Gesundheitsdepartement des Kantons Basel-Stadt

Bereich Gesundheitsschutz

Kantonales Labor

Autor: M. Zehringer

Rheinüberwachung / Radioaktivität

Anzahl untersuchte Proben: 365 beanstandet: 0

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 Radionuklide 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 am Rhein

Untersuchungsziele

Permanentes Tritiummonitoring des Rheinwasser in der Rheinüberwachungsstation Weil a. R. (RüS). Überwachung der Emissionen aus AKWs und Industriebetrieben durch periodische Analyse der Rheinschwebstoffe.

Gesetzliche Grundlagen

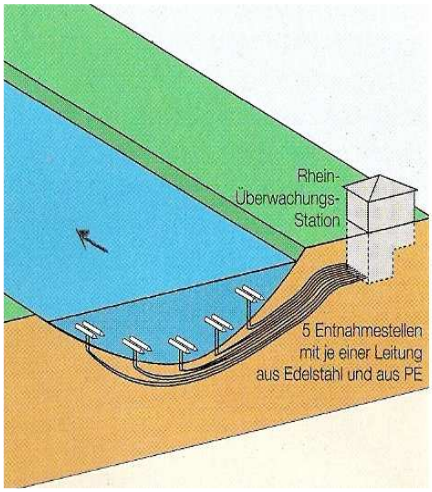
Immissionen radioaktiver Stoffe dürfen in öffentlich zugänglichen Gewässern im Wochenmittel einen Fünfzigstel der Freigrenze der Strahlenschutzverordndung (StSV) für die spezifische Aktivität nach Anhang 3 Spalte 9 nicht überschreiten (Art. 102 StSV).
In der StSV sind Materialien natürlicher Herkunft und Nuklidzusammensetzung von der Beurteilung ausgenommen, wenn sie zu einer Dosis von weniger als 1 mSv pro Jahr führen (Art. 2 Abs.1 StSV).

Parameter	Aktivität (Bq/L bzw. Bq abs.)
^{153}Sm (Samarium)	50’000
^{186}Re (Rhenium)	30’000
^{177}Lu (Lutetium)	20’000
^{3}H (Tritium,als HTO)	12’000
^{54}Mn (Mangan)	10’000
^{111}In (Indium)	10’000
^{67}Ga (Gallium)	7’000
^{60}Co (Kobalt)	1’000
^{137}Cs (Cäsium)	800
^{131}I (Iod)	500

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 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 RüS

Prüfverfahren

Alphaspektrometrie

Für die Bestimmung des Poloniums (^{210}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 µm), mit 10 mL Ultimagold-LLT-Cocktail gemischt und mit Flüssigszintillation während acht Stunden ausgezählt.

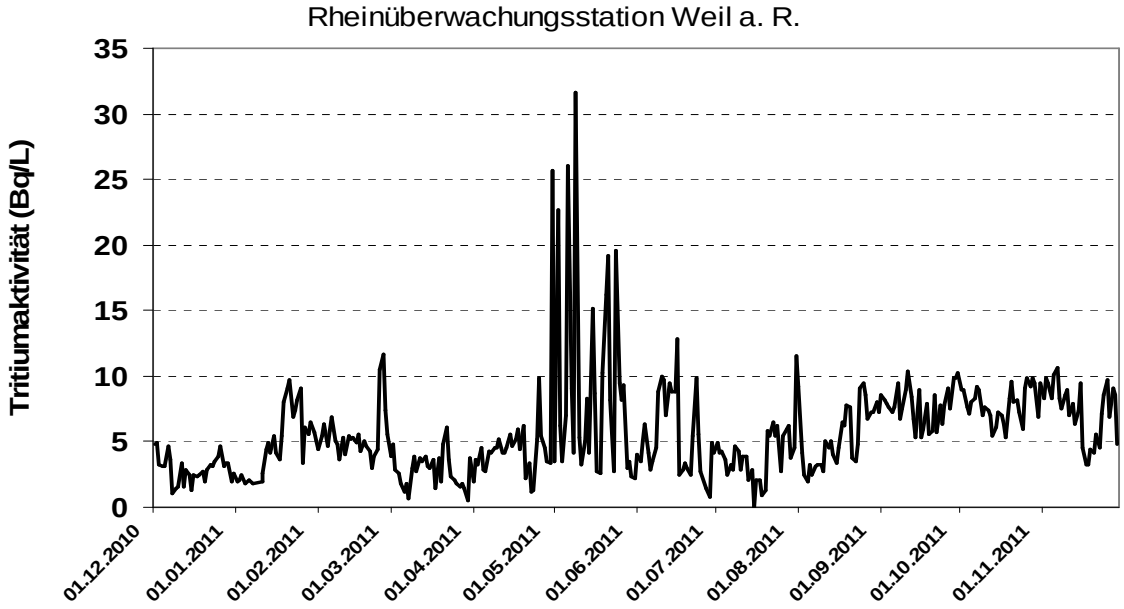
Gammaspektrometrie

Die Schwebstoffproben wurden in kalibrierten 100mL-Braunglasflaschen direkt mit Gammaspektrometern ausgezählt.

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

Ergebnisse

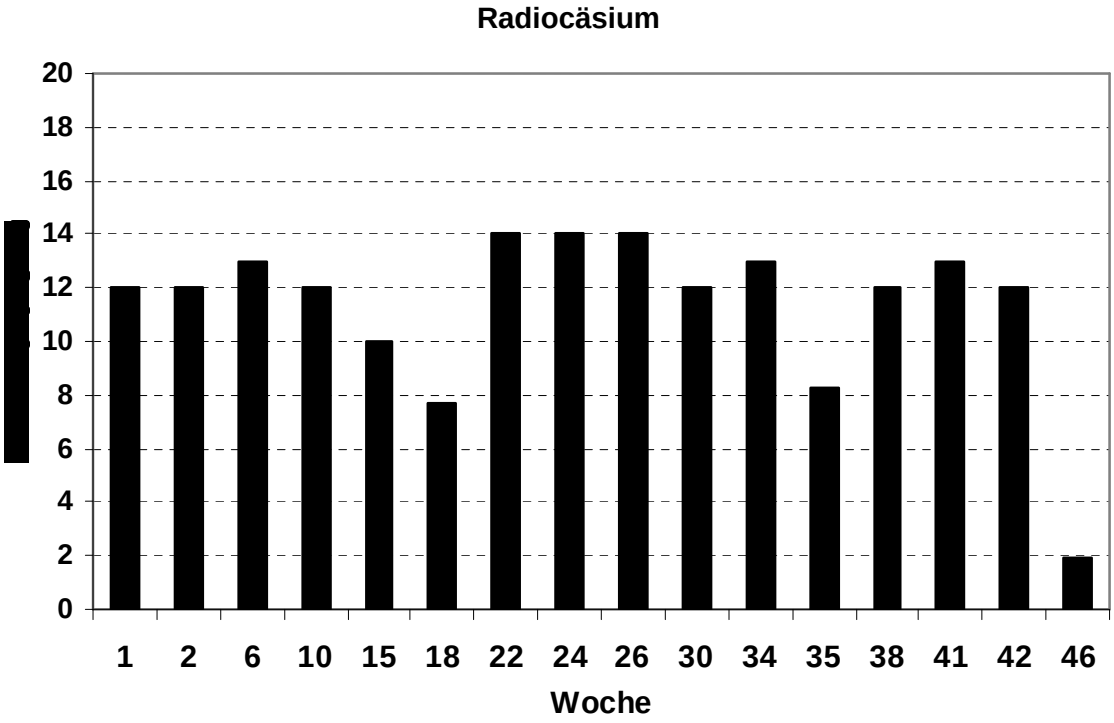
- Der durchschnittliche Tritium-Tageswert betrug im Berichtsjahr 8.2 Bq/L. Der Grenzwert war während dem ganzen Jahr eingehalten.
- Im Mai wurden erhöhte Tritiumaktivitäten im Rheinwasser gemessen mit einzelnen Tagesspitzen bis über 30 Bq/L. Dies fällt zeitlich mit den jährlichen Revisionsarbeiten des Kernkraftwerks Beznau I zusammen. Allerdings gab es schon Wochen früher erhöhte Werte.



- Die Überwachung des Rheinschwebstoffs zeigte wie in den Vorjahren geringe Aktivitäten bei künstlichen Radionukliden wie ^{60}Co und ^{54}Mn sowie bei nuklearmedizinisch verwendeten, kurzlebigen Radionukliden (z.B. ^{131}I, ^{177}Lu, etc.).

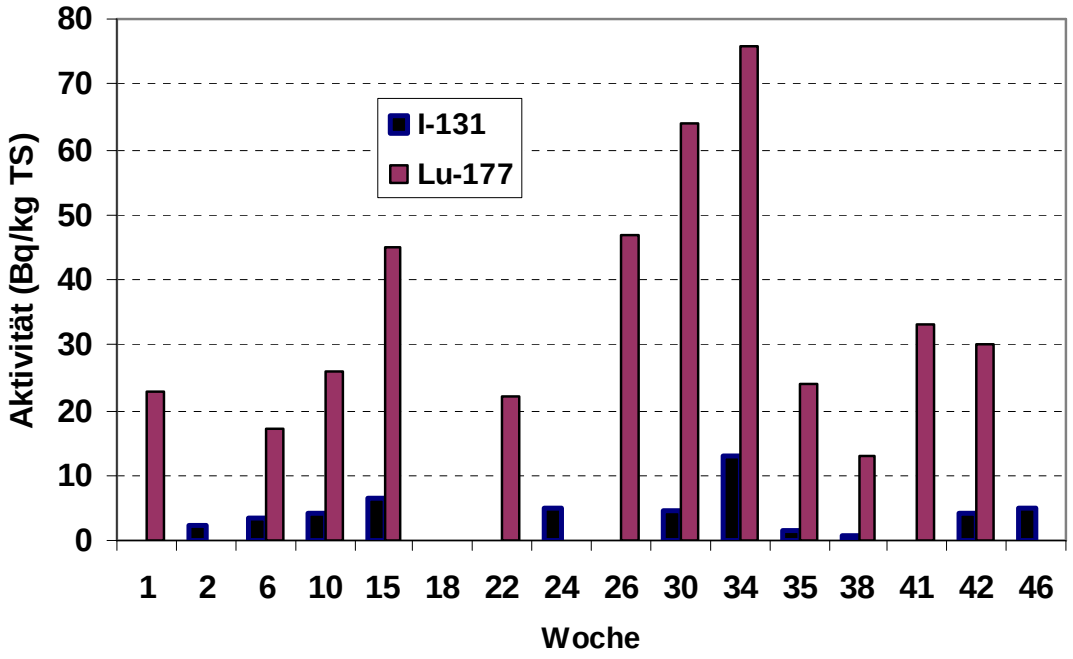
Mittlere Aktivitäten künstlicher Radionuklide im Rheinschwebstoff 2012					
Aktivität (Bq/kg)/Nuklid	**^{177}Lu**	**^{137}Cs**	**^{131}I**	**^{60}Co**	**^{54}Mn**
Mittlere Aktivität	**28**	**11**	**4.6**	**1.0**	**0.9**
Anzahl Messungen	12	16	11	4	10
Freigrenze nach StSV	20’000	800	500	1’000	10’000

- Deutliche Aktivitäten wurden für Radiocäsium festgestellt. Durch Abschwemmung der durch den Fallout von Tschernobyl und Fukushima belasteten Böden gelangte das Cäsium in den Rhein (siehe nachfolgende Grafik).



- Gegenüber dem Vorjahr waren die Aktivitäten von ^{131}I (Iod-131) und ^{177}Lu (Lutetium-177) im Schwebstoff übers Jahr homogener verteilt. Die entsprechenden Grenzwerte waren eingehalten. Diese Radionuklide stammen von Spitälern mit einer nuklearmedizinischen Abteilung.

Radiopharmazeutische Nuklide

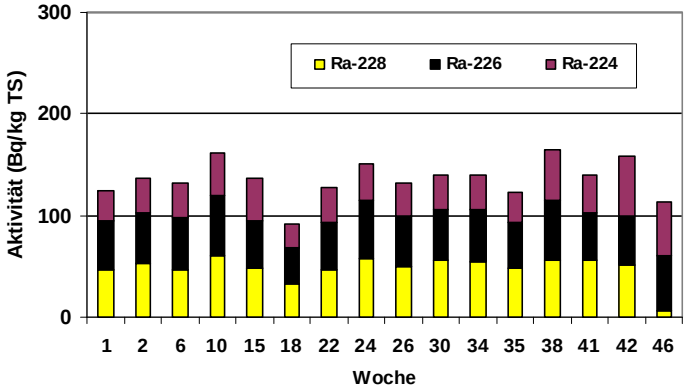


- Das natürliche Nuklid ^{40}K ist aufgrund des hohen Tonmineralienanteils des Rheinschwebstoffes dominant vertreten. In ähnlich hohen Aktivitäten liegt auch ^{7}Be (Beryllium-7) vor. Dieses Nuklid stammt aus der Atmosphäre und hat eine relativ kurze Halbwertszeit. Die gemessenen Aktivitäten belegen, dass die untersuchten Schwebstoffe rezenten Ursprunges sind. Die Aktivitäten der Radionuklide des Radium, Uran und Polononium waren erwartungsgemäss relativ konstant. Bei ^{226}Ra, ^{228}Ra, ^{210}Pb und ^{210}Po sind Überschreitungen der Freigrenze festzustellen. Diese natürlichen Nuklide sind jedoch von einer Beurteilung nach StSV ausgenommen (Art.2 Abs.1 StSV).

Mittlere Aktivitäten natürlicher Nuklide im Rheinschwebstoff bei Weil am Rhein 2012

Aktivität (Bq/kg)	**^{40}K**	**^{7}Be**	**^{224}Ra**	**^{226}Ra**	**^{228}Ra**	**^{210}Pb**	**^{227}Ac**	**^{235}U**	**^{210}Po**
Mittlere Aktivität	**870**	**360**	**38**	**50**	**48**	**115**	**4**	**6**	**90**
Anzahl Messungen	16	16	16	16	16	15	1	2	9
Freigrenze nach StSV	2000	400’000	200	40	10	10	9	200	40

natürliche Radionuklide



Schlussfolgerungen

Alle gemessenen Aktivitäten der radioaktiven Stoffe im Rhein waren innerhalb der Grenzwerte und konnten den entsprechenden Ereignissen zugeordnet oder deren Ursprung konnte geklärt werden. Das Monitoringprogramm wird 2013 fortgesetzt.