



Autor: M. Zehringer

### 1.1.1 Rheinüberwachung / Radioaktivität

Anzahl untersuchte Proben: 365  
Anzahl beanstandete Proben: 1  
Beanstandungsgrund: <sup>137</sup>Cs

#### Ausgangslage

Im Rahmen des Schweizerischen Überwachungsprogrammes der Radioaktivität (SUER) werden Wasser- und Schwebstoffproben des Rheines unterhalb von Basel untersucht. Die Schwebstoffproben des Rheins dienen zur Überwachung der schweizerischen Kernkraftwerke. Ein erheblicher Teil der über den Wasserpfad abgegebenen Radio-nuklide lagert sich an Tonmineralien an und wird in Form von Schwebstoffen stromabwärts transportiert. Die adsorbierten Nuklide werden schliesslich im Flusssediment eingelagert. Der Rheinschwebstoff ist somit ein geeignetes Untersuchungskompartiment für die langzeitliche Radioaktivitätsüberwachung der rheinaufwärts liegenden Kernkraftwerke und weiterer Emittenten der Schweiz.



Rheinüberwachungsstation Weil (RüS)

#### Untersuchungsziele

Die vorliegenden Untersuchungen sind Bestandteil des jährlichen Überwachungsprogrammes der Umweltradioaktivität des Bundes<sup>1</sup>

Dies beinhaltet ein Tritiummonitoring des Rheinwassers in der Rheinüberwachungsstation Weil am Rhein (RüS) auf der Basis von Tagesmischproben. Anhand der Untersuchung von monatlichen gezogenen Schwebstoffproben werden Emissionen aus AKWs und Industriebetrieben durch periodische Analyse der Rheinschwebstoffe überwacht.

#### Gesetzliche Grundlagen

Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel einen Fünzigstel der Freigrenze der StSV (spezifische Aktivität) für die spezifische Aktivität nach Anhang 3 Spalte 9 nicht überschreiten (Art. 102 StSV).

In der StSV sind Materialien natürlicher Herkunft und Nuklidzusammensetzung von der Beurteilung ausgenommen, wenn sie zu einer Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr führen (Art. 2 Abs.1 StSV). Bei den natürlichen Radionukliden des Uran, Radium und Polonium wird deshalb auf eine gesetzliche Beurteilung verzichtet.

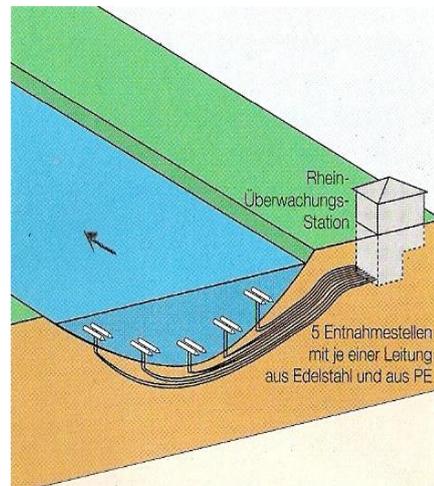
<sup>1</sup> Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz: BAG-Probenahmeplan 2014

Parameter	Aktivität (Bq/L bzw. Bq abs.)
$^3\text{H}$ (Tritium, als HTO)	12'000
$^{137}\text{Cs}$ (Cäsium)	16
$^{131}\text{I}$ (Iod)	10
$^{177}\text{Lu}$ (Lutetium)	400
$^{111}\text{In}$ (Indium)	600
$^{135}\text{Sm}$ (Samarium)	2'000
$^{60}\text{Co}$ (Cobalt)	20
$^{54}\text{Mn}$ (Mangan)	200
$^{95}\text{Zr}$ (Zirkon)	2'000

## Probenbeschreibung

An fünf diskreten Stellen quer über den Rhein wird permanent Rheinwasser 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 Raume Basel oder oberhalb von Basel (Staustufe Birsfelden) stattgefunden hat. Zudem lassen sich durch die feinere Auflösung die Tritiumfrachten exakter berechnen.

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



Schematische Darstellung der Wasserentnahmestellen der RUS

## Prüfverfahren

### Alphaspektrometrie

Für die Bestimmung des Poloniums ( $^{210}\text{Po}$ ) wurde Schwebstoff mit Säure/Wasserstoffperoxid im Mikrowellenofen aufgeschlossen. Das Polonium wurde in der Aufschlusslösung an eine Silberfolie abgeschieden und anschliessend alphaspektrometrisch bestimmt.

### Betaspektrometrie

Für die Tritiumanalysen wurden zehn mL Rheinwasserprobe filtriert ( $0.45 \mu\text{m}$ ), mit 10 mL Ultima-gold-LLT-Cocktail gemischt und mit Flüssigszintillation während acht Stunden ausgezählt.

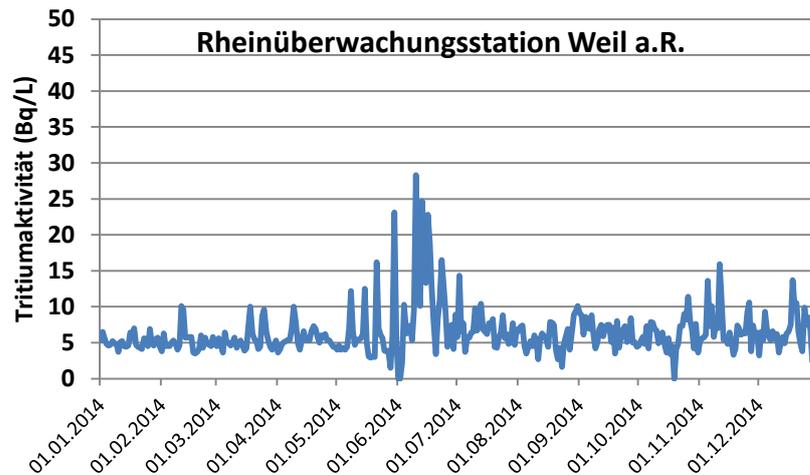
### Gammaskpektrometrie

Die Schwebstoffproben wurden in kalibrierten Petrischalen direkt mit dem Gammaskpektrometer ausgezählt.

Aus der  $^{238}\text{U}$ -Reihe konnten  $^{214}\text{Bi}$  und  $^{214}\text{Pb}$  mit Gammaskpektrometrie direkt bestimmt werden.  $^{226}\text{Ra}$  lässt sich nach entsprechender Gleichgewichtseinstellung zwischen  $^{226}\text{Ra}$  und  $^{222}\text{Rn}$  indirekt aus den Aktivitäten von  $^{214}\text{Bi}$  bzw.  $^{214}\text{Pb}$  bestimmen. Aus der  $^{232}\text{Th}$ -Reihe sind die Nuklide  $^{228}\text{Ac}$ ,  $^{212}\text{Pb}$ ,  $^{212}\text{Bi}$  und  $^{208}\text{Tl}$  direkt messbar.  $^{224}\text{Ra}$  lässt sich indirekt via  $^{212}\text{Pb}$ , bzw.  $^{212}\text{Bi}$  bestimmen.  $^{228}\text{Ra}$  steht mit  $^{228}\text{Ac}$  im Gleichgewicht und weist somit die gleiche Aktivität auf.

## Ergebnisse

### Tritium



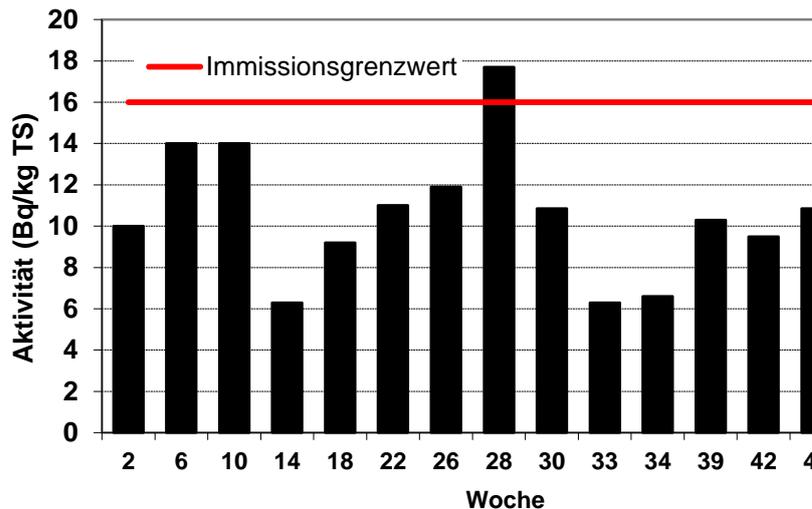
- Der durchschnittliche Tritium-Tageswert betrug im Berichtsjahr 4.4 Bq/L. Der Grenzwert war während dem ganzen Jahr eingehalten.
- Im Mai/Juni wurden erhöhte Tritiumaktivitäten im Rheinwasser gemessen mit einzelnen Tagesspitzen bis 30 Bq/L. Dies fällt zeitlich mit den jährlichen Revisionsarbeiten der Schweizerischen Kernkraftwerke zusammen.

### Künstliche Radionuklide

- Künstliche Radionuklide aus den Kernkraftwerken, wie  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{60}\text{Co}$  und  $^{95}\text{Zr}$ , konnten sporadisch nachgewiesen werden. Dies sind Korrosions- bzw. Aktivierungsprodukte aus den Kühlkreisläufen.
- Nuklearmedizinisch verwendete, kurzlebige Radionuklide konnten wie in den Vorjahren nachgewiesen werden. Dabei dominierten  $^{177}\text{Lu}$  und  $^{131}\text{I}$  diese Vertreter. Insbesondere das Lutetium wird im Kantonsspital Basel häufig eingesetzt. Es konnten keine Verstösse gegen die Immissionsgrenzwerte festgestellt werden.

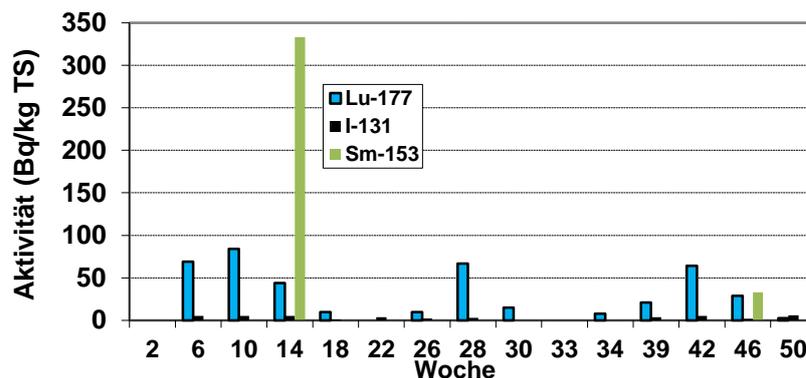
Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff 2014							
Aktivität (Bq/kg)/Nuklid	$^{177}\text{Lu}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{131}\text{I}$	$^{153}\text{Sm}$	$^{54}\text{Mn}$	$^{60}\text{Co}$	$^{95}\text{Zr}$
Mittlere Aktivität	35	11	3.8	183	0.6	0.6	0.8
Anzahl Messungen	12	15	11	2	9		
Immissionsgrenzwert	400	16	10	2000	200	5	1

- Eine dauernde Grundaktivität wurde für Radiocäsium ( $^{137}\text{Cs}$ ) festgestellt. Durch Abschwemmung der durch den Fallout von Tschernobyl belasteten Böden gelangte das Cäsium in den Rhein (siehe nachfolgende Grafik). Der Immissionsgrenzwert war in einem Falle überschritten.



Radiocäsium im Rheinschwebstoff

- Gegenüber <sup>131</sup>I (Iod-131), welches nur sechs mal nachgewiesen werden konnte, war der Schwebstoff mit <sup>177</sup>Lu (Lutetium-177) übers Jahr homogener belastet. Die entsprechenden Grenzwerte waren jedoch eingehalten. Diese Radionuklide stammen von Spitälern mit einer nuklearmedizinischen Abteilung.



Pharmazeutisch verwendete Radionuklide

- Das natürliche Nuklid <sup>40</sup>K ist aufgrund des hohen Tonmineralienanteils des Rheinschwebstoffes dominant vertreten. In ähnlich hohen Aktivitäten liegt auch <sup>7</sup>Be (Beryllium-7) vor. Dieses Nuklid stammt aus der Atmosphäre und hat eine relativ kurze Halbwertszeit. Die gemessenen Aktivitäten belegen, dass die untersuchten Schwebstoffe rezenten Ursprunges sind. Die Aktivitäten der Radionuklide des Radium, Uran und Polonium waren erwartungsgemäss relativ konstant. Diese Nuklide sind jedoch von einer Beurteilung nach StSV ausgenommen (Art.2 Abs.1 StSV), da sie natürlichen Ursprungs sind.

Mittlere Aktivitäten natürlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff bei Weil am Rhein 2014									
Aktivität (Bq/kg)	<sup>40</sup> K	<sup>7</sup> Be	<sup>224</sup> Ra	<sup>226</sup> Ra	<sup>228</sup> Ra	<sup>210</sup> Pb	<sup>210</sup> Po	<sup>235</sup> U	<sup>227</sup> Ac
Mittlere Aktivität	464	387	37	31	35	184	135	5.4	<1
Anzahl Messungen	15	15	7	15	15	10	15	4	0

### Schlussfolgerungen

Das Monitoringprogramm wird 2015 fortgesetzt.