

Zeitschrift:	Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche
Herausgeber:	Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften
Band:	12 (1956)
Heft:	5
Artikel:	Erforderliche Massnahmen zum Schutze des Oberflächen- und Grundwassers gegen radioaktive Verseuchung
Autor:	Jaag, O.
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-307270

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 27.01.2026

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

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

Erforderliche Maßnahmen zum Schutze des Oberflächen- und Grundwassers gegen radioaktive Verseuchung

Von O. Jaag, Zürich

Angesichts der raschen Entwicklung, welche die Wissenschaft und die Technik auf dem Gebiete der Gewinnung von Atomenergie und der Verwendung von Radioisotopen in Forschung, Medizin und Industrie in jüngster Zeit gewonnen haben, erwächst dem Wasser die stets zunehmende Gefahr der Verseuchung durch radioaktive Abwässer. Mit der Infiltration aus Bächen und Flüssen in den Untergrund können radioaktive Stoffe überdies ins Grundwasser gelangen, das neben dem Oberflächenwasser unserer Seen das Trinkwasser für Mensch und Tier und das Brauchwasser für Industrie und Gewerbe liefert. Vorsicht in der Ableitung von radioaktiven Stoffen in Kanalisationen und Gewässer jeder Art ist deshalb dringend geboten, insbesondere dann, wenn es sich um langlebige Isotope handelt. Die Verdünnung, die radioaktive Abwässer im Bach, Fluß oder Strom erfahren, setzt die Gefahr herunter, und die Hauptmasse des abfließenden Wassers verläßt nach verhältnismäßig kurzer Fließzeit im Rhein, in der Rhone, im Inn usw. unser Land. Was aber an radioaktiven Stoffen am Grunde unserer Gewässer abgelagert wird und sich festsetzt, sei es infolge Absorption und Speicherung in Wasserorganismen, Pflanzen und Tieren oder durch Adsorption an der Oberfläche von Lehm, Sand und anderen inerten Partikeln, das vermag sich zu akkumulieren in unseren natürlichen Seen und in den Stauseen. In dieser Ablagerung am Grunde unserer Gewässer liegt also für uns eine ernste Gefahr, wenn wir ihr nicht von Anfang an entschlossen entgegentreten.

Radioaktive Stoffe können im Abwasser anfallen bei deren Herstellung, also in Kernreaktoren. Bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb von Reaktoren ist deshalb darauf zu achten, daß eine Gefährdung des Wassers durch flüssige Abfallstoffe vermieden wird, und dies sowohl für den Fall des Normalbetriebs als auch für den Fall einer Havarie. Soviel ich verstanden habe, ist bei den in Würenlingen zu erstellenden

Kernreaktoren dieser Schutz des oberflächlich abfließenden und des Grundwassers gewährleistet.

Wichtig aber wird sein, daß nicht nur das in den Betrieb aufgenommene und wieder an den Vorfluter abfließende Wasser dauernd auf seinen Gehalt an radioaktiven Stoffen kontrolliert wird, eine Art Nullpunktbestimmung, eine Art Status quo wird erforderlich sein, bevor der Betrieb in Würenlingen aufgenommen wird. Diese Forderung wird erfüllt gemäß den Bedingungen, die der Kanton Aargau an die Bewilligung des Baues der beiden Atomreaktoren geknüpft hat. Diese Bedingungen wurden ausgearbeitet durch eine Kommission von Fachleuten der Atomphysik, der Biologie und des Gewässerschutzes, die die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz ins Leben gerufen hat und die den Fragen des Schutzes der Gewässer gegen radioaktive Verseuchung ihre dauernde Aufmerksamkeit entgegenbringen soll.

Eine radioaktive Verseuchung des Wassers ist aber auch zu befürchten durch die stets zunehmende Verwendung von Radioisotopen in Wissenschaft, Spitätern und in der Technik. Hier wird es sich um zahlenmäßig stets zunehmende Abflüsse isotopenbelasteten Wassers handeln, die nach Menge und Gehalt schwer zu kontrollieren sind. Deshalb erscheint eine Dauerkontrolle des Wassers an bestimmten Stellen, z. B. an den Landesgrenzen, erforderlich. In Deutschland und in den Niederlanden ist mit dieser Kontrolle bereits begonnen worden. Wir werden in der Schweiz um diese Aufgabe nicht herumkommen.

Deshalb hat die EAWAG begonnen, einen ihrer Mitarbeiter in dieses Gebiet einzuarbeiten. Herr Dr. *Stumm*, der während eines Amerikaaufenthaltes diesen Fragen sein besonderes Interesse widmete, hat uns in dieser Hinsicht bis heute gedient, wird aber zu unserem Bedauern demnächst unsere Anstalt verlassen, da er zum Professor an der Harvard University ernannt wurde. Ein anderer Chemiker unserer Anstalt, Herr Dr. *Rottenberg*, hat nun die Aufgabe übernommen, sich in das Gebiet des Gewässerschutzes gegen radioaktive Verseuchung einzuarbeiten und in den einschlägigen Fragen zur Verfügung zu stehen.

Über die mannigfaltigen Sicherungen, die bei den Reaktoren in Würenlingen vorgesehen sind, wird wohl Herr Dr. *Alder* heute berichten. So darf ich mich darauf beschränken, einige der wichtigsten Bedingungen zu erwähnen, die an die Baubewilligung bei der Erstellung eines jeden Kernreaktors zu knüpfen sind:

A. Schutz des Oberflächenwassers

1. Abwasser aus Kernreaktoren dürfen nur auf Grund einer dauernden Kontrolle auf Aktivität und Menge an den Vorfluter abgegeben werden.

2. Sämtliche aktiven Abwässer aus den chemischen Laboratorien, einschließlich derjenigen, bei denen eine Aktivität wahrscheinlich oder möglich ist, werden in dichten, korrosionsbeständigen Auffangtanks gesammelt.

3. Die Abgänge aus den Auffangbecken für radioaktives Abwasser dürfen nur mittels Pumpen und nach vorheriger Aktivitätsbestimmung in die Abwasserkanalisation gegeben werden. Die Einleitung muß so erfolgen, daß Aktivitätsspitzen vermieden werden. Die mit einem speziellen Schlüssel in Betrieb zu setzenden Pumpen dürfen nur durch instruiertes und für diese Arbeit verantwortliches Personal bedient werden. Der Schlüssel muß beim Betriebsleiter deponiert werden.

4. In die für häusliche Abwässer und für Meteorwasser vorgesehenen Kanalisationsleitungen dürfen keine radioaktiven Substanzen eingeleitet werden.

5. Die Abwässer aus der Wäscherei sollen in die aus dem Faulraum wegführende Kanalisation geleitet werden. Kleider, Handtücher und dergleichen dürfen nur nach erfolgter Aktivitätskontrolle gewaschen werden. Verseuchte Materialien sind entsprechend den Richtlinien 1955 des Eidg. Gesundheitsamtes von der Wäscherei auszuschließen.

6. Über die unter Punkt 1 erwähnten Kontrollen und über die Abgänge aus den Becken mit radioaktivem Abwasser sind Kontrolljournale zu führen.

7. Die höchstzulässige Menge an Aktivität des aus dem Kanalisationssystem abfließenden Abwassers muß so bemessen sein, daß – ideale Vermischung mit dem Aarewasser vorausgesetzt – nach der Durchmischung die Trinkwasser-Toleranzlimite im Vorfluter nie überschritten wird. Als Bezugsgröße gilt eine über einen längeren Zeitabschnitt ermittelte minimale Wasserführung.

8. Als Trinkwasser-Toleranzlimite gelten die in den «Recommandations de la Commission Internationale de la Protection contre les Radiations (Weltgesundheitsorganisation 1954)» aufgeführten Zahlen. Bei unbekannter Isotopenzusammensetzung gelten die dort (mélanges quelconques de produits de fission) empfohlenen Toleranzlimiten. In diesem Falle darf das Wasser eine Konzentration von je 10^{-10} Curie pro Liter an γ -, α - und β -Strahlern nicht übersteigen.

9. Die Instrumente zur Messung der Aktivität müssen so disponiert sein, daß sie quantitative Angaben erlauben.

10. Die Abwassereinleitung in den Vorfluter muß derart erfolgen, daß eine schnelle und optimale Durchmischung des Abwassers mit dem Flusswasser gewährleistet ist (z. B. über die ganze Flussbreite verteilte Einleitung).

Diese Durchmischung muß so günstig sein, daß die Trinkwasser-Toleranzlimite an einem zu bestimmenden Ort im Vorfluter an keiner Stelle und zu keiner Zeit überschritten wird. Die Mischungsverhältnisse sind vor Inbetriebnahme eines Kernreaktors durch sorgfältige Untersuchungen abzuklären. – Die Kontrolle der Aktivität des Vorfluters hat durch regelmäßige Probenahmen (2 Probenahmen pro Monat) zu erfolgen.

B. Schutz des Grundwassers

11. Es darf keinerlei Abwasser versickert werden. Auch das Grundwasser soll regelmäßig (1 Probenahme pro Monat) an den durch die Bewilligungsbehörde angeordneten Beobachtungspunkten kontrolliert werden.

12. Die von den chemischen Laboratorien über die Auffangtanks zu der Rücklaufleitung des Kühlwassers führenden Kanalisationssleitungen sowie die Auffangtanks selber müssen mit allen heute zur Verfügung stehenden technischen Mitteln gegen Verluste abgedichtet sein (Kunststoffrohre und -überzüge) und vor Inbetriebnahme auf Dichtigkeit geprüft werden.

13. Das Leckwerden des Schwimmbadreaktors ist zu verhüten.

14. Eine direkte Beeinflussung des Grundwassers durch Neutronenbestrahlung darf nicht stattfinden.

C. Feste radioaktive Abfälle

Radioaktive Abfälle, die nicht durch Verdünnung beseitigt werden, müssen im Einvernehmen mit der Bewilligungsbehörde derart deponiert werden, daß sie vor dem Zutritt sowohl des Meteorwassers als auch des Grundwassers geschützt sind.

Die Organisation einer gefahrlosen Beseitigung fester radioaktiver Abfallstoffe

Wo die festen Abfallstoffe hingelangen, die bisher durch den Gebrauch von Isotopen namentlich in Spitäler und in der naturwissenschaftlichen Forschung anfallen, entzieht sich unserer Kenntnis. Schon die Tatsache, daß hierüber offenbar ein Geheimnis gewahrt wird, muß beunruhigend wirken. Da aber inskünftig der Einsatz von Radioisotopen rasch ansteigen wird, so ist eine einwandfreie, vorsichtige und umsichtige Organisation der Beseitigung auch der festen Abfälle dringend erforderlich.

Eine gefahrlose Beseitigung scheint uns nur möglich durch die Sammlung und zentrale Lagerung der Abfallstoffe und durch eine genügende Kontrolle der Ablagerungsstätte. Würden nämlich an irgendwelchen Stellen im Lande umher radioaktive Abfallstoffe in der Erde vergraben und zum Verschwinden gebracht, so würden die länger lebenden Isotope

doch allmählich ausgelaugt werden und früher oder später ins Oberflächen- oder Grundwasser gelangen.

Die Ablagerung darf nur an einer Stelle erfolgen, wo eine Beeinflussung des Oberflächen- und Grundwassers auf lange Sicht praktisch *ausgeschlossen* ist.

Das zu beseitigende Material muß in einem wasser- und strahlungsdichten und für unbefugte Personen unzugänglichen Behälter aufbewahrt werden, der unter genügender Kontrolle gehalten werden kann. Am besten wird sich für solche Zwecke ein Betonbunker, eine dichte Felskaverne oder dergleichen eignen. Natürlich könnte auch eine Dezentralisation ins Auge gefaßt werden, indem an verschiedenen Stellen über das Land verteilt solche Bunker oder Felskavernen in den Dienst der radioaktiven Abfallbeseitigung gestellt werden können. Wichtig ist nur, daß der Ort so gewählt ist, daß auch in Notzeiten, insbesondere bei kriegerischen Ereignissen, eine Gefährdung des Wassers ausgeschlossen ist.

Es bleibt nun die Aufgabe, eine Stelle oder mehrere Stellen im Schweizerland zu finden, welche die erforderliche Sicherheit bieten. Man könnte beispielsweise an einen Betonbunker oder eine dichte Felskaverne denken nahe der Grenze, so gewählt, daß, wenn alle Vorkehrungen versagen sollten (z. B. infolge eines Bombeneinschlags), das Auslaugungswasser nach dem Rhein, d. h. dem wasserreichsten Vorfluter, über den wir verfügen, abfließt, so daß möglichst rasch eine größtmögliche Verdünnung des verseuchten Wassers eintritt.

Ob mehrere solcher Radioaktivitätsfriedhöfe vorgesehen werden müssen, ist in erster Linie eine Frage des Transportes der zu beseitigenden festen Stoffe, also eine ökonomische Frage. Die erforderliche Kontrolle durch eine Dezentralisierung solcher Friedhöfe ist natürlich etwas erschwert.

Wer soll die Kontrolle des Oberflächen- und Grundwassers und der Ablagerungsstätten fester Stoffe durchführen? Zunächst wird zugegeben werden müssen, daß diejenigen Kreise, die einen Reaktor erbauen und in Betrieb halten, am ehesten über das genügend geschulte Personal verfügen, das eine solche Kontrolle durchzuführen imstande ist. Die Öffentlichkeit wird sich aber mit einer solchen Kontrolle von interessierter Seite nicht ohne weiteres zufrieden geben. Es scheint uns daher notwendig, daß eine vollkommen unabhängige Instanz beauftragt wird, diese Kontrolle, zum mindesten stichprobenweise, durchzuführen. Die hiefür bezeichnete Instanz hätte dann dafür zu sorgen, daß sie über genügend geschultes Personal verfügt, das mit einer solchen Kontrolle betraut werden kann. Ganz allgemein wird denjenigen Kreisen, die für den Schutz des Oberflächen- und Grundwassers verantwortlich sind, die

Aufgabe zufallen, die dauernde Kontrolle auf Radioaktivität an bestimmten Stellen in unseren Flußsystemen an die Hand zu nehmen. Je früher mit solchen systematischen Untersuchungen begonnen werden kann, um so besser wird auch bei uns dem Lande gedient sein.

In derselben Weise wie die Verunreinigung durch häusliche und industrielle Abwässer in jedem Fluß oder Strom von den Quellen bis zur Mündung fortschreitend ansteigt, wenn nicht wirksame Reinigungsmaßnahmen ergriffen werden, so besteht die Gefahr, daß inskünftig auch die radioaktive Verseuchung in einem Flußsystem nach dem Mündungsgebiet zu dauernd ansteigt. So wie beispielsweise der Niederrhein in Holland zu einer Art Cloaca maxima eines bedeutenden Teils Westeuropas geworden ist, so muß befürchtet werden, daß auch die radioaktive Verseuchung des Rheinwassers bis nach Holland Ausmaße erreichen kann, die für die Bevölkerung am Niederrhein, die auf das Rheinwasser für Trink- und Brauchwasser angewiesen ist, eine große Gefahr bedeuten kann. Besonders ernst wird diese Frage, wenn man daran denkt, daß in den Niederlanden das Rheinwasser zum Zwecke der Grundwasseranreicherung in den Dünen versickert werden muß. Im Sand der Dünen werden alsdann die Partikel zurückgehalten, die radioaktive Stoffe gespeichert oder adsorbiert halten, so daß eine allmähliche Konzentration der Radioaktivität im Filtersand der Dünen zu befürchten ist. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß man in den Niederlanden mit großer Sorge das Atomzeitalter hereinbrechen sieht. Auf Grund einer Anregung der holländischen Delegation hat sich deshalb die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung kürzlich an die Regierungen sämtlicher Rheinanliegerstaaten gewandt mit der Bitte, den Fragen der radioaktiven Verseuchung des Wassers im gesamten Einzugsgebiet des Rheins ihre volle Aufmerksamkeit zu widmen und mit aller Kraft dahin zu wirken, daß überall, wo Kernreaktoren in Betrieb genommen werden und Radioisotope zur Verwendung gelangen, diejenigen Sicherungsmaßnahmen vorgesehen werden, die geeignet sind, von Anfang an und für alle Zeiten den Schutz vor radioaktiver Verseuchung des Oberflächen- und Grundwassers im gesamten Einzugsgebiet des Rheins zu gewährleisten.

Unserm Land, von dem wohl $\frac{2}{3}$ des Territoriums nach dem Rhein zu entwässern, erwächst daher nicht nur die Aufgabe, unsere eigene Bevölkerung zu schützen, sondern wir tragen auch eine hohe Verantwortung für den Schutz der Völker am Ober-, Mittel- und Niederrhein, für die das Rheinwasser die wichtigste Existenzgrundlage darstellt. Dieselbe Verantwortung fällt uns natürlich auch zu im Hinblick auf die übrigen internationalen Flußsysteme, die in unserem Land ihren Ursprung haben.

Zusammenfassung

Durch die Inbetriebnahme von Kernreaktoren und die damit verbundene vermehrte Verwendung von radioaktiven Isotopen in Forschung, Medizin und Technik erwächst dem Oberflächen- und Grundwasser unseres Landes eine sehr ernsthafte Gefahr. Diese muß gebannt werden durch die Vornahme der erforderlichen Sicherungen am Orte des Anfalls der flüssigen und festen radioaktiven Abfallstoffe und durch eine ständige Aktivitätskontrolle der oberirdischen Gewässer und des Grundwassers an zweckmäßig über das Land verteilten Beobachtungsstellen. Am zweckmäßigsten erfolgt die Festlegung der Sicherungsmaßnahmen bei der Erteilung der Baubewilligung für Kernreaktoren.

Feste Abfallstoffe dürfen unter keinen Umständen in der Erde vergraben werden. Sie sind in wasser- und strahlendichter Verpackung, z. B. in Betonbunkern oder dichten Felskavernen, zentral oder dezentralisiert, zu sammeln und unter dauernder Kontrolle zu halten.

Da der Oberlauf verschiedener europäischer Flüsse und Ströme (Rhein, Rhone, Inn usw.) schweizerisches Gebiet entwässert, obliegt uns gegenüber den Unterliegern die Pflicht, diese Gewässer wirksam und auf lange Sicht gegen radioaktive Verseuchung zu schützen.

Résumé

La mise en service de réacteurs nucléaires et l'utilisation consécutive plus intense d'isotopes radioactifs en médecine et en technique, font courir un danger accru de contamination de nos eaux de surface et du sous-sol. Ce danger doit être évité par des mesures de précaution accrues, prises aux endroits où se déversent les produits de déchets radioactifs liquides ou solides, et par un contrôle rigoureux et continual d'une activité radioactive possible des eaux d'écoulement en surface ou en profondeur, et ceci, à l'aide de stations d'observation réparties judicieusement dans le pays. Il semble le plus indiqué de déterminer les mesures de précautions à prendre, lors de l'octroi de la permission de construire le réacteur atomique.

Des produits de déchets solides ne devraient en aucun cas être enterrés. Ils doivent être mis dans des récipients imperméables à l'eau et aux rayonnements, par exemple, dans des casemates de béton ou dans des cavernes de granit, centralisées ou non, mais gardées sous contrôle permanent.

Comme la plupart de nos eaux de surface et de nos fleuves (Rhin, Rhône, Inn, etc.) quittent notre pays, nous avons le devoir, vis-à-vis de nos voisins situés en aval, de protéger nos eaux de manière durable d'une contamination éventuelle radioactive.

Riassunto

In seguito alla messa in esercizio di reattori nucleari ed al conseguente aumentato impiego di isotopi radioattivi nella Ricerca, nella Tecnica ed in Medicina, incombe sulle acque di superficie e sotterranee del nostro paese un pericolo molto serio. Tale pericolo deve essere scongiurato dalla messa in atto di necessari dispositivi di sicurezza sul luogo d'attacco dei residui radioattivi liquidi e solidi e mediante un controllo permanente dell'attività delle acque di superficie e sotterranee in determinati luoghi sparsi nel paese. È nel momento che l'autorizzazione a costruire reattori nucleari viene concessa, che le misure di sicurezza possono essere stabilite in modo veramente efficace.

I residui solidi non devono assolutamente essere interrati. Essi vanno raccolti in involucri impermeabili all'acqua ed alle radiazioni, per esempio in fortini di cemento od in caverne rocciose, in un unico posto centrale o distribuiti in diversi luoghi, ed ivi sottoposti a controllo continuo.

Poichè il corso superiore di parecchi fiumi europei (Reno, Rodano, Inn, ecc.) raccoglie le acque del territorio svizzero, spetta a noi, di fronte ai paesi situati lungo il corso inferiore di detti fiumi, il dovere di preservare attivamente e per lungo tempo queste acque dalla contaminazione radioattiva.

Summary

By the setting up of nuclear reactors and the resulting increase in the use of radio-active isotopes in research, in medicine and in technical processes, a very serious danger threatens the surface and ground water of our country. This must be prevented by taking the necessary precautions at the site of production of fluid and solid radio-active refuse, and through a constant control of the activity of the surface and ground water at certain points of control distributed throughout the country. The most useful would be to enforce the precautionary measures when granting the permit to build nuclear reactors.

Solid refuse stuffs must on no account be permitted to be buried in the earth. They must be collected centrally or decentrally in waterproof and radiation-proof packings, and placed e. g. in cement bunkers or in deep caves in rock, and kept under constant control.

Since various European streams and rivers come from Swiss territory (Rhine, Rhone, Inn, etc.) we have a duty towards the neighbouring lands to keep these waters pure from radio-active pollution.