



Dr. Anja Pregler

Rheinüberwachung 2024

Radioaktivität

Anzahl untersuchte Proben: 52 Wasserproben und 14 Schwebstoffproben
Überschreitungen des Immissions-
oder der Befreiungsgrenze: 0



Ausgangslage

Im Rahmen des Schweizerischen Überwachungsprogrammes der Umweltradioaktivität werden Wasser- und Schwebstoffproben aus dem Rhein unterhalb von Basel untersucht. Die Schwebstoffproben des Rheins dienen zur Überwachung der schweizerischen Kernkraftwerke. Ein erheblicher Teil der über den Wasserpfad abgegebenen Radionuklide lagert sich an Tonmineralien an und wird in Form von Schwebstoffen stromabwärts transportiert. Die adsorbierten Nuklide werden schliesslich im Flusssediment abgelagert. Der Rheinschwebstoff ist somit ein geeignetes Untersuchungskompartiment für die langzeitliche Radioaktivitätsüberwachung der rheinaufwärts liegenden Kernkraftwerke und weiterer Emittenten der Schweiz. Anhand der Untersuchung des Rheinwassers werden ausserdem mögliche Tritium-Emissionen aus den Kernkraftwerken und Industriebetrieben überwacht.

Untersuchungsziele

Die vorliegenden Untersuchungen sind Bestandteil des jährlichen Überwachungsprogrammes der Umweltradioaktivität des Bundes¹.

Gesetzliche Grundlagen

Aktivitätskonzentrationen in öffentlich zugänglichen Gewässern dürfen im Wochenmittel festgelegte Immissionsgrenzwerte für Gewässer (IGGw) nicht überschreiten. In Anhang 7 der eidgenössischen Strahlenschutzverordnung (StSV)² sind diese Immissionsgrenzwerte für öffentlich zugängliche Gewässer festgelegt. Sie sind so definiert, dass die kritische Person, die den gesamten Trinkwasserbedarf mit Wasser decken würde, das mit dem Immissionsgrenzwert kontaminiert wäre, dadurch eine jährliche Ingestionsdosis von 0.3 mSv erhalten würde. Für Tritium (³H) gilt ein IGGW von 20'000 Bq/L.

Gemäss Art. 195 der StSV muss das BAG nach der Ursache suchen, wenn Konzentrationen von künstlichen Radionukliden in der Umwelt festgestellt werden, die zu einer effektiven Dosis von mehr als 10 µSv pro Jahr für einen bestimmten Expositionspfad und für Personen aus der Bevölkerung führen können. In der nachfolgenden Tabelle sind die Untersuchungsschwellen für die am häufigsten im Schwebstoff vorkommenden künstlichen Radionuklide aufgeführt.

¹ Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz: BAG-Probenahmeplan 2024

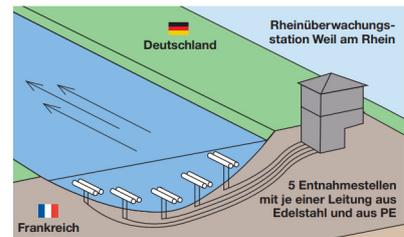
² Eidgenössische Strahlenschutzverordnung vom 26. April 2017, in Kraft seit 1.1.2018 (SR 814.501)

Radionuklid	Untersuchungsschwelle (mBq/L)
^{137}Cs	1'200
^{54}Mn	12'000
^{131}I	223
^{177}Lu	10'333
^{223}Ra	33

Probenbeschreibung

An fünf diskreten Stellen quer über den Rhein wird permanent Rheinwasser in der Rheinüberwachungsstation (RÜS) in Weil am Rhein gesammelt und gekühlt rückgestellt. Im Normalfall wird das repräsentative Mischwasser von jeweils 24 Stunden analysiert. Im Bedarfsfall kann auf 12 Stunden-Mischproben jeder einzelnen Probenahmestelle zurückgegriffen werden. Bei erhöhter Tritiumaktivität ($> 40 \text{ Bq/L}$) kann durch die Messung der fünf Einzelstränge ermittelt werden, ob die Tritiumeinleitung im Raum Basel oder oberhalb von Basel (Staustufe Birsfelden) stattgefunden hat. Zudem lassen sich durch die feinere Auflösung Tritiumfrachten exakter berechnen.

Die Schwebstoffproben werden vom Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt im Rahmen der Rheinüberwachung etwa monatlich erhoben. Mit einer Zentrifuge werden über mehrere Tage die Schwebstoffteilchen aus dem Rheinwasser abgetrennt, gefriergetrocknet und gemahlen.



Schematische Darstellung der Wasserentnahmestellen der Rheinüberwachungsstation. Quelle: [Prospekt der Rheinüberwachungsstation Weil a. R.](#), Amt für Umwelt und Energie Basel-Stadt, 2020)

Prüfverfahren

Flüssigszintillation

Für die Tritiumanalysen wird aus den Wasser-Tagesproben eine Wochenmischprobe erstellt. Davon werden 8 mL filtriert ($0.45 \mu\text{m}$), mit 12 mL Ultimagold LLT Cocktail gemischt und anschliessend mit dem Liquid Scintillation Counter während 5 Stunden gemessen.

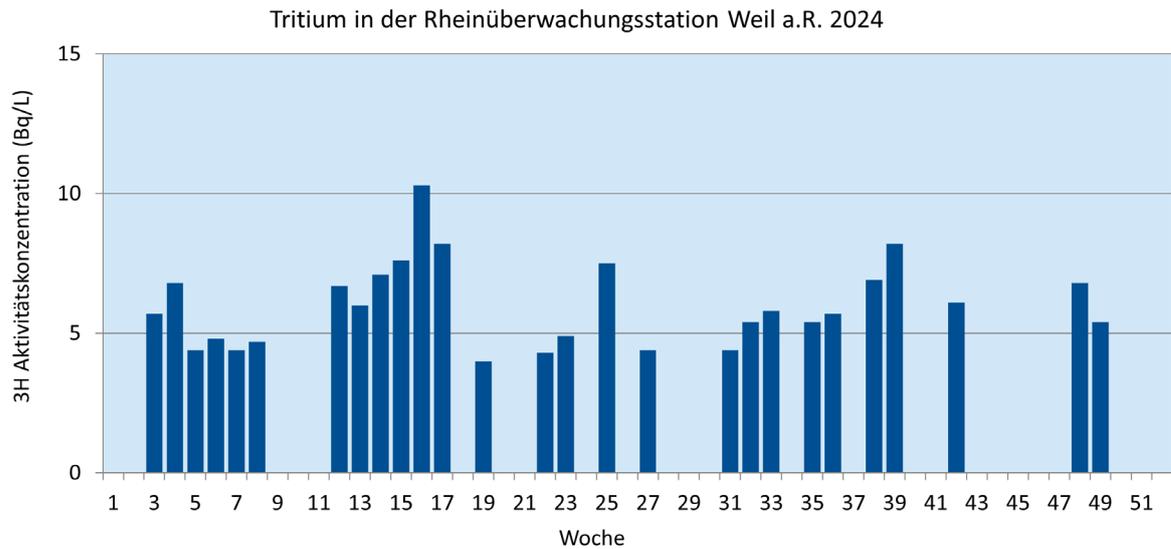
Gammaskpektrometrie

Die Schwebstoffproben werden in kalibrierte Petrischalen gefüllt und mit einem hochauflösenden Gammaskpektrometer während ca. 24 Stunden gemessen. Für die Identifizierung und Quantifizierung der Radionuklide werden die entsprechenden Gammaemissionslinien verwendet.

Ergebnisse

Tritium im Rheinwasser

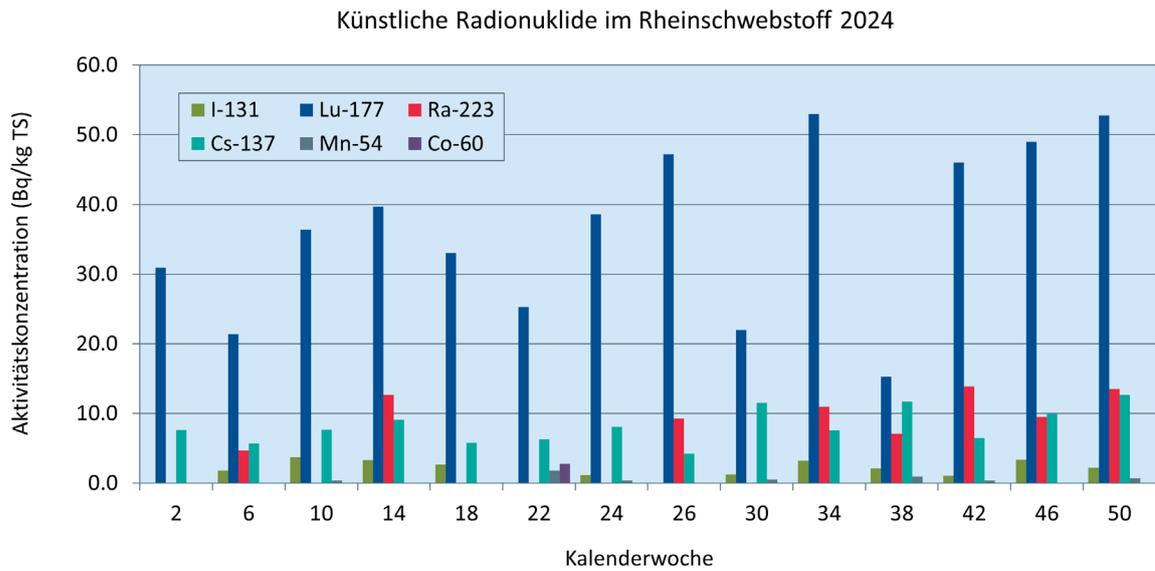
- Tritium (^3H) ist ein natürlich vorkommendes radioaktives Isotop des Wasserstoffs. Zudem ist es ein Nebenprodukt bei der Kernspaltung in Kernkraftwerken. Im Rhein stammt das Tritium vor allem von den Abgaben mit dem Abwasser der Kernkraftwerke.
- In 27 von 52 Wochenmischproben war Tritium nachweisbar ($\geq 4 \text{ Bq/L}$) mit einem Maximum von $10.3 \pm 1.5 \text{ Bq/L}$ in Woche 16.
- Der Immissionsgrenzwert IGGW von $20'000 \text{ Bq/L}$ war ganzjährig eingehalten.



Künstliche Radionuklide im Rheinschwebstoff

- Künstliche Radionuklide im Rheinschwebstoff sind zum einen kurzlebige Radionuklide wie ^{131}I (Halbwertszeit: 8 Tage), ^{177}Lu (Halbwertszeit: 6.7 Tage) und ^{223}Ra (Halbwertszeit: 11.4 Tage), welche von den Basler Spitälern in der Nuklearmedizin eingesetzt werden. ^{177}Lu wurde in jeder Schwebstoffprobe nachgewiesen, ^{131}I und ^{223}Ra in den meisten Proben.
- Zum anderen handelt es sich bei den künstlichen Radionukliden um ^{54}Mn , ^{60}Co oder ^{65}Zn , welche als Korrosions- bzw. Aktivierungsprodukte aus den Kühlkreisläufen der Schweizerischen AKWs in den Rhein gelangen. ^{54}Mn konnte in 7 Proben nachgewiesen werden, ^{60}Co in einer Probe und ^{65}Zn in keiner Probe.
- Das ^{137}Cs stammt aus dem Tschernobyl- bzw. Bomben-Fallout. Es wird durch Abschwemmungen von Ackerböden remobilisiert und gelangt somit in den Rhein. ^{137}Cs wurde jeden Monat nachgewiesen.
- Wird die Aktivität auf das Volumen des gesammelten Rheinwassers bezogen, so kann diese Aktivitätskonzentration (in mBq/l) für die partikelreaktiven Elemente Mangan, Cäsium, Lutetium und Radium mit der Untersuchungsschwelle gemäss StSV Art. 195 verglichen werden. Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen liegen deutlich unter den jeweiligen Untersuchungsschwellen.

	^{137}Cs	^{54}Mn	^{131}I	^{177}Lu	^{223}Ra
Max. Schwebstoff (Bq/kg)	12.7	1.8	3.7	53.0	13.9
Max. Suspension (mBq/L)	0.83	0.04	0.12	3.95	0.25
Untersuchungsschwelle (mBq/L)	1'200	12'000	223	10'333	33



Massnahmen

Für die Bevölkerung und Umwelt waren keine Massnahmen notwendig.

Schlussfolgerungen

Das Monitoring-Programm wird 2025 gemäss Vorgaben des Bundes fortgesetzt.