

Überwachungs- und Alarmsystem für Radioaktivität in der Schweiz

Autor(en): **Ackermann, Paul**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Das Schweizerische Rote Kreuz**

Band (Jahr): **71 (1962)**

Heft 1

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-547611>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ÜBERWACHUNGS- UND ALARMSYSTEM FÜR RADIOAKTIVITÄT IN DER SCHWEIZ

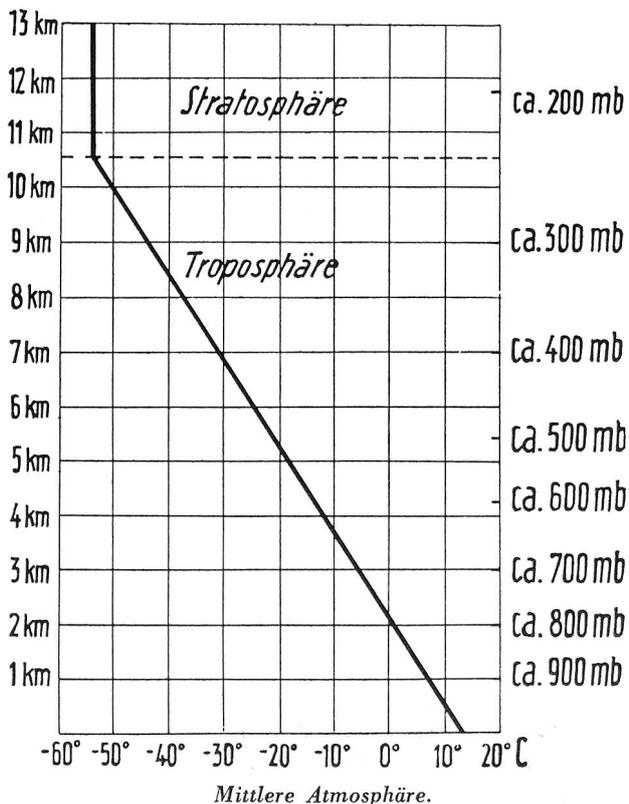
Von Paul Ackermann, Payerne

Die «Neue Zürcher Zeitung» hat uns in liebenswürdiger Weise gestattet, den nachfolgenden Aufsatz, den sie in der Sonntagsnummer vom 19. November 1961 publizierte, abzudrucken. Auch Paul Ackermann, Payerne, war mit der Publikation seiner Arbeit in unserer Zeitschrift einverstanden.
Die Redaktion.

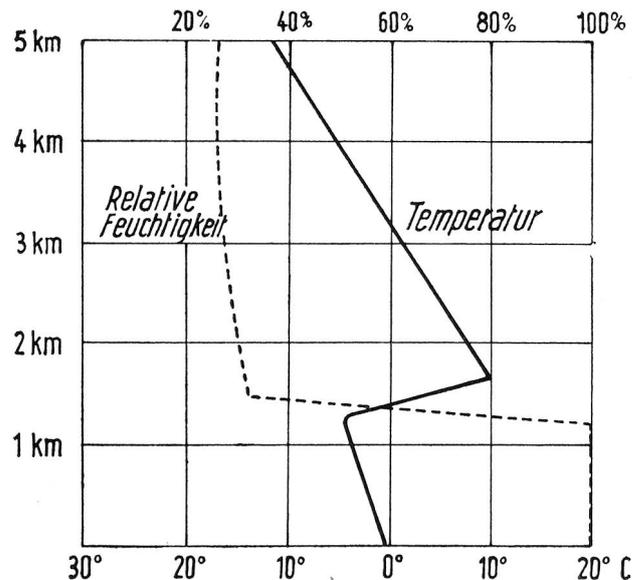
Im Laufe des Jahres 1955 wurde infolge der zunehmenden Zahl von Atombombenversuchen die regelmässige Messung der Radioaktivität der Luft und der Niederschläge an der Aerologischen Station Payerne aufgenommen. Ende 1956 ernannte der Bundesrat die Eidgenössische Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität mit Prof. P. Huber, Basel, als Präsident. Das Ueberwachungsnetz wurde in der Folge auf die ganze Schweiz ausgedehnt.

Verseuchungsquellen

Die radioaktive Verseuchung kann von zwei Quellen herrühren, den Versuchsexplosionen und der friedlichen Anwendung der Atomenergie, wobei hauptsächlich Reaktorunfälle in Betracht zu ziehen sind. Bei nuklearen Explosionen ist zu unterschei-



Mittlere Atmosphäre.



Hochnebel mit Temperaturinversion.

den zwischen dem Nahausfall und der weltweiten Verseuchung. Der Nahausfall, der die radioaktive Wolke von schweren Teilchen reinigt, ist je nach Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Energie der Bombe in einigen hundert Kilometern Entfernung vom Versuchsort beendet. Der weltweite Ausfall gliedert sich in zwei Phasen:

a) Die in der Troposphäre gebliebenen Teilchen werden mit den vorherrschenden Westwinden um den ganzen Erdball getragen. Die Troposphäre ist die unterste Schicht der Atmosphäre, in der die Temperatur mit der Höhe im Mittel um 6° C pro Kilometer abnimmt. In der Stratosphäre bleibt die Temperatur mehr oder weniger konstant. Die Grenzfläche zwischen diesen beiden Schichten wurde Tropopause getauft. In unseren Breiten befindet sie sich normalerweise in 9 bis 12 Kilometer Höhe über Meer. Von einem Versuchsort in Russland zum Beispiel wird die troposphärische radioaktive Wolke normalerweise zuerst über Asien in den Pazifik gelangen, Amerika überfliegen und erst nach Ueberquerung des Atlantiks Europa erreichen. Dabei ist zu beachten, dass die Windgeschwindigkeiten in der Troposphäre mit der Höhe zunehmen. Zur Voraussage der Bahn der Wolke müssen des-

halb die Höhenwetterkarten herangezogen werden. Die Radioaktivität wird hauptsächlich *durch die Niederschläge zur Erde gebracht*. Die Troposphäre wird dadurch in einigen Wochen wieder gereinigt.

Infolge der Westwinde fällt der Hauptanteil in den Breitengraden der Versuchsorte aus. So wurde infolge der früheren Versuchsserien in Nevada und Südrussland der Hauptausfall um den vierzigsten Breitengrad der nördlichen Halbkugel abgelagert. Bei den kürzlichen Versuchen im Norden Russlands ist zu erwarten, dass diesmal die vorher weniger betroffenen nördlichen Breiten mehr in Mitleidenschaft gezogen werden.

b) Ist der Atompilz in die *Stratosphäre* eingedrungen, so bleiben, abgesehen vom Nahausfall der schweren Teilchen, die radioaktiven Partikeln infolge der meteorologischen Eigenheit dieser Schicht *einige Jahre* in diesen Höhen. Nur bei bestimmten Wetterlagen, besonders im Frühling, dringt diese Radioaktivität in die Troposphäre ein und wird dann durch die Niederschläge dem Erdboden zugeführt.

In Westeuropa haben wir in Friedenszeiten kaum mit Versuchsexplosionen zu rechnen, da für die äusserst stark radioaktive Nahausfallzone kein menschenleeres Gebiet zur Verfügung steht. Unser Land unterliegt deshalb je nach Lage des Explosionsortes erst *ein bis vier Wochen* nach der Explosion dem troposphärischen Ausfall aus radioaktiven Wolken und der schwer vorauszusagenden schleichenden Verseuchung, wenn radioaktive Luft aus dem stratosphärischen Reservoir in die unteren Schichten eindringt.

Bei Reaktorunfällen liegt die Verseuchungsquelle im Gegensatz zu den Bombentests am Boden. Die Ausbreitungsrichtung und Ausdehnung der Verseuchung hängt deshalb von den Winden in Bodennähe und der vertikalen Temperaturschichtung ab.

Gefahr durch radioaktive Verseuchung

Aus dem Obenstehenden geht hervor, dass wir nach nuklearen Explosionen zuerst verseuchter Luft ausgesetzt sind. Diese Luft wirkt *als äussere Strahlung* auf die Lebewesen und gelangt zudem durch die Atmung in den Körper. Praktisch erhöht sie die schon immer vorhanden gewesene natürliche Radioaktivität der Luft.

Die aus dieser Luft ausfallenden Niederschläge sind radioaktiv. Dadurch können die *Quellen, Gewässer und Böden* verseucht werden. Durch Trinkwasser gelangt die Radioaktivität in den Körperkreislauf von Mensch und Tier. Die Pflanzen nehmen mit dem Wasser und verseuchten Boden Radioaktivität, besonders gewisse Isotope, auf. Durch *Gemüse und Futter* gelangt deshalb zusätzlich Radioaktivität in den menschlichen und tierischen Körper. So kommt zum Beispiel das gefährliche Strontium 90 in der Milch zum Vorschein.

Bei Reaktorunfällen kann Radioaktivität direkt durch die Abwässer in die Flüsse gelangen und da-

mit die Landesgrenzen passieren. Die Möglichkeit einer Verseuchung unserer Flüsse durch ausländische Reaktoren ist aber infolge unserer geographischen Lage praktisch ausgeschlossen. Einzig am Langensee könnte infolge des Reaktorzentrums in Ispra eine gewisse Gefahr bestehen.

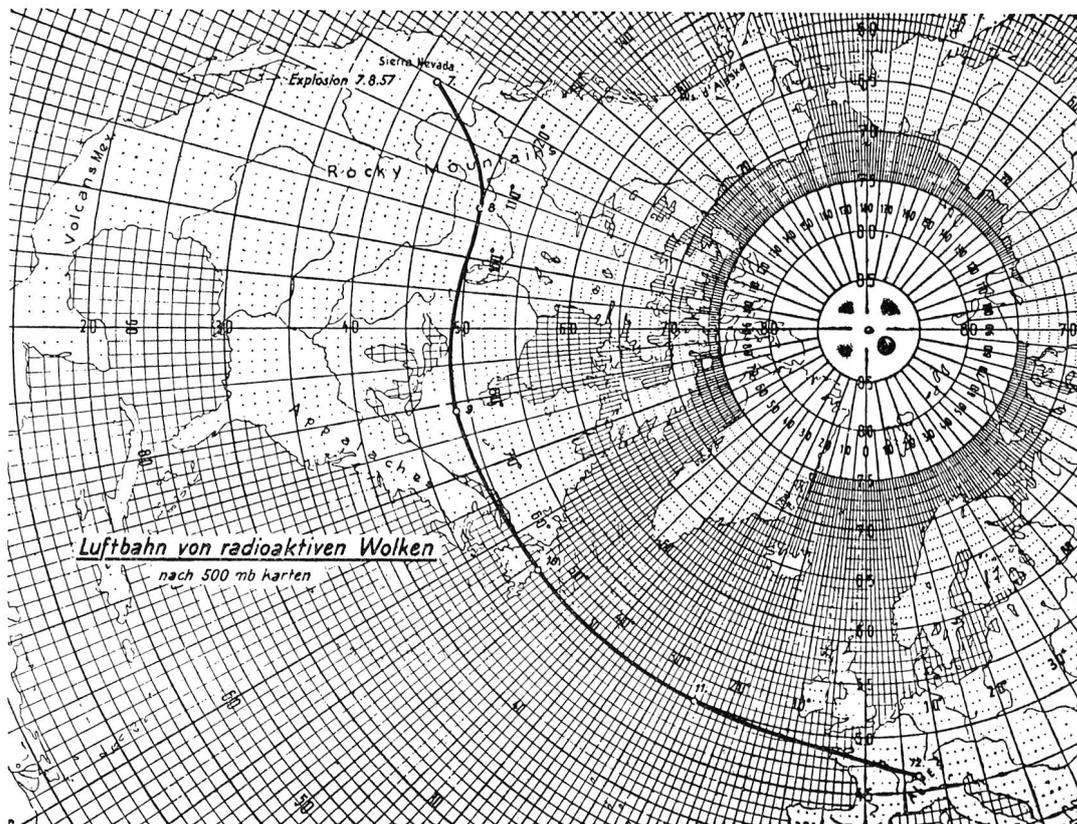
Eine internationale Kommission von Spezialisten hat die höchstzulässigen Konzentrationen für die verschiedenen Fälle festgelegt. Bei radioaktiven Wolken von nuklearen Explosionen und Reaktorunfällen hat man es immer mit einem *Gemisch von Isotopen* zu tun. Für jedes einzelne radioaktive Element wurde die maximal zulässige Konzentration in der Luft, im Wasser usw. bestimmt. Unter diesen Isotopen gibt es sehr giftige und harmlosere, je nach Strahlungsart, Energie, Lebensdauer (Halbwertszeit) und Verweilzeit im menschlichen Körper. Die Gefährdung durch das Gemisch ist deshalb hauptsächlich durch die giftigsten Isotope bestimmt, speziell durch den Gehalt an *Strontium 90*, das sich in den Knochen und blutbildenden Stellen konzentriert. Da man aber nicht immer zum voraus die Zusammensetzung einer radioaktiven Wolke oder von verseuchtem Wasser kennt und die Analyse immer etwas Zeit beansprucht, hat diese Kommission maximal zulässige Konzentrationen für ganz oder teilweise unbekannte Gemische ausgearbeitet, wobei als Grundlage der ungünstigste Fall, das heisst ein hoher Prozentsatz an gefährlichen Isotopen, angenommen wurde.

Diese *Vielzahl von Toleranzkonzentrationen für unbekannte Gemische*, die einzelnen Isotope und deren Auftreten in Luft, Trinkwasser und den verschiedenen Lebensmitteln, wobei die Ernährungsgewohnheiten der Völker noch mit einer Rolle spielen, hat schon mehrmals infolge falscher Interpretationen die Öffentlichkeit *verwirrt*. Das Zisternenwasser im Jura hat zum Beispiel schon öfters die Toleranzkonzentration für ein unbekanntes Gemisch überschritten. Das war aber vorerst nur ein Signal für die verantwortliche Kommission, genaue Analysen vorzunehmen. Bei diesen Untersuchungen stellte sich heraus, dass das gefährliche Strontium 90 nur in wenigen Prozenten vorhanden war und das Gemisch deshalb noch als ungefährlich taxiert werden konnte.

Die Effekte der Radioaktivität auf die Lebewesen addieren sich. Die Toleranzdosen wurden so festgelegt, dass die Summe der Strahlung in dreissig Jahren einen gewissen Betrag nicht überschreiten darf. Gelegentliche kleine Spitzen werden als ungefährlich angesehen, falls sie vorher oder nachher durch kleinere Aktivität kompensiert werden.

Ueberwachungsnetz

Die Eidgenössische Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität hat ein *Messnetz* aufgebaut, welches fortlaufend die Verseuchung der folgenden Elemente bestimmt: Luft, Niederschläge, Gewässer und Zisternen, Boden, Gras, Heu, Fische,



Luftbahn von radioaktiven Wolken nach einer nuklearen Explosion in den USA.

Umgebung von Reaktoren und der radioaktive Stoffe verarbeitenden Industrie wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Periodische Analysen von Erdboden, Viehfutter, Fischen und Wasserpflanzen als weitere Glieder der Verseuchungskette ergänzen die Vorsichtsmassnahmen. Prof. O. Lerch in Lausanne verfolgt die Anlagerung von Strontium 90 in den menschlichen Knochen. Dazu kommen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Verbesserung und Vereinfachung der physikalischen Analysemethoden für die verschiedenen Strahlungsarten an den physikalischen Instituten von Basel (Prof. P. Huber), Neuenburg (Prof. J. Rossel) und Freiburg (Prof. O. Huber) und der chemischen Analysen an der EAWAG (Prof. O. Jaag). Analoge Arbeiten werden bei Prof. O. Högl am Gesundheitsamt für Milch und Lebensmittel unternommen.

Alarmorganisation

Nach den eintreffenden Meldungen über Ort und Zeit einer Versuchsexplosion wird die Bahn der troposphärischen Wolke mittels der meteorologischen Höhenwetterkarten verfolgt. Schon vor dem mutmasslichen Eintreffen der verseuchten Luft werden die periodischen Messungen durch weitere Probeentnahmen in kürzeren Abständen ergänzt. Eine Erhöhung der Luftaktivität wird unabhängig von einer vorhergehenden Meldung über eine Explosion von den kontinuierlich registrieren-

den Luftüberwachungsapparaturen angezeigt. Bei Ueberschreiten eines bestimmten Pegels melden die Posten an die *Vorwarnzentrale in Payerne*.

Im *schlimmsten Fall*, der nur in einer Nahausfallzone auftreten kann, was in Friedenszeiten äusserst unwahrscheinlich ist, wird über Bern die betroffene Bevölkerung *mit Rundspruch und andern Mitteln* unverzüglich orientiert und über die *ersten Verhaltensmassregeln* instruiert. Gleichzeitig werden die Spezialisten zusammengerufen, die über die weiteren Massnahmen entscheiden.

Normalerweise ist aber weder schon die Radioaktivität der Luft noch der direkte Ausfall auf die Erde unmittelbar gefährlich, sondern *erst die weiteren Glieder* der Verseuchungskette — Zisternenwasser, Gemüse, Viehfutter durch Aufnahme radioaktiver Elemente aus Wasser und Boden im Rahmen des Wachstumsprozesses. In der Milch erscheint die Radioaktivität erst nach etwa zwei Tagen. Einschneidende Massnahmen können so infolge der inzwischen erfolgten Spezialmessungen und genauen Abgrenzung der verseuchten Zonen und Elemente auf ein Mindestmass beschränkt werden. Falls sich unser Land während des Vorüberziehens einer selbst sehr starken radioaktiven Wolke in einer regenfreien Zone befindet, so wird die Gefahr stark vermindert, da der *trockene Ausfall nur etwa ein Zehntel desjenigen der Niederschläge* beträgt.

Andererseits kommt es vor, dass die verseuchte Luft in grossen Höhen vorüberzieht und der Nie-

derschlag deshalb grosse Aktivität aufweist, ohne dass vorher in der Bodenluft etwas zu bemerken ist. Die Ueberwachungsstationen auf den Bergen sind in diesem Fall von besonderem Wert. Ausserdem kann die Kommission dank der Unterstützung durch das Kommando unserer Fliegertruppen mit Flugzeugen *Luftproben bis in grosse Höhen* entnehmen.

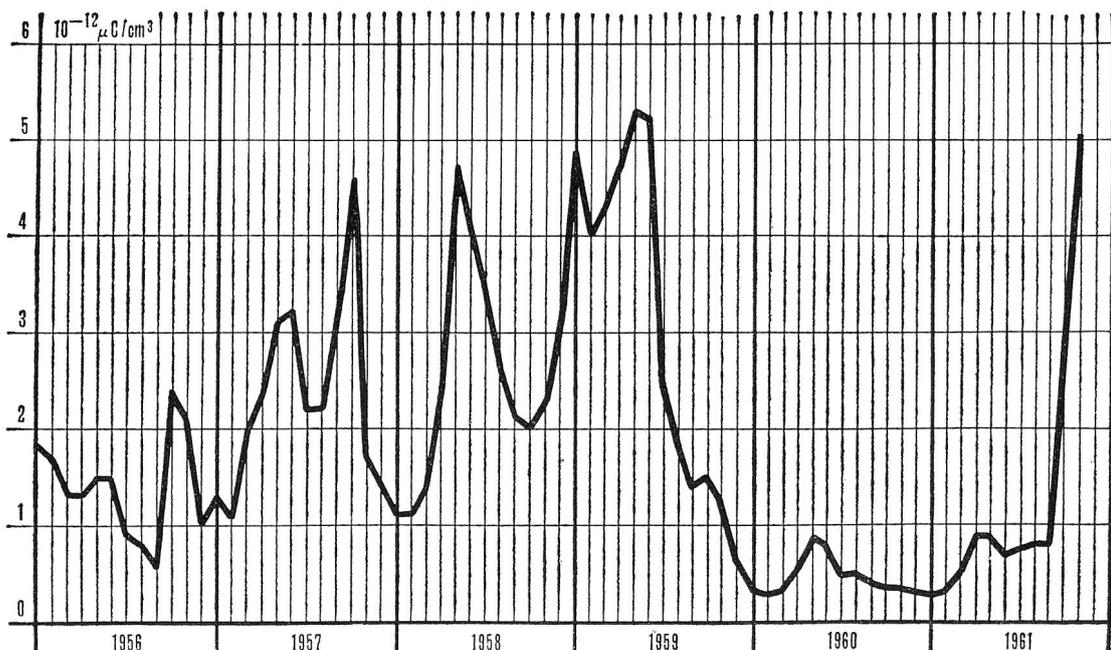
Je grösser die Energie einer nuklearen Bombe ist, um so höher steigt der Pilz in die Stratosphäre. Schliesslich bleibt, abgesehen vom Nahausfall der groben Teilchen, der Hauptanteil der Radioaktivität im stratosphärischen Reservoir angehäuft und kommt erst allmählich stossweise im Laufe einiger Jahre zum Erdboden. Diese *schleichende nachträgliche Verseuchung* muss aufmerksam verfolgt werden. Die Flüge werden deshalb regelmässig bis in die Stratosphäre ausgedehnt.

In *Kriegszeiten* geht der Ueberwachungs- und Warndienst an die *Armee* über. Die Situation ist dann, selbst wenn die Schweiz selber nicht in die kriegerischen Handlungen verwickelt ist, sehr viel kritischer. Atombomben können in unserer nächsten Nachbarschaft eingesetzt werden. Infolge des wahrscheinlichen Ausbleibens von Nachrichten müssen dann Ort und Zeit durch eigene Mittel — Seismographen, Mikrobarographen usw. — festgestellt werden. In diesem Fall werden die Meldungen des internationalen meteorologischen Netzes, insbesondere die Höhenwetterkarten, nach denen die Zugrichtung und die Geschwindigkeit der verseuchten Luft verfolgt werden können, wie während des letzten Krieges ausbleiben. Durch den *Ausbau des Armeewetterdienstes* muss diese Lücke so weit als möglich geschlossen werden.

Reaktorunfälle

Die Reaktorbetriebe unterhalten gemäss Vorschriften *eigene Ueberwachungs- und Sicherheitsdienste*, die auch die Abwässer und die Luft kontinuierlich kontrollieren. Die Eidgenössische Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität hat Einblick in die betriebseigenen Kontrollmessungen und führt zusätzlich selber Untersuchungen über den Pegel der Radioaktivität sämtlicher Glieder der Verseuchungskette in der Reaktor Umgebung durch. Bei Unfällen kann verseuchtes Abwasser zurückgehalten werden. Um für den Fall, dass unzulässig verseuchte Luft entweicht, vorbereitet zu sein, werden die meteorologischen Eigenheiten der näheren und weiteren Umgebung für jede Wetterlage eingehend studiert. Die Zugrichtung der radioaktiven Wolke und damit die eventuell gefährdeten Gegenden können dadurch viel genauer eingegrenzt werden. Die maximal mögliche Intensität und die Zusammensetzung des Gemisches sind in jedem Falle bekannt. Bei einem solchen Vorgang treffen die gut vorbereiteten Spezialisten des Betriebes unverzüglich selber die ersten Massnahmen bei gleichzeitiger Alarmierung der Kommission und der kantonalen Behörden.

Ueberwachungsapparaturen an den Grenzen sollen verseuchte Luft feststellen, die von atomtechnischen Anlagen in den Nachbarländern herrühren. Ausserdem ist in *jedem Land Westeuropas* eine *Warnzentrale* bestimmt worden, welche solche *Unfälle* unverzüglich per Telephon, Fernschreiber und Telegramm den Zentralen der gefährdeten Nachbarländer meldet. Sämtliche umliegenden Staaten sind dieser Organisation angeschlossen.



Beta-Aktivität der Luft in Payerne von 1956 bis 1961.

Gegenwärtige Situation

Die Monatsmittel der Beta-Aktivität der Luft in Payerne von 1956 bis Oktober 1961 geben eine Uebersicht über die augenblickliche Lage. Infolge der Messmethode der kontinuierlich arbeitenden Luftüberwachungsapparaturen stellen die Minimalwerte in den Jahren 1960 und 1961 grösstenteils Restbeträge der natürlichen Radioaktivität dar. Die künstliche Radioaktivität betrug in dieser Periode

in Wirklichkeit etwa 10 Prozent der aufgezeichneten Werte.

Der neue Anstieg seit September 1961, noch ohne den Einfluss der beiden letzten Grossbomben, der sich erstmals im Laufe des Novembers bemerkbar machen konnte, ist klar ersichtlich. Da bei den *Superbomben* nur ein sehr kleiner Teil der Radioaktivität in der Troposphäre bleibt, wird die schleichende *nachträgliche Verseuchung aus dem Reservoir der Stratosphäre* eine grosse Rolle spielen.

MESSUNG UND GEFAHR DES RADIOAKTIVEN NIEDERSCHLAGES

Von Prof. Dr. P. Huber, Basel

Präsident der Eidgenössischen Kommission zur Ueberwachung der Radioaktivität

Was ist radioaktiver Niederschlag?

Atomexplosionen sind untrennbar mit der Erzeugung von radioaktiven Kernen verbunden. Es entstehen bei der Spaltung von Uran etwa 35 verschiedene Elemente, die mehrheitlich Halbwertzeiten aufweisen, die zwischen einem Bruchteil einer Sekunde und mehreren Jahrzehnten liegen. Die Halbwertzeit eines radioaktiven Stoffes ist diejenige Zeit, in der er auf die Hälfte zerfällt. Neben der physikalischen Halbwertzeit existiert für radioaktive Kerne, die in den menschlichen Organismus eingebaut werden, eine biologische Halbwertzeit. In dieser Zeitspanne wird die im Körper inkorporierte radioaktive Stoffmenge auf die Hälfte abgebaut. Beispiele für physikalische und biologische Halbwertzeiten gibt die nachfolgende Tabelle:

Radioaktiver Kern	Physikalische Halbwertzeit	Biologische Halbwertzeit
Radium 226	1620 Jahre	10 Tage
Strontium 90	28 Jahre	50 Jahre
Caesium 137	30 Jahre	70 Tage
Jod 131	8 Tage	14 Tage

Zwischen 1 Stunde (h) und 200 Tagen nach einer Explosion lässt sich der Zerfall der Aktivität der Spaltprodukte ziemlich gut durch eine einheitliche Formel darstellen, die sog. Sieben-Zehn-Regel. Sie besagt: Beträgt die Aktivität des Stoffes 1 h nach der Explosion einen bestimmten Wert, so ist sie nach 7 h 10mal kleiner, nach 7 mal 7 h 100 mal kleiner usw.

Die von Atombomben erzeugte Energie wird abgegeben durch die Zahl von Tonnen des üblichen

Sprengstoffes Trinitrotoluol, die bei einer Explosion dieselbe Energie entwickeln würde. Man spricht daher von Kilotonnen-(1000 t = 1 kt) und Megatonnen-(1 000 000 t = 1 Mt) Atombomben. 1 Megatonnenbombe, deren Energie ausschliesslich durch Spaltung von Uran herrührt, erzeugt eine ungeheure Menge radioaktiver Stoffe. Eine Stunde nach der Explosion ist die Zahl der radioaktiven Zerfälle dieselbe wie die von 300 000 kg Radium. Die in den Atomexplosionen entstehenden radioaktiven Kerne sind das Material, das im radioaktiven Niederschlag wieder auf die Erdoberfläche zurückfällt, nachdem es zunächst bei der Explosion in die Atmosphäre hinaufgeschleudert wurde.

Man unterscheidet den lokalen und den weltweiten radioaktiven Niederschlag. Der lokale Niederschlag erfolgt in der Umgebung des Explosionsortes und besteht aus gröberen Partikeln, die selber radioaktiv oder durch Anlagerung radioaktiver Kerne verseucht sind. Der weltweite Niederschlag dagegen ist hauptsächlich durch Teilchen bedingt, deren Durchmesser kleiner als $\frac{1}{100}$ mm ist und die in der Atmosphäre verteilt werden. Hier sind zwei Niederschlagsarten zu unterscheiden:

a) Bei Atombomben im 20-Kilotonnen-Bereich bleibt der radioaktive Pilz in der Troposphäre (je nach Wetterlage etwa 10 000—12 000 m Höhe). Die Troposphäre ist der untere Teil der Atmosphäre, in dem sich die Wettervorgänge abspielen. Durch die vorhandenen östlichen Höhenwinde wird das aktive Material auf der geographischen Breite des Explosionsortes innerhalb eines ziemlich engen Gürtels um die Erde verteilt. Niederschläge waschen die radioaktiven Partikeln im Zeitraum von etwa 30 Tagen aus der Troposphäre aus.