrationen sind im allgemeinen wesentlich höher als die

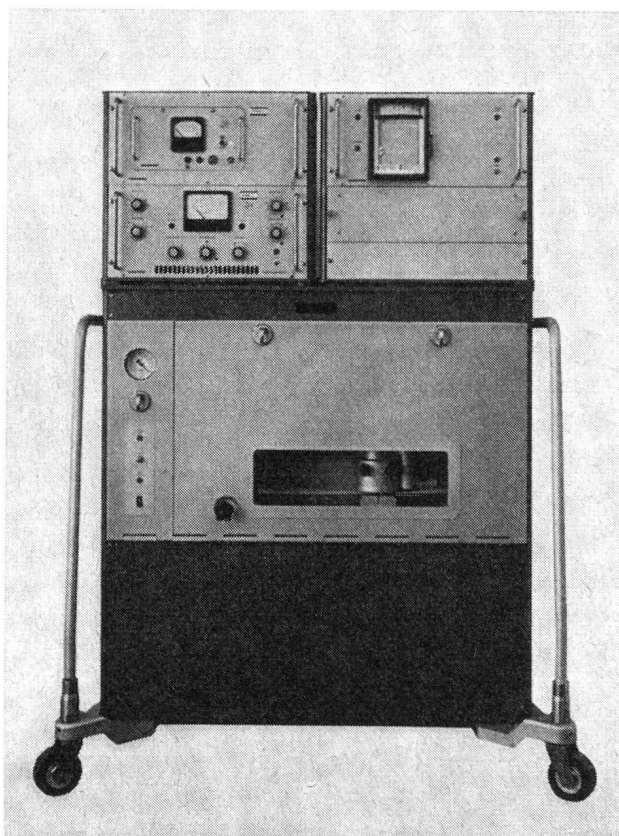


Abb. 2. Luftüberwachungsanlage (Detektor und Messeinheit)

Toleranzkonzentration der gefährlichsten Stoffe. Solange also die Fremdaktivitäten kleinere Konzentrationen aufweisen als die natürlichen, misst der Detektor am Ansaug praktisch die Aktivität der letzteren. Die Empfindlichkeit der Direktmesstelle ist somit in vielen Fällen ungenügend. Diese Empfindlichkeitslücke füllen die verzögerten Messtellen aus. Die natürlichen Aktivitäten klingen, im Gegensatz zu den erwähnten gefährlichen, rasch ab. Wählt man die Zeitverhältnisse zweckmässig, so bleibt nach der Zeit, die zwischen Sammelvorgang und Messung an der verzögerten Messtelle vergeht, nur noch ein vernachlässigbarer Beitrag der natürlichen Aktivitäten übrig.

Die Nachweisgrenze der Anlage liegt für Sr 90 bei $5 \cdot 10^{-14} \mu\text{C}/\text{cm}^3$ oder einem Zweitausendstel der Toleranzkonzentration.

Empfindlichkeit und Messzeit

Jeder Konzentrationsvorgang bedingt einen Zeitverzug zwischen einer auftretenden Aktivität und ihrem Erfassen. Während dieser Zeit kann keine Aussage über eventuelle Verseuchungen gemacht werden, was ein gewisses Risiko darstellt. Durch die Kombination der beschriebenen Messeinrichtungen mit einer sofortanzeigenden und relativ unempfindlichen, kann dieses Risiko jedoch überbrückt werden. Diese praktisch für alle erdenklichen Fälle ausreichende Methode soll an einem speziellen Beispiel der Luftüberwachung erläutert werden.

Das Ausmass einer Schädigung durch Aufnahme radioaktiver Stoffe ist in erster Linie durch die aufgenommene Menge bestimmt. Diese ist durch die Aktivitätskonzentration des gefährdenden Mediums und die Aufenthaltszeit gegeben. Das Produkt dieser beiden Grössen ist massgebend. So führt ein hundertminütiger Aufenthalt in einem mit der Konzentration



Abb. 3. Tragbares Suchgerät (transistorisiert)



Abb. 4. Taschendosimeter mit Lade-Ablesegerät

1 verseuchten Raum zur gleichen Schädigung wie ein einminütiger Aufenthalt in einem mit der Konzentration 100 verseuchten. Für die Ueberwachungsgeräte bedeutet das, dass hohe Konzentrationen rasch nachgewiesen werden müssen, niedrige dagegen dürfen mit gleichem Risiko sinngemäss später entdeckt werden.

Bei der Wasserüberwachung besteht diese Sofortmesstelle z. B. aus einem Durchflussgefäss mit eingetauchtem Zählrohr. Im allgemeinen wird eine solche Messtelle fest mit der Apparatur mit Eindampfvorrichtung zusammengebaut.

Der Detektor am Sammelpunkt bei der Luftüberwachung erfasst relativ hohe Aktivitätskonzentrationen praktisch ohne Verzögerung. Er erfüllt also dieselbe Aufgabe wie derjenige der Direktmesstelle bei der Wasserüberwachung. Derselbe Detektor tastet auch die Konzentrate, d. h. die gesammelten Staubproben, ab, allerdings mit einer Zeitverzögerung, die durch den Sammelvorgang bedingt ist.

Schutz vor äusserer Bestrahlung

Abbildung 3 zeigt ein Beispiel eines tragbaren Suchgerätes für Batteriebetrieb. Als Detektor dient ein Zählrohr. Die von diesem abgegebenen Impulse werden in der transistorisierten Schaltung verstärkt, normiert und in einen am Instrument angezeigten Gleichstrom verwandelt, dessen Grösse proportional zum Logarithmus der Impulsfrequenz ist. Der ganze Messumfang beträgt rund drei Dekaden (Vollausschlag 20 mr/h). Die Empfindlichkeit reicht noch zum Nachweis der natürlichen, überall vorhandenen Umgebungsstrahlung. Dieses Gerät kann mit einigen Zusätzen erweitert werden. Das Zählrohr kann samt Halterung aus dem Gehäuse genommen und in ein Verlängerungskabel eingesetzt werden. So können auch an schwer zugänglichen Stellen Messungen ausgeführt werden. Die fest eingebaute akustische An-

zeige der Einzelimpulse kann auch zusätzlich an einem Kopfhörer abgehört werden. Das Gerät leistet unentbehrliche Dienste beim Arbeiten mit radioaktiven Quellen. Gefahren lassen sich vor den Versuchen zuverlässig beurteilen, die Wirksamkeit der Abschirmungen überprüfen usw.

Messungen mit den vorhin beschriebenen Geräten geben Anhaltspunkte über die zu erwartenden Strahlungsintensitäten. Die tatsächlich von den betroffenen Personen aufgenommene Strahlung kann damit nur geschätzt, nicht aber individuell bestimmt werden. Zu diesem Zweck verwendet man Dosimeter. In Abbildung 4 sind solche zusammen mit dem zugehörigen Lade- und Ablesegerät zu sehen. Jede überwachte Person trägt ein eigenes solches Messgerät auf sich. Das Dosimeter enthält eine kleine Ionisationskammer mit einem parallelgeschalteten hochisolierenden Kondensator. Die einfallende Strahlung erzeugt in der Kammer Ionen, die den Kondensator entladen. Der Ladungsverlust des Kondensators ist ein Mass für die

zwischen Lade- und Ablesevorgang aufgenommene Strahlendosis.

Schlusswort

In den vorhergehenden Ausführungen wurden nur einige für bestimmte Ueberwachungszwecke typische Geräte beschrieben und zugleich über ihren Einsatz berichtet. Der Sinn der Ausführungen war, einen Einblick in die Aufgaben des Strahlenschutzes zu geben und zugleich zu zeigen, mit welchen Mitteln solche Aufgaben gelöst werden. Der zum Teil beträchtliche Aufwand der Geräte möge die bedeutende Rolle des Strahlenschutzes beim Arbeiten mit radioaktiven Substanzen darlegen. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen denn auch, dass z. B. Reaktorbetriebe und Isotopenlaboratorien zu denjenigen Betrieben des Wirtschaftslebens zählen, die die geringsten Unfallziffern aufweisen.

Die Sicherheit von Atomanlagen

Von D. F. Alder, Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung, Würenlingen

Atomanlagen sind im Begriff, den mit Kohle oder Oel befeuerten thermischen Anlagen zur Erzeugung elektrischer Energie den Rang abzulaufen. In manchen Fällen erweist sich die Atomenergie bereits als preislich günstiger, und sie ist vor allem nicht mit dem Ruf hässlicher Luftimmissionen belastet. Wie aber steht es mit ihrer Gefährlichkeit?

Während des Betriebes entstehen in Atomanlagen radioaktive Stoffe in ungeheuren Mengen, die grosse Schäden an Leib und Gut verursachen könnten, würden sie einmal ausser Kontrolle geraten und freigesetzt werden. Wenn dies bis heute noch nie geschehen ist, ja wenn heute festgestellt werden kann, dass die «Atomindustrie» zu den sichersten Industrien überhaupt zählt, so ist dies das Ergebnis von Sicherheitsmassnahmen, wie sie für die Industrie wohl einmalig dastehen. Hierüber soll im folgenden einiges gesagt werden.

Die Sicherheit beginnt bereits bei der Planung einer Anlage. Die Wahl eines bewährten Reaktortyps, des eigentlichen Herzens der Anlage, die konservative Festlegung der physikalischen und thermischen Betriebsbedingungen und die Gewährung grosser Sicherheitsmargen bei der Auslegung der einzelnen Komponenten sind einige Beispiele dafür. Dazu kommen zahlreiche Vorkehrungen, die dafür sorgen, dass bei Störungen an wichtigen Maschinenteilen keine unerwünschten Folgen eintreten können. So werden be-

sonders lebenswichtige Komponenten oft doppelt oder dreifach ausgeführt. Ausserdem wird der Reaktor selbst, der die radioaktiven Stoffe enthält, stets von mehreren massiven Stahl- oder Betonhüllen umgeben, so dass ein Entweichen gefährlicher Mengen von Radioaktivität auch beim Zusammentreffen verschiedener unglücklicher Umstände äusserst unwahrscheinlich ist.

Die gesetzlichen Vorschriften

Nach dem Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz ist der Bund verpflichtet, über die Sicherheit von Atomanlagen zu wachen. Der Bundesrat hat zu diesem Zweck die Eidgenössische Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen (KSA) ernannt sowie die Sektion für die Sicherheit von Atomanlagen (SSA) geschaffen. Diese beiden Instanzen arbeiten eng zusammen. Sie begutachten alle Projekte von Atomanlagen bezüglich ihrer Sicherheit unter spezieller Berücksichtigung des vorgesehenen Standortes. Nur wenn sie zum Schluss kommen, dass der Bau und Betrieb einer vorgeschlagenen Anlage weder für die Bevölkerung noch für das Betriebspersonal zu unzumutbaren Gefahren führen kann, darf die Anlage erstellt und betrieben werden. Die beiden Sicherheitsorgane des Bundes überwachen auch den Bau sowie die Ausprüfung der