

Messung der Radioaktivität von Oberflächenwässern mit dem Gammaskpektrometer

K. Liebscher (Vortragender) und T. Schönfeld

Die Überwachung des Gehaltes an radioaktiven Stoffen in Gewässern als Sicherheitsmaßnahme bei der friedlichen Nutzung der Atomenergie kann dadurch erschwert werden, daß natürlich-radioaktive Stoffe und radioaktive Stoffe, die von Kernwaffenversuchsexplosionen herrühren, in die Gewässer gelangen.

In Österreich sind gegenwärtig noch keine Atomreaktoren und Aufarbeitungsanlagen in Betrieb; Isotopenanwendungen, bei denen Radioelemente in Gewässer abgegeben werden, werden nur in geringem Maße durchgeführt. Daher können die in Gewässern aufgefundenen radioaktiven Spaltprodukte auf die Versuchsexplosionen zurückgeführt werden.

Wir wollen hier über Messungen des Gehaltes von Wässern an Spaltprodukten berichten und diese vom Standpunkt der Gewässerüberwachung diskutieren. Es handelt sich hierbei um einen vorläufigen Bericht über noch im Gang befindliche Messungen, die im Rahmen eines Forschungsauftrages der Internationalen Atomenergieorganisation an das Erste Chemische Institut der Universität Wien über das Thema „Maßgebende Faktoren für die Verteilung von Spaltprodukten in der Biosphäre“ durchgeführt werden.

Die angewandte Arbeitsmethodik bei der Untersuchung der Gewässer ist — in groben Zügen — folgende: Den Gewässern werden mit Kunststoffbehältern Proben von 10 oder 20 Litern entnommen. Diese werden im Laboratorium zur Trockene eingedampft. Der Rückstand wird in eine Epruvette gebracht und seine Radioaktivität mit Hilfe eines Szintillations-Gammaskpektrometers bestimmt. Die wesentlichen Bestandteile des Gerätes, das uns von der Internationalen Atomenergieorganisation zur Verfügung gestellt worden ist, sind ein Bohrloch-Natriumjodid-Kristall, der auf einem Photoelektronenvervielfacher aufsitzt, und ein Ein-Kanal-Impulsspektrometer.

An den Eindampfrückständen erhält man Gammaskpektren wie sie Abb. 1 zeigt. Qualitativ ähnliche Spektren erhält man auch bei der Messung von Staubproben und Eindampfrückständen von Regenwasser. Maxima (Photo-

linien) treten immer bei den gleichen vier Energien auf. Diese Photolinien können folgenden Radioelementen zugeordnet werden:

- 90 keV — natürliche Radioelemente (Folgeprodukte von Uran und Thorium),
- 145 keV — Cer 141 und Cer 144,
- 490 keV — Rhuthenium 103 und Rhodium 106: letzteres ist ein kurzlebige Folgeprodukt von Ruthenium 106,
- 750 keV — Zirkonium 95 und sein Folgeprodukt Niobium 95.

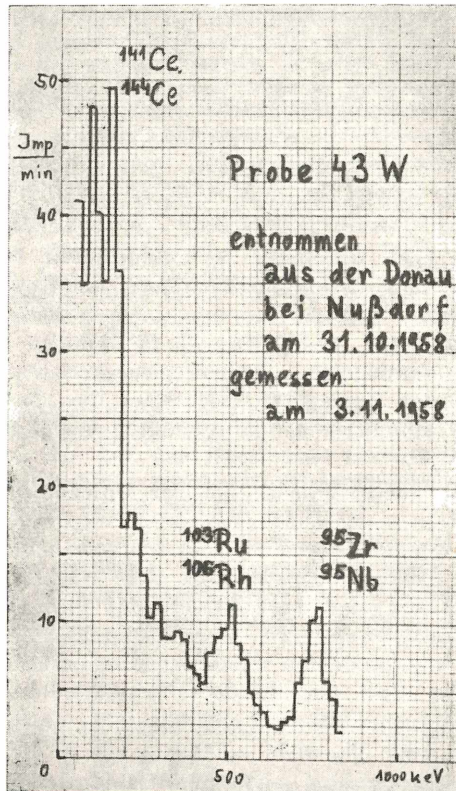


Abb. 1. Typisches Gamma-spektrum eines Eindampfrückstandes

Spaltprodukte, die nur Betastrahlung aussenden, also zum Beispiel das als besonders gefährlich anzusehende Strontium 90, werden mit unserem Meßgerät praktisch nicht nachgewiesen. Auf Grund von Eichungen kann aus der Fläche unter der Photolinie — oder besser aus der Fläche unter der Halbwertsbreite der Photolinie — der Gehalt der Probe an den einzelnen Radioelementen ermittelt werden, die Gammastrahlung aussenden. Da das Verhältnis von Beta- und Gammaaktivität des bei der Urkernspaltung gebildeten Radioelementgemisches sich nach einiger Zeit nicht mehr stark verändert, berechnen wir aus der gemessenen Gammaaktivität gewöhnlich auch einen ungefähren Wert für die Gesamt-Betaaktivität der Probe.

Rund 15 Proben aus der Donau wurden in unregelmäßigen Abständen seit August 1958 entnommen. Einige Proben wurden aus Flüssen südlich von Wien, der Fischa und der Piesting, entnommen, einige weitere aus dem Neusiedler See, dem Neufelder See und der Alten Donau. Bei der Untersuchung dieser Proben haben sich etwa folgende Radioelementkonzentrationen ergeben:

Zirkonium + Niobium	gewöhnlich:	0,005 — 0,010 $\mu\mu\text{C/ml}$
	maximal:	0,029 $\mu\mu\text{C/ml}$
Ruthenium	gewöhnlich:	0,002 — 0,003 $\mu\mu\text{C/ml}$
	maximal:	0,013 $\mu\mu\text{C/ml}$
Gesamt-Betaaktivität	gewöhnlich:	0,015 — 0,030 $\mu\mu\text{C/ml}$
	maximal:	0,090 $\mu\mu\text{C/ml}$

Eine Diskussion dieser Werte erfolgt am besten auf Grund eines Vergleiches mit den von der Internationalen Strahlenschutzkommission (International Commission for Radiological Protection, ICRP) und der Internationalen Atomenergieorganisation (International Atomic Energy Agency, IAEA) empfohlenen „maximal zulässigen Konzentrationen“ (MZK-Werte, „MPC-values“) für radioaktive Spaltprodukte im Trinkwasser. „Maximal zulässige Konzentrationen“ werden für einzelne Radioelemente angegeben. Der MZK-Wert ist für verschiedene Radioelemente sehr verschieden, und zwar hängt er vor allem von der Halbwertszeit, der Zerfallsart und Strahlenenergie des Radioelementes, seiner Verweilszeit im Körper und seiner Anreicherung in einzelnen Organen ab. Daneben wird auch ein MZK-Wert für die Gesamtaktivität eines Gemisches von beta- und gammaaktiven Radioelementen angegeben. Bleibt die Gesamtkonzentration aller Radioelemente unterhalb dieses Wertes, so ist das Wasser für den Verbrauch als Trinkwasser unbedenklich. Wird jedoch der MZK-Wert für das Gemisch überschritten, so muß die Zusammensetzung des Radioelement-

gemisches ermittelt werden. Erst dann kann ausgesagt werden, ob das Wasser unbedenklich ist oder nicht. Da nun bei der Überwachung von Gewässern im allgemeinen Messungen der Gesamtaktivität durchgeführt werden, ist der MZK-Wert für die Gesamtaktivität eines Gemisches beta- und gammaaktiver Radioelemente eine wichtige Bezugsgröße. Für Personen in „Strahlenbetrieben“ beträgt dieser MZK-Wert $0,1 \mu\text{C/ml}$. Für Gruppen der Bevölkerung, die nicht in Strahlenbetrieben tätig sind, müssen niedrigere MZK-Werte verwendet werden, da solche Gruppen nicht einer ständigen radiologischen Kontrolle unterliegen und da sie auch besonders strahlenempfindliche Individuen, wie kleine Kinder und schwangere Frauen, umfassen. Die MZK-Werte für Bevölkerungsgruppen werden heute gewöhnlich auf ein Zehntel der MZK-Werte für Personen in Strahlenbetrieben festgesetzt. Als Bevölkerungs-MZK-Wert für ein Spaltproduktgemisch unbekannter Zusammensetzung ergibt sich also $0,01 \mu\text{C/ml}$ Trinkwasser. Bei der Überwachung von Gewässern muß man bestrebt sein, schon Radioelementkonzentrationen zu erfassen, die erheblich geringer als die Bevölkerungs-MZK-Werte sind.

Unsere Messungen zeigen nun, daß die Gesamtkonzentration an Spaltprodukten im Oberflächenwasser in den letzten Monaten den Bevölkerungs-MZK-Wert für ein Gemisch unbekannter Zusammensetzung fast immer überschritten hat. Bei einem Andauern dieses Ausmaßes der Verseuchung wird es also nicht möglich sein, kleinere Spaltproduktabgaben aus Atomenergieanlagen durch Messung der Gesamtaktivität der Gewässer festzustellen. Wenn solche Feststellungen aber doch auf Grund der Untersuchung an Gewässern getroffen werden sollen, wird es notwendig sein, die Zusammensetzung des vorliegenden Radioelementgemisches zu ermitteln (radiochemische Trennungen, Gamma-Spektrometrie).

Vom Standpunkt einer Verwendung als Trinkwasser können die untersuchten Oberflächenwässer als unbedenklich angesehen werden. Hiefür sprechen folgende Tatsachen: Die mit dem Gamma-Spektrometer aufgefundenen Radioelemente, die einen beträchtlichen Teil der Gesamtaktivität ausmachen, sind verhältnismäßig wenig gefährlich, zum Beispiel beträgt der MZK-Wert (Bevölkerung) für das Gemisch Zirkonium 95 + Niobium 95 $60 \mu\text{C/ml}$, also das 2000fache der höchsten Konzentration, die in Oberflächenwasser aufgefunden wurde. Analysen an Regenwasser und Betrachtungen der Zusammensetzung des Spaltproduktgemisches in den Oberflächenwässern weisen darauf hin, daß besonders gefährliche Radioelemente wie Strontium 90 in den Oberflächenwässern derzeit nur in verhältnismäßig geringen Konzentrationen vorhanden sind.

Unsere Messungen weisen auch darauf hin, daß die in den Oberflächenwässern aufgefundenen radioaktiven Spaltprodukte erst innerhalb eines

verhältnismäßig kurzen Zeitraumes vor der Probenahme — wahrscheinlich innerhalb weniger Tage — aus der Atmosphäre in das Wasser gelangt sind. So wurde bei Proben aus der Donau festgestellt, daß die Spaltproduktkonzentration einen Tag nach einem Regen etwa das Fünffache der Konzentration am Tag vor dem Regen betrug. (Im Regenwasser treten Spaltproduktkonzentrationen auf, die rund hundertmal so groß wie die Konzentrationen in den Oberflächenwässern sind. Wir haben bereits im Rahmen des Staub- und Aerosolkolloquiums an der Universität Wien im März 1959 darauf hingewiesen, daß die Gesamtkonzentration an Spaltprodukten im Regenwasser der letzten Monate den Bevölkerungs-MZK-Wert für ein Radioelementgemisch um einen Faktor von mehreren Hundert überschritten hat. Dort wo Regenwasser als Trinkwasser Verwendung finden soll, muß daher die Zusammensetzung des Radioelementgemisches bestimmt werden.)

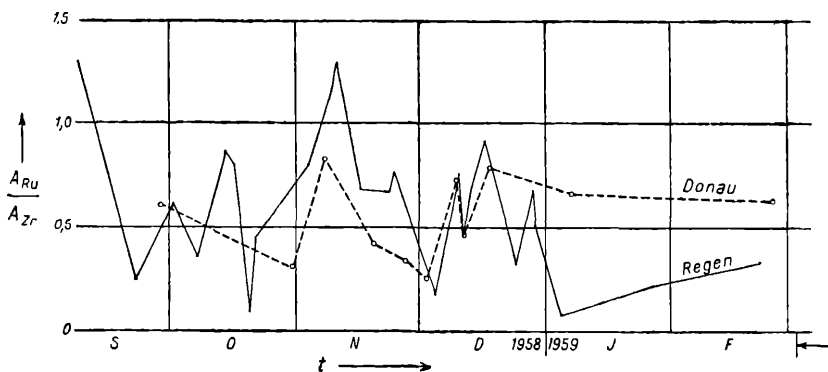


Abb. 2. Verhältnis der Aktivitäten von Ruthenium und Zirkonium im Regenwasser und im Oberflächenwasser

Aus den Spektren, die für die einzelnen Proben erhalten worden sind, haben wir das Verhältnis der Aktivitäten von ^{103}Ru und $^{95}\text{Zr} + ^{95}\text{Nb}$ berechnet. Ähnliche Berechnungen haben wir auch für die von uns untersuchten Regenproben angestellt. Abb. 2 zeigt den Gang des „Ruthenium-Zirkonium-Verhältnisses“ für die Proben von Regen- und von Oberflächenwasser. Man erkennt, daß ausgeprägte Veränderungen in diesem Verhältnis, die in den Regenproben auftreten, sehr schnell auch in den Oberflächenwässern bemerkt werden können. Daraus ist zu schließen, daß die Hauptmenge der im Oberflächenwasser vorhandenen Spaltprodukte höch-

stens einige Tage vor der Probenahme aus der Atmosphäre ins Wasser gelangt ist.

Anschrift der Verfasser: Dr. K. Liebscher, Dr. Thomas Schönfeld, I. Chemisches Institut der Universität Wien, Wien IX, Währinger Straße 42.

DISKUSSION

Liebscher

Vielleicht können Sie irgend etwas über den Zusammenhang zwischen Wasserführung und radioaktiver Strahlung sagen. Weiters — das würde uns auch von der biologischen Seite aus sehr interessieren —, ob Sie die Möglichkeit hätten, zum Beispiel das Plankton, das in der Donau gerade im Raum von Wien sehr reich ist, zu untersuchen und radiochemisch aufzuschließen?

Schönfeld

Eine Korrelation der Gehalte an Radioelementen mit der Wasserführung dürfte auf Grund unserer bisherigen Messungen kaum möglich sein. Wir haben auch noch keine Überlegungen in dieser Richtung angestellt, aber es wäre wohl interessant, mit Hydrologen über die Möglichkeiten eines entsprechenden Meßprogrammes zu diskutieren.

Durch Zufall haben wir einige unserer Wasserproben aus der Donau kurz vor Regenfällen entnommen. Gleich nach dem Ende des Regens haben wir dann eine zweite Probe geholt. Wie Dr. Liebscher ausgeführt hat, haben sich dabei sehr beträchtliche Anstiege der Aktivität ergeben — einmal auf das fünffache und einmal auf das dreifache. Die Konzentration der Spaltprodukte im Oberflächenwasser wird also offensichtlich in hohem Maße von den unmittelbaren Niederschlagsverhältnissen bestimmt. Um Angaben über die unter „trockenen“ Bedingungen auf ein Oberflächenwasser auffallende Aktivität zu erhalten, haben wir auf dem Institutsdach einen Staubbänger aufgestellt, der aus einem Trog mit einer Wasseroberfläche von 1 m² besteht. Die Messungen haben erst begonnen und Aussagen sind noch nicht möglich.

Wir haben auch einige Messungen der Radioaktivität von Algen und Wasserpflanzen durchgeführt. Dabei wurden sehr beträchtliche Aktivitäten festgestellt. Die Gammaspctren sind denen der Wasserproben sehr ähnlich (vgl. Abb. 1). Es wurde auch versucht, die Schwebstoffe abzuzentrifugieren. Dabei wurden deutliche Unterschiede zwischen der Zusammensetzung des Spaltproduktgemisches im Wasser einerseits und in den Schwebstoffen andererseits beobachtet. Zu allen diesen Fragen liegen aber vorläufig nur Einzelergebnisse vor.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Wasser und Abwasser](#)

Jahr/Year: 1959

Band/Volume: [1959](#)

Autor(en)/Author(s): Liebscher K., Schönfeld T.

Artikel/Article: [Messung der Radioaktivität von Oberflächenwässern mit dem Gammaskpektrometer 125-130](#)