

**Zeitschrift:** Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme  
**Band:** 13 (1956)  
**Heft:** 1  
  
**Artikel:** Radioaktivität und Gewässerschutz  
**Autor:** Stumm, Werner  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-783280>

### **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:** 21.11.2024

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

# Radioaktivität und Gewässerschutz

Von Dr. Werner Stumm,

Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz an der ETH, Zürich

Die Atomenergie soll in grossem Ausmass für friedliche Zwecke dienstbar gemacht werden. Die Anwendung der neuen Erkenntnisse auf dem Gebiete der Atomphysik ist mit Gefahren verbunden. Das Problem der Gewässerverunreinigung durch radioaktive Stoffe hat innert kürzester Zeit auf der ganzen Welt höchste Aktualität erlangt.

Ein besonderer Arbeitsausschuss der «Europäischen Organisation für Wirtschaftliche Zusammenarbeit» (OECE) hat kürzlich (Dezember 1955) einen Bericht über den Stand der Entwicklung der Atomenergie herausgegeben. In diesem Bericht werden Möglichkeiten über die wirtschaftliche und finanzielle Zusammenarbeit auf diesem Gebiete diskutiert. Der Bericht der OECE kommt zu der Schlussfolgerung, dass die Kernenergie in nicht allzuferner Zukunft für die meisten Länder von dringendster Bedeutung sein werde. Wenn einmal die hydroelektrischen Quellen ausgeschöpft seien, dann könne eine weitere Zunahme des Verbrauches elektrischen Stromes nicht mehr ohne die Anwendung der Kernenergie<sup>1</sup> befriedigt werden. Der Arbeitsausschuss der OECE rechnet damit, dass die Schweiz und einige andere Länder (Frankreich, Italien und Portugal) diesen Stand schon in etwa zehn Jahren erreichen werden.

In den Vereinigten Staaten gibt es heute schon etwa 50, in Europa etwa 14 Kernreaktoren<sup>2</sup>, und weitere zahlreiche Atomenergieanlagen sind im Bau. Auch in der Schweiz ist ein kleiner Forschungsreaktor bereits im Betrieb und ein zweiter Reaktor soll demnächst erstellt werden.

Kernreaktoren sind die grössten potentiellen Quellen radioaktiver Verunreinigungen. Beispielsweise werden in der Atomenergieanlage von Hanford (USA) zur Kühlung der Uranbrenner dem Columbiafluss täglich 500 000 m<sup>3</sup> Wasser entnommen, das nach einmaliger Zirkulation eine so hohe Radioaktivität<sup>3</sup> besitzt, dass eine direkte Rückgabe des Abwassers an den Fluss als nicht ratsam erscheint. Es ist heute allerdings möglich,

<sup>1</sup> Das Auseinanderbrechen eines schweren Atomkernes in neue Atomkerne heisst Kernspaltung. Schwere Atomkerne können durch Neutronen gespalten werden. Bei jeder Kernspaltung wird ein kleiner Teil der Atommasse in grosse Energie umgewandelt. Die durch Kernspaltung freiwerdenden Neutronen können weitere Atomkerne spalten. Es entsteht eine Kettenreaktion.

<sup>2</sup> Im Reaktor wird durch gelenkte fortlaufende Kettenreaktion Energie gewonnen. In ihm wird der Brennstoff Uran-235 durch Neutronen gespalten. Im Reaktor wird Wärme frei, die zur Stromerzeugung in grossen Kraftwerken benutzt werden kann. Im Reaktor werden Neutronenströme frei, die einen Einblick in den Aufbau der Materie geben können. Chemische Elemente können im Reaktor künstlich radioaktiv gemacht werden.

<sup>3</sup> Radioaktivität nennt man die spontane Umwandlung von Atomkernen ohne äussere Einwirkung. Beim Zerfall sendet ein radioaktiver Kern Strahlen aus. Isotope eines Elementes haben die gleichen chemischen Eigenschaften, unterscheiden sich aber im Atomgewicht. Jedes radioaktive Isotop hat seine eigene Zerfallsgeschwindigkeit, die von äusseren Einflüssen unabhängig ist.

Kernreaktoren so zu betreiben — das Kühlwasser des Reaktors zirkuliert dabei in geschlossenem Kreislauf —, dass keine radioaktiven Abwässer entstehen. Eine solche Betriebsweise ist auch für die schweizerischen Forschungsreaktoren in Würenlingen AG vorgesehen. Bei normalem Betrieb dieser Anlagen soll nach Angaben von kompetenten Fachleuten der Reaktor AG keine Radioaktivität über das Kühlsystem an die Aare abgegeben werden. Ferner gilt es heute als sicher, dass eine Explosion eines Atomreaktors ausgeschlossen ist. Auch Betriebsunfälle oder Betriebsstörungen sind wenig wahrscheinlich. Bei den schweizerischen Anlagen ist ein gut durchdachtes Kontroll- und Sicherheitssystem vorgesehen. Das menschliche Versagen wird durch die weitgehende Automatisierung der Kontrolle praktisch behoben.

Hingegen entstehen beim Betrieb von Kernreaktoren und vor allem bei der Isotopenaufbereitung immer radioaktive Abfallprodukte, die gefahrlos beseitigt werden müssen. Auch werden in der Schweiz bereits heute recht zahlreiche Radioisotope in Medizin (Therapie und Diagnose), Forschung und Industrie verwendet. Diese Isotope mussten bis jetzt aus dem Ausland eingeführt werden. Zum Betrieb eines Reaktors gehört die Produktion von radioaktiven Isotopen. Es ist zu erwarten, dass mit der Inbetriebnahme von Atomkraftanlagen der Verbrauch solcher radioaktiver Stoffe in unserem Lande gewaltig zunehmen wird, da diese wertvolle Werkzeuge und Hilfsmittel für die Lösung von technischen Problemen und Forschungsaufgaben sind. Die Erstellung von Kernreaktoren führt indirekt zu einer vermehrten Verunreinigung der Gewässer durch radioaktive Stoffe, indem sie zu einem zunehmenden Verbrauch von Isotopen führen.

## *Gesundheitsschädigende Wirkung der radioaktiven Strahlen*

Radioaktive Stoffe senden Strahlen aus. Diese radioaktiven Strahlen sind gesundheitsgefährdend. Schädigungssymptome sind beim Menschen bei starker Bestrahlung u. a. Uebelkeit Erythema, Sterilität und Geschwürbildung. Häufig tritt Anämie auf, die in schweren Fällen zum Tode führen kann. Eine chronische Schädigung äussert sich meist in einer Verminderung der weissen Blutkörperchen. In bezug auf Schädigungen von Haut und Organismus ist es in beschränktem Masse möglich, sich von Strahlenschäden zu erholen.

Von besonderer Bedeutung ist die Schädigung der Erbsubstanz durch die Einwirkung radioaktiver Strahlen (Induktion von Mutationen). Sämtliche Erbbiologen sind übereinstimmend der Auffassung, dass sich im Hinblick auf Erbschädigungen die Dosisleistungen der Strahlen streng additiv verhalten, d. h. dass es keine Restitutionsvorgänge gibt. Zudem besteht für

solche Schädigungen keine unterschwellige Dosis. Der schädigende Einfluss auf die Erbsubstanz ist besonders gravierend, da solche Erbfaktor-Veränderungen im Durchschnitt auf die nächsten 40 Generationen vererbt werden.

Strahlungseinwirkungen können von aussen her erfolgen, wenn sich der Organismus im Strahlungsbereich radioaktiver Substanzen befindet oder von innen her durch die Aufnahme von Radioisotopen in den Stoffwechsel. Der Schutz der Gewässer (Oberflächen- und Grundwasser) vor radioaktiver Verunreinigung ist vor allem im Hinblick auf die Trinkwasserversorgung wichtig. Da Wasserorganismen aktive Materialien in grosser Menge speichern können, ergibt sich aber auch die Möglichkeit der indirekten Gefährdung (z. B. bei Genuss von radioaktiv gewordenen Fischen). Radioaktive Stoffe können in den Organen des menschlichen Körpers gespeichert werden, so dass auch bei einer einmaligen Aufnahme von aktiven Stoffen in den Organismus chronische Schädigungseinflüsse auftreten können.

Die Freihaltung des Trinkwassers von Radioaktivität ist besonders bedeutungsvoll im Hinblick auf die Erbschädigungen, da Hautschädigungen erst bei starker Bestrahlung auftreten. Von diesem Gesichtspunkte aus muss der Wasserfachmann jede — auch die kleinste — Zufuhr von Radioisotopen in die Gewässer als Verunreinigung ansprechen.

#### *Beseitigung radioaktiver Stoffe*

Radioaktive Stoffe können durch chemische oder physikalische Prozesse nicht unschädlich gemacht werden, wie das bei chemischen Giften oft erfolgreich möglich ist. Es gibt drei prinzipielle Möglichkeiten, radioaktive Abwässer unschädlich zu machen:

1. *Stapelung.* Unabhängig von äusseren Einflüssen nimmt die Radioaktivität, je nach Art des Isotops, verschieden schnell ab. Das Verfahren der Stapelung radioaktiven Materials eignet sich deshalb vor allem für kurzlebige Isotope.

2. *Verdünnung.* Eine besondere Art der Verdünnung ist die sogenannte chemische Verdünnung. Zum Wasser werden nichtaktive Isotope, die identische chemische Eigenschaften wie die entsprechenden radioaktiven Substanzen aufweisen, zugegeben. Da Organismen bei der Speicherung nicht zwischen stabilen und instabilen Isotopen unterscheiden können, wird durch eine solche chemische Verdünnung die physiologische Schädigungsmöglichkeit reduziert.

3. *Entfernung des radioaktiven Materials aus dem Wasser.* Wasser, das mit radioaktiven Stoffen verunreinigt worden ist, kann nur durch Entfernung dieser Verunreinigungen gereinigt werden. Die dem Wasser entzogenen Substanzen müssen so beseitigt werden, dass sie keine weiteren Schäden anrichten können. Wir beschränken uns hier auf eine summarische Aufzählung der verschiedenen Reinigungsmöglichkeiten. (Eine ausführliche Uebersicht haben wir an anderer Stelle [1] publiziert.)

Die Aktivität des Wassers kann durch einige natürliche Vorgänge reduziert werden. Tonige Bodenmaterialien und Schwebestoffe können aktive Ionen fixieren. Radioaktive Stoffe können an lebendes oder totes Zellmaterial adsorbiert werden.

In biologischen Reinigungsanlagen (Belebtschlamm- oder Tropfkörper-Verfahren) können aktive Isotope eliminiert werden.

Die Reinigung kann auch durch Adsorption von aktiven Ionen an natürliche oder synthetische Ionenaustauscher erfolgen. Häufig werden auch Koagulationsverfahren zur Entfernung radioaktiver Stoffe verwendet.

*Die Beseitigung fester radioaktiver Abfälle.* Die anfallenden radioaktiven Abfälle (auch die bei der Reinigung dem Wasser entzogenen Substanzen) müssen gefahrlos beseitigt werden. Meist wird das aktive Material eingegraben. (Dies wird auch in den Richtlinien [2] des Eidg. Gesundheitsamtes empfohlen.) Dabei muss vor allem darauf geachtet werden, dass Grundwasser nicht verunreinigt wird. In den Vereinigten Staaten werden sogenannte «Radioaktivitätsfriedhöfe» gebaut, in denen der radioaktive Abfall gefahrlos aufbewahrt werden kann. Die Möglichkeit, Abfallprodukte ins Meer zu versenken, steht unserem Lande kaum offen.

#### *Schlussfolgerungen*

Die unumgängliche Verwendung von radioaktiven Stoffen in Wissenschaft, ärztlicher Praxis und Industrie, wie auch die Ausnutzung der Atomenergie, ist mit dem Risiko einer Gewässerverunreinigung verbunden.

Es ist Aufgabe der Wasserfachleute, darüber zu wachen, dass die Gewässer nicht mit radioaktiven Verunreinigungen verseucht werden. Andererseits ist es eine ebenso dringende Aufgabe, bei der Entwicklung neuer und besserer Verfahren zur Beseitigung radioaktiver Stoffe mitzuwirken. Wir können dadurch dazu beitragen, dass die durch die moderne Atomphysik gegebene Entwicklung wirklich in den Dienst des Lebens gestellt werden kann.

#### *Literaturnachweis*

- [1] Stumm W.: Die Bedeutung der Radioaktivität in der Wasserversorgung und Abwasserreinigung. Schw. Zeitschr. f. Hydrologie, Heft 2, 1955.
- [2] Richtlinien für den Schutz gegen ionisierende Strahlen. Herausgegeben vom Eidg. Gesundheitsamt, Bern (1955).

#### *Résumé*

Par l'exploitation croissante de l'énergie nucléaire et l'utilisation de matières radioactives dans les sciences, la médecine et l'industrie, les eaux de surface et les eaux souterraines se voient menacées d'être polluées par des substances radioactives. La préservation des eaux d'une pollution radioactive s'implique avant tout du point de vue de l'approvisionnement en eau potable. Les rayons radioactifs nuisent à la santé et leur effet nocif sur les facteurs héréditaires (induction de mutations) est particulièrement grave. Nous avons énuméré les principales possibilités connues jusqu'à présent permettant une évacuation sans danger des matières radioactives.