



Hintergrund

Die vorliegende Untersuchung erfolgte auf eine Anfrage der CLI Cattenom hin, in deren ursprünglichem Lastenheft folgende Punkte enthalten waren:

- Probenahme bei 6 Pflanzen (Moos, Gras, Laub, Gartengemüse)
 - Gammaskpektrometrie (^{60}Co , ^{137}Cs und ^{134}Cs)
 - Analyse von organisch gebundenem Tritium und von freiem Tritium
 - ^{14}C in der Hauptwindrichtung
- Probenahme bei in der Nähe erzeugter Milch und Eiern:
 - Gammaskpektrometrie (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{134}Cs und ^{131}I)
 - freies Tritium
 - ^{14}C
- Probenahmen im Wasser von Tenchebach und Mosel:
 - Tritium
 - Gesamt-Beta- und Gesamt-Alpha-Aktivität

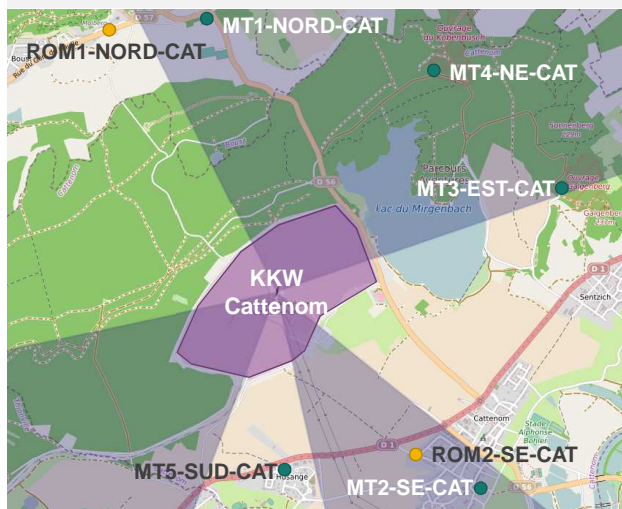
Probenahmeplan

Zur Verbesserung der Methodik hat das Labor der CRIIRAD (Kommission für unabhängige Forschung und Information über Radioaktivität) folgende Probenahmen und Analysen vorgeschlagen:

- **Landpflanzen:** 4 Proben von Bioindikatoren (Erdmoose) und 2 Proben von essbaren Pflanzen
 - Gammaskpektrometrie (^{60}Co , ^{137}Cs und ^{134}Cs)
 - Analyse von organisch gebundenem Tritium
 - ^{14}C bei allen Proben
- In der Nähe erzeugte **Milch und Eier**
 - Gammaskpektrometrie (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{134}Cs und ^{131}I)
 - freies Tritium und organisch gebundenes Tritium
 - ^{14}C
- **Wasserpflanzen:** Probenahme an 3 Stationen, 1 vor und 2 nach den Ableitungen
 - Gammaskpektrometrie (^{60}Co , ^{137}Cs , ^{134}Cs und ^{131}I)
 - freies Tritium und organisch gebundenes Tritium
 - ^{14}C

Probenahmen

am 4. Oktober 2023



→ 6 Erdmoosproben

- Sektor Nord
Boust ~ 2 km
- Sektor Nordost*
Artilleriewerk Kobenbusch ~ 2 km
- Sektor Ost
Artilleriewerk Galgenberg ~ 2 km
- Sektor Südost
Cattenom ~ 2 km
- Sektor Süd
Husange ~ 1 km
- Sektor ohne Einfluss
Metz ~ 35 km

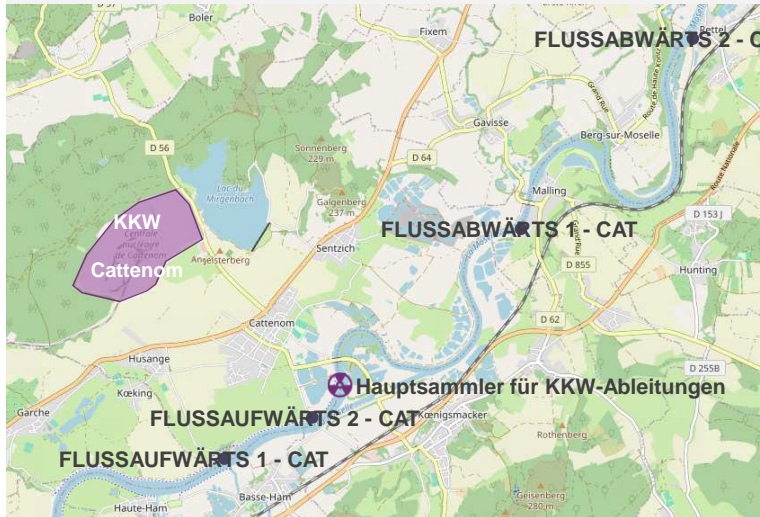
→ 2 Rosmarinproben

- Sektor Nord
Boust ~ 3 km
- Sektor Südost
Cattenom ~ 2 km

* Die Art, von der die Probe genommen wurde, unterscheidet sich von den anderen Proben

Probenahmen

am 1. Juli 2024



→ 4 Wasserpflanzenproben

- Flussaufwärts 1*: Basse Ham *linkes Ufer*
- Flussaufwärts 2: Cattenom *linkes Ufer*
- Flussabwärts 1: Malling *rechtes Ufer ~ 5 km*
- Flussabwärts 2: Rettel *rechtes Ufer ~ 10 km*

→ Arten, von denen Proben genommen wurden

Myriophyllum spicatum an Station flussaufwärts 2 sowie flussabwärts 1 und 2

Vallisneria spiralis Station flussaufwärts 1

* Die Art, von der die Probe genommen wurde, unterscheidet sich von den anderen Proben

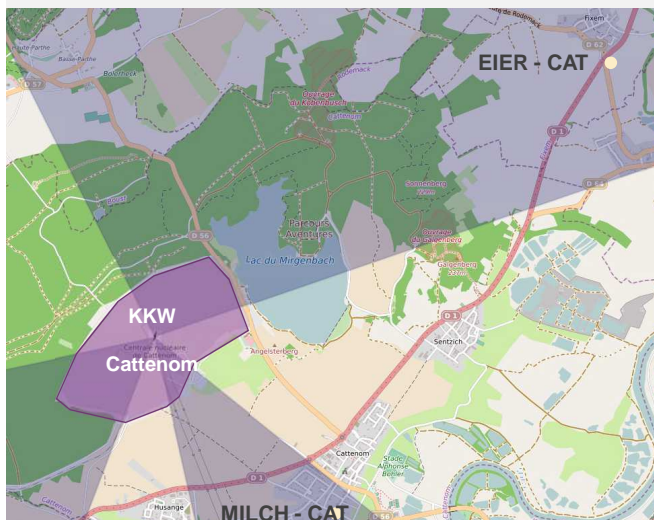
CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



5

Probenahmen

am 1. Juli 2024



→ Milch- und Eierproben

Milch: Cattenom ~ 2 km

Eier: Fixem ~ 5 km

CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



6

Vorbereitung und Analysen

Die Moose werden bei niedriger Temperatur (45 °C) im Trockenschrank getrocknet.

Anschließend werden sie durch ein Sieb mit 2 mm großen Maschen gefiltert, um das Substrat zu entnehmen.

Der oberirdische Teil der Probe wird konditioniert und für mindestens 100.000 s per Gammaskpektrometrie analysiert.

20 g Probenmaterial (4 der 6 Proben) wurden anschließend für eine Analyse von organisch gebundenem Tritium und Kohlenstoff-14 zum Labor RCD Lockinge geschickt.



CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



7

Vorbereitung und Analysen

Bei den Rosmarinproben werden von Hand die Blätter abgezupft, um die holzigen Halme zu entfernen.

Anschließend werden sie direkt in 560-ml-Marinelli-Bechern konditioniert und für mindestens 100.000 s per Gammaskpektrometrie analysiert.

Um den Trockenmassegehalt zu ermitteln, werden sie nach der Analyse im Trockenschrank bei 45 °C getrocknet.

20 g jeder Trockenprobe wurden anschließend für eine Analyse von organisch gebundenem Tritium und Kohlenstoff-14 zum Labor RCD Lockinge geschickt.



CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



8

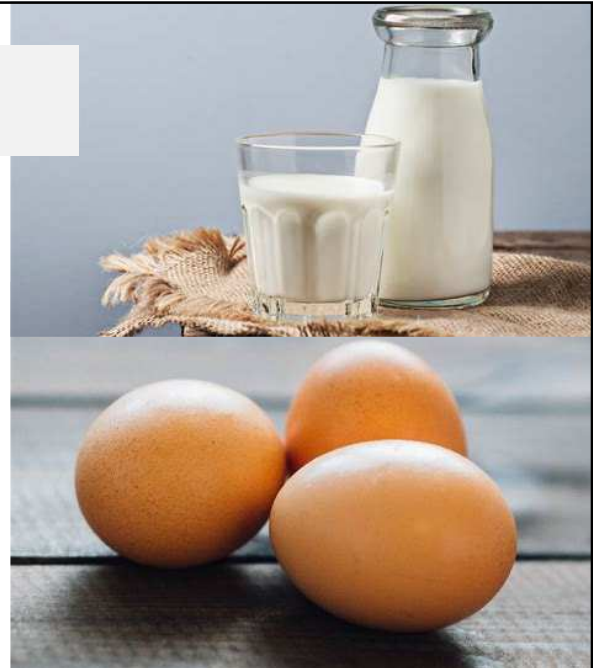
Vorbereitung und Analysen

Die Milchprobe wurde direkt in 500-ml-Marinelli-Bechern konditioniert.

Die Eierschalen wurden entfernt, Eiweiß und Eigelb homogenisiert und schließlich in 500-ml-Marinelli-Bechern konditioniert.

Die Proben wurden für mindestens 100.000 s per Gammaskpektrometrie analysiert.

1 l Milch und 500 ml Ei wurden für eine Analyse von freiem Tritium, organisch gebundenem Tritium und Kohlenstoff-14 zum Labor RCD Lockinge geschickt.



Vorbereitung und Analysen

Die Wasserpflanzen werden bei niedriger Temperatur (45 °C) im Trockenschrank getrocknet.

Anschließend werden sie gemischt, konditioniert und für mindestens 100.000 s per Gammaskpektrometrie analysiert.

20 g Probenmaterial (*Myriophyllum*) wurden anschließend für eine Analyse von organisch gebundenem Tritium und Kohlenstoff-14 zum Labor RCD Lockinge geschickt.



Ergebnisse der Analysen

Erdmoose

		MT1-NORD-CAT Sektor Nord	MT2-SE-CAT Sektor Südost	MT3-EST-CAT Sektor Ost	MT4-NE-CAT* Sektor Nordost	MT5-SUD-CAT Sektor Süd	MT-REF-CAT Sektor ohne Einfluss
Analysedatum		12.10.23 09:07	13.10.23 16:23	16.10.23 09:17	17.10.23 17:51	19.10.23 08:58	20.10.23 16:17
Messzeit		111.206 s	233.237 s	115.432 s	140.531 s	111.325 s	233.484 s
Messgeometrie		500-ml-Marinelli-Becher	500-ml-Marinelli-Becher	Dose V1-20	Dose V1-20	Dose V1-20	250-ml-Flasche
Analysiertes Gewicht		42,00 g	43,87 g	18,74 g	9,38 g	18,24 g	38,22 g
Trockenmassegehalt		46 %	50 %	47 %	84 %	94 %	90 %
Radionuklide		Gemessene Aktivität (Bq/kg Trockenmasse)					
Natürlich	Blei-210	1.010 ± 130	960 ± 120	780 ± 90	450 ± 70	720 ± 90	830 ± 100
	Beryllium-7	335 ± 38	580 ± 60	480 ± 60	460 ± 70	520 ± 60	630 ± 70
Künstlich	Cäsium-137	2,6 ± 1,8	12,0 ± 1,9	6,2 ± 3,6	25 ± 7	< 3,0	7,2 ± 2,7
	Cäsium-134	< 2,3	< 1,5	< 4	< 7	< 4	< 3,0
	Kobalt-58	< 1,7	< 1,1	< 2,9	< 5	< 3,3	< 2,2
	Kobalt-60	< 2,1	< 1,4	< 3,6	< 7	< 4,1	< 2,4
	Jod-131	< 2,3	< 1,8	< 5	< 11	< 7	< 6

* Die Art, von der die Probe genommen wurde, unterscheidet sich von den anderen Proben
CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



11

Ergebnisse der Analysen

Erdmoose

Fazit

- Aktivität von Cäsium-137 in allen Proben über der Nachweisgrenze, mit Ausnahme der Probe MT5-SUD-CAT
- Radioaktivität von Cäsium-137 in der Referenzprobe ($7,2 \pm 2,7$ Bq/kg Trockenmasse) vergleichbar mit Messwert bei Proben in Hauptwindrichtung
- Kein anderes künstliches gammastrahlendes Radionuklid festgestellt

CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



12

Ergebnisse der Analysen

Erdmoose

	MT1-NORD-CAT	MT2-SE-CAT	MT3-EST-CAT	MT-REF-CAT
	Sektor Nord	Sektor Südost	Sektor Ost	Sektor ohne Einfluss
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Verbrennungswasser)	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Organisch gebundenes Tritium (Bq/kg Trockenmasse)	< 1,4	< 1,4	< 1,4	< 1,4
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Kohlenstoff)	231 ± 2,0	225 ± 2,0	230 ± 2,0	223 ± 1,9
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Trockenmasse)	85,7 ± 1,9	82,2 ± 1,8	89,3 ± 2,0	84,2 ± 1,8

Fazit

→ Organisch gebundenes Tritium nicht festgestellt

→ Messung von Kohlenstoff-14 nahe Durchschnittswert der Untergrundstrahlung von 226 Bq/kg Kohlenstoff (Daten vom Labor RCD Lockinge für 2021/22 bereitgestellt)

Ergebnisse der Analysen

Rosmarin

		ROM1-NORD-CAT	ROM2-SE-CAT
		Sektor Nord	Sektor Südost
Analysedatum		23.10.23 09:19	24.10.23 18:04
Messzeit		115.209 s	140.144 s
Messgeometrie		560-ml-Marinelli-Becher	560-ml-Marinelli-Becher
Analysiertes Gewicht		204,29 g	113,48 g
Trockenmassegehalt		39 %	31 %
Radionuklide		Gemessene Aktivität (Bq/kg Frischmasse)	
Natürlich	Blei-210	4,2 ± 3,4	7 ± 5
	Kalium-40	192 ± 25	181 ± 28
	Beryllium-7	19,4 ± 4,5	27 ± 7
Künstlich	Cäsium-137	< 0,35	< 1,0
	Cäsium-134	< 0,5	< 0,8
	Kobalt-58	< 0,4	< 0,7
	Kobalt-60	< 0,5	< 0,8
	Jod-131	< 1,3	< 2,3

Fazit

→ Kein künstliches Radionuklid in Proben festgestellt

Ergebnisse der Analysen

Rosmarin

	ROM1-NORD-CAT	ROM2-SE-CAT
	Sektor Nord	Sektor Südost
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Verbrennungswasser)	< 3,0	< 3,0
Organisch gebundenes Tritium (Bq/kg Trockenmasse)	< 1,8	< 1,7
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Kohlenstoff)	227 ± 2,2	226 ± 1,9
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Trockenmasse)	114 ± 2,5	110 ± 2,4

Fazit

→ Organisch gebundenes Tritium nicht festgestellt

→ Messung von Kohlenstoff-14 nahe Durchschnittswert der Untergrundstrahlung von 226 Bq/kg Kohlenstoff (Daten vom Labor RCD Lockinge für 2021/22 bereitgestellt)

Ergebnisse der Analysen

Milch und Eier

Informationen zur Probenahme		EIER - CAT Sektor Nordost	MILCH - CAT Sektor Südost
Analysedatum		05.07.24 09:30	02.07.24 17:05
Messzeit		258.143 s	230.277 s
Messgeometrie		500-ml-Marinelli-Becher	560-ml-Marinelli-Becher
Analysiertes Gewicht		509,36 g	566,70 g
Radionuklide		Gemessene Aktivität (Bq/kg Frischmasse)	
Natürlich	Blei-210	< 7,8	< 7,7
	Kalium-40	34,7 ± 4,6	38 ± 5
Künstlich	Cäsium-137	< 0,09	< 0,09
	Cäsium-134	< 0,14	< 0,15
	Kobalt-58	< 0,10	< 0,09
	Kobalt-60	< 0,10	< 0,10
	Jod-131	< 0,15	< 0,10

Fazit

→ Kein künstliches Radionuklid festgestellt

Ergebnisse der Analysen

Milch und Eier

	EIER - CAT Sektor Nordost	MILCH - CAT Sektor Südost
Freies Tritium (Bq/l Wasser)	< 3,0	< 3,0
Freies Tritium (Bq/l Probe)	< 2,5	< 2,8
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Verbrennungswasser)	< 3,0	3,94 ± 0,79
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Probe)	< 0,6	0,34 ± 0,07
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Kohlenstoff)	228 ± 1,8	232 ± 1,7
Kohlenstoff-14 (Bq/l Probe)	26,9 ± 0,6	13,5 ± 0,3

Fazit

→ Kein freies Tritium festgestellt

→ Organisch gebundenes Tritium in Milch festgestellt

→ Messung von Kohlenstoff-14 nahe Durchschnittswert der Untergrundstrahlung von 226 Bq/kg Kohlenstoff (Daten vom Labor RCD Lockinge für 2021/22 bereitgestellt)

CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



17

Ergebnisse der Analysen

Wasserpflanzen

	Flussaufwärts 1* KKW-Ableitungen	Flussaufwärts 2 KKW-Ableitungen	Flussabwärts KKW-Ableitungen	Weiter flussabwärts KKW-Ableitungen	
Analysedatum	12.07.24 16:16	05.07.24 09:30	08.07.24 11:19	11.07.24 09:29	
Messzeit	233.911	265.093	108.086	109.632	
Messgeometrie	Dose V1-20	Dose V21-9	Dose V1-20	Dose V1-20	
Analysiertes Gewicht	25,78 g	3,11 g	32,11 g	26,18 g	
Radionuklide	Gemessene Aktivität (Bq/kg Frischmasse)				
Natürlich	Blei-210	40 ± 13	< 70	24 ± 14	< 27
	Kalium-40	1.520 ± 170	< 470	550 ± 80	510 ± 80
	Beryllium-7	82 ± 17	110 ± 50	65 ± 17	89 ± 22
Künstlich	Cäsium-137	3,4 ± 2,0	< 6	< 1,8	< 2,1
	Cäsium-134	< 2,2	< 10	< 2,7	< 3,2
	Kobalt-58	< 1,7	< 7	< 1,9	< 2,4
	Kobalt-60	< 1,9	< 8	< 2,1	< 2,5
	Jod-131	< 6	< 7	3,2 ± 2,5	5,5 ± 4,5

* Die Art, von der die Probe genommen wurde, unterscheidet sich von den anderen Proben

CLI CATTENOM – 7. November 2024 – Marion Jeambrun



18

Ergebnisse der Analysen

Wasserpflanzen

Fazit

- Cäsium-137 in Flussaufwärtsprobe mit hoher Unsicherheit festgestellt
- Vorkommen von Jod-131 in den beiden Proben flussabwärts vom Hauptsammler der Ableitungen des KKW Cattenom in Größenordnungen nahe der Nachweisgrenzen

Ergebnisse der Analysen

Wasserpflanzen

Fazit

→ Organisch gebundenes Tritium in flussabwärts vom Hauptsammler der Ableitungen entnommenen Pflanzen festgestellt

→ Messung von Kohlenstoff-14 in Flussaufwärtsprobe in sehr geringer Menge im Vergleich zum Durchschnittswert der Untergrundstrahlung von 226 Bq/kg Kohlenstoff – mögliche Folge des Kiesabbaus

→ Kohlenstoff-14 deutlich über dem Durchschnittswert der Untergrundstrahlung

	Flussaufwärts 2 KKW-Ableitungen	Flussabwärts KKW-Ableitungen	Weiter flussabwärts KKW-Ableitungen
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Verbrennungswasser)	< 3,0	6,80 ± 0,8	5,49 ± 0,8
Organisch gebundenes Tritium (Bq/l Probe)	< 0,9	2,28 ± 0,3	1,75 ± 0,3
Kohlenstoff-14 (Bq/kg Kohlenstoff)	193 ± 2,2	371 ± 3,2	370 ± 3,0
Kohlenstoff-14 (Bq/l Probe)	51,3 ± 1,2	111 ± 2,4	97,9 ± 2,1



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

CRIIRAD	
+33 4 75 41 82 50	
contact@criirad.org	
www.criirad.org	

