

Deckblatt



**BUNDESGESELLSCHAFT
FÜR ENDLAGERUNG**

| Projekt | PSP-Element | Funktion/Thema | Komponente | Baugruppe | Aufgabe | UA | Lfd. Nr. | Rev. | Blatt: 1 |
|---------|-------------|----------------|------------|-----------|---------|----|----------|------|-------------------|
| 9KE | 25210 | | | | LQ | BX | 0003 | 01 | Stand: 07.10.2024 |

Titel der Unterlage:
ERGÄNZENDES MESSPROGRAMM IM RAHMEN DER RADIOLOGISCHEN BEWEISSICHERUNG DER UMGEBUNG DES ENDLAGERS KONRAD BERICHT FÜR DAS JAHR 2021

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Ersteller/Unterschrift: | Prüfer/Unterschrift: |
|------------------------------------|---------------------------------|

Stempelfeld:
 DokID: 11972557
 ULV-Nr.: 893131

| | | | | |
|------------------------|--|--|--------------------------|--------------------------------|
| UVST: | bergrechtlich verantwortliche Person: | atomrechtlich verantwortliche Person: | Bereichsleitung: | Freigabe zur Anwendung: |
| <i>12.12.2024</i> | <i>17. Dez. 2024</i> | <i>17. Dez. 2024</i> | <i>17. Dez. 2024</i> | <i>17. Dez. 2024</i> |
| Datum und Unterschrift | Datum und Unterschrift | Datum und Unterschrift | Datum und Unterschrift | Datum und Unterschrift |

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der BGE.

AGROLAB LUFA GmbH

**Dr. Hell Str. 6
24107 Kiel**

**ERGÄNZENDES MESSPROGRAMM IM RAHMEN DER
RADIOLOGISCHEN BEWEISSICHERUNG DER
UMGEBUNG DES ENDLAGERS KONRAD**

Bericht für das Jahr 2021

BGE Projekt: 9KE

Kiel, 07.10.2024



lufa@agrolab.de

Inhalt

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Zielsetzung / Beschreibung..... | 5 |
| 2 | Art und Umfang der Untersuchungen | 6 |
| 2.1 | Zu untersuchende Umweltmedien | 6 |
| 2.2 | Untersuchungsumfang..... | 6 |
| 2.3 | Probenahmepunkte..... | 7 |
| 2.4 | Probentransport | 7 |
| 3 | Übersicht der durchgeführten Probenahmen..... | 7 |
| 4 | Messverfahren | 8 |
| 4.1 | Gammaspektrometrie | 8 |
| 4.2 | Strontium-90-Bestimmung | 9 |
| 4.3 | Tritium-(H-3)-Bestimmung | 9 |
| 5 | Messwerte und Ergebnisse..... | 10 |
| 5.1 | Nachweisgrenzen (NWG)..... | 10 |
| 5.2 | Durchschnittswerte aller Konradproben in 2021 | 11 |
| 5.3 | Gemessene Radionuklide..... | 11 |
| 5.3.1 | Kalium-40 (K-40)..... | 11 |
| 5.3.2 | Kobalt-60 (Co-60) | 12 |
| 5.3.3 | Tritium (H-3)..... | 12 |
| 5.3.4 | Cäsium-137 (Cs-137)..... | 12 |
| 5.3.5 | Cäsium-134 (Cs-134)..... | 13 |
| 5.3.6 | Strontium-90 (Sr-90) | 13 |
| 5.3.7 | Blei-210 (Pb-210)..... | 13 |
| 6 | Zusammenfassung | 14 |

1 Zielsetzung / Beschreibung

Im Rahmen der radiologischen Beweissicherung wurde von 2012 bis Ende 2017 neben den vorgeschriebenen Messprogrammen nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) ein ergänzendes Messprogramm zur Untersuchung von vorwiegend landwirtschaftlichen Erzeugnissen im Umkreis von 10 km um das Endlager Konrad im Auftrag des Bundesamtes für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE, vormals Endlagerüberwachung (EÜ) des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)) durchgeführt. Ziel dieses Messprogrammes, das auf Wunsch des Niedersächsischen Landvolkes aufgenommen wurde, ist es, der Bevölkerung und speziell den betroffenen landwirtschaftlichen Betrieben die Sicherheit zu geben, dass die landwirtschaftlichen Erzeugnisse aus der Region radiologisch unbedenklich sind. Von 2012 bis 2017 wurde das beweisichernde Messprogramm für das Endlager Konrad durch die IAF-Radioökologie GmbH ausgeführt.

Mit der Übernahme der Errichtung und den Betrieb des Endlagers Konrad durch die Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE), hat die Geschäftsführung der BGE entschieden, das ergänzende Messprogramm in eigener Verantwortung weiterzuführen. Der Auftrag wurde an die AGROLAB LUFA GmbH in Kiel vergeben. Sie führte, das o.g. Untersuchungsprogramm für die Jahre 2019 bis 2021 weiter. Das Programm wurde Ende 2021 neu ausgeschrieben und die AGROLAB Lufa GmbH erhielt wieder den Zuschlag. Die jetzige Bestellung durch die BGE ist für den Zeitraum 2022 bis Ende 2025.

Die AGROLAB LUFA GmbH ist ein Labor der AGROLAB-Laborgruppe (www.agrolab.de). Die radiochemische Abteilung der AGROLAB LUFA GmbH hat eine langjährige Erfahrung in Planung und Durchführung von Umgebungsüberwachungen gem. der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI), sowie eine über 40-jährige Erfahrung bei der Umsetzung der Messungen nach § 3 des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) – mittlerweile ersetzt durch § 162 des Strahlenschutzgesetzes (StrlSchG) – einschließlich der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (AVV-IMIS). Im Zuge der Umgebungsüberwachung für das Endlager Konrad führt die AGROLAB LUFA GmbH auch die Ansprache der Landwirte und probegebenden Bürger, die Probenahmeplanung, sowie die Probenahme selbst durch.

Das Untersuchungsprogramm soll vor diesem Hintergrund Vertrauen aufbauen, ein Verhältnis zwischen Landwirt und Untersuchungsinstitut schaffen und nicht als staatliche Überwachungsmaßnahme gelten. Es geht in diesem Programm darum, Vertrauen in die Sicherheit der Nahrungsmittelproduktion und der Lebensgrundlagen im Umfeld des Endlagers Konrad zu schaffen und zu erhalten, sowie darüber hinaus ökonomische Werte und Existenzgrundlagen in der Region zu sichern.

2 Art und Umfang der Untersuchungen

2.1 Zu untersuchende Umweltmedien

Die nachfolgend aufgeführten Umweltmedien / Probenarten sind in dem Programm der ergänzenden Umgebungsüberwachung untersucht worden:

- Boden
- Bewuchs
- Mais
- Getreide
- Raps
- Zuckerrüben
- Milch
- Gemüse
- Obst
- Wasser
- Blätter/Nadeln
- Waldmeister

2.2 Untersuchungsumfang

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht zu dem Probenahmezeiträume sowie der Anzahl der jährlichen geplanten Probeentnahmen. Die tatsächliche Anzahl der Proben kann aufgrund von jährlichem Wechsel im Anbau von Kulturen und regionale Verfügbarkeit abweichen. Die Monate in denen die Proben gezogen wurden sind grau unterlegt.

Tabelle 1: Probenahmezeiträume

| Medium | Anz | Frequenz | Summe | Jan | Feb | Mär | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez |
|----------------|-----|----------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Boden | 12 | 2/a | 24 | | | | | | | | | | | | |
| Bewuchs | 12 | 2/a | 24 | | | | | | | | | | | | |
| Mais | 12 | 1/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Raps | 12 | 1/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Zuckerrüben | 12 | 1/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Getreide | 12 | 1/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Milch | 6 | 2/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Gemüse | 12 | 2/a | 24 | | | | | | | | | | | | |
| Obst | 12 | 1/a | 12 | | | | | | | | | | | | |
| Wasser | 15 | 2/a | 30 | | | | | | | | | | | | |
| Blätter/Nadeln | 16 | 1/a | 16 | | | | | | | | | | | | |
| Waldmeister | 5 | 1/a | 5 | | | | | | | | | | | | |

2.3 Probenahmepunkte

Die Probenahmepunkte sind in der Regel so ausgewählt, dass sie sich in einer Zone bis hin zu einer Entfernung von 10 Kilometern um das Endlager Konrad herum, möglichst gleichmäßig in alle Himmelsrichtungen, verteilen. In einigen Ausnahmefällen sind auch Proben etwas außerhalb der 10-km-Zone gezogen worden. Die Eignungskriterien für Proben und Probenahmeflächen sind wie folgt festgelegt:

- Bei Probenahmeflächen sind Grenzbereiche wie Straßen, Wege, Gräben ausgenommen.
- Probenahmeflächen sind möglichst eben (keine Senken, keine Abhänge).
- Bei den Probenahmeflächen sind erforderliche Mindestabstände von Hindernissen wie Gebäuden, Bäumen und Büschen eingehalten.
- Wenn möglich, sind die Probenahmepunkte mit GPS-Koordinaten eingemessen.
- Ein Teil der Proben aus den Medien Obst, Gemüse, Milch wurde nicht direkt von Feld gezogen, sondern z. B. in Hofläden gekauft oder aus Sammel tanks auf dem Hof entnommen. Die zugehörigen Probenahmepunkt koordinaten entsprechen dann dem Hofmittelpunkt.

Die Koordinaten der jeweiligen Probenahmepunkte werden in diesem Bericht, gem. Leistungsbeschreibung BGE, aus Datenschutzgründen nicht aufgeführt.

Die Proben selbst wurden gem. den „Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“ gezogen.

2.4 Probentransport

Alle Proben sind z. T. gekühlt und meist am folgenden Tag per Kurierdienst in das Untersuchungslabor nach Kiel transportiert worden.

3 Übersicht der durchgeführten Probenahmen

In 2021 sind insgesamt 176 Proben in einem Umkreis von 10 km um das Endlager Konrad gezogen worden. In folgender Tabelle sind die Probenzahlen, aufgeschlüsselt nach Umweltmedium, aufgelistet.

Tabelle 2: Probenzahlen

| Matrix | Anzahl |
|-------------------|---------------|
| Boden | 24 |
| Gemüse/Obst | 34 |
| Getreide/Raps | 21 |
| Bewuchs/Gras | 25 |
| Laub/Nadeln | 12 |
| Silomais | 13 |
| Zuckerrüben | 13 |
| Waldmeister | 3 |
| Milch | 2 |
| Wasser | 29 |
| Gesamtzahl | 176 |

4 Messverfahren

Die in der AGROLAB LUFA Kiel durchgeführten Untersuchungen zur Bestimmung der Aktivität von Beta- und Gammastrahlern erfolgten mit den allgemein anerkannten Verfahren die für die Messung von Aktivitäten verwendet werden. Die Methoden sind in den „Messanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnischen Anlagen“ des BMUV veröffentlicht.

Die Messanleitungen sind eine von den Leitstellen des Bundes erstellte und vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) herausgegebene Methodensammlung. Diese besteht aus einem Allgemeinen Teil, der die Eigenschaften für alpha-, beta- und gammastrahlende Radionuklide enthält und einem Überblick über Analysenverfahren für diese Radionuklide.

(<https://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/strahlenschutz/ionisierende-strahlung/ueberwachung-der-radioaktivitaet-in-der-umwelt/messanleitungen>)

Auf eine ausführliche Beschreibung der Messverfahren wird hier verzichtet, da die direkten Ausführungen und Messverfahren in den jeweiligen Dokumenten des BMUV detailliert beschrieben sind.

4.1 Gammaskopimetrie

Alle Proben sind zur Messung im Untersuchungslabor AGROLAB LUFA GmbH in Kiel aufbereitet worden. Die Probenaufbereitung ist je nach Probenart unterschiedlich. Die Bodenproben werden getrocknet und zerkleinert, die Pflanzenproben im Originalzustand zerkleinert und homogenisiert bevor sie für die Gammamessung in sogenannte Marinellibecher abgefüllt werden. Die zur Aktivitätsmessung benutzten Gammadetektoren sind Reinst-Germanium-Detektoren der Firma Canberra. Wasserproben werden direkt, ohne Aufbereitung, gemessen. Die gammaskopimetrische Auswertung der Spektren erfolgt mit der Software GENIE 2000 von Canberra.

Messanleitungen:

- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Bodenproben (F- γ -SPEKT-BODEN-01)
- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Pflanzenproben (Indikatoren), (F- γ -SPEKT-PFLAN-01)
- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Proben von Futtermitteln und Futtermittelrohstoffen (F- γ -SPEKT-FUMI-01)
- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Milchproben (F- γ -SPEKT-MILCH-01)
- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Lebensmitteln (E- γ -SPEKT-LEBM-01)
- Verfahren zur gammaskopimetrischen Bestimmung von Radionukliden in Oberflächenwasser (C- γ -SPEKT-OWASS-01)

4.2 Strontium-90-Bestimmung

Proben, außer Wasser, bei denen Strontium-90 (Sr-90) Bestimmungen gemacht wurden, müssen zunächst für die Messung getrocknet und verascht werden. Anschließend wird eine radiochemische Aufarbeitung der Proben zur Abtrennung des Strontium-90 sowie allen störenden Radionukliden aus der Probenmatrix durchgeführt. Die eigentliche Sr-90-Messung erfolgt dann mittels eines Flüssigszintillationszähler (LSC) der Firma Hidex.

Messanleitung:

- Moderne Routine- und Schnellmethoden zur Bestimmung von Sr-89 und Sr-90 bei der Umweltüberwachung. Publikationsreihe: Fortschritte im Strahlenschutz FS-08-147-AKU, Fachverband für Strahlenschutz e.V. Radiochemische Analytik: Kapitel 2.2.3

Vom Arbeitskreis Umweltüberwachung (AKU) des Fachverbands für Strahlenschutz (FS) wurde im Oktober 2000 beschlossen, dass im Dezember 1992 in der Loseblattsammlung des AKU (AKULBS) erschienene Lose Blatt Nr. 3.3.5 (AKU-LB) mit dem Titel „Eine Schnellmethode zur Bestimmung von Sr-90 in Umweltproben“ zu aktualisieren. Die Broschüre beschreibt u. a. die Anwendung der neueren Extraktions-Chromatographie-Verfahren für Umweltmessungen sowie den Einsatz der Low-Level- (LL)- Flüssigszintillationsspektrometrie (Liquid Scintillation Counting, LSC) alternativ zum Proportionalzählrohr.

4.3 Tritium-(H-3)-Bestimmung

Für die Bestimmung der Aktivität von Tritium (H-3) wurden die Wasserproben eingengt und ein Aliquot des Destillats mit einem Szintillations-Cocktail zu einer Messprobe vermischt. Die Messung erfolgte mittels Low-Level-Flüssigszintillationszähler (LSC) 300 SL der Firma Hidex.

Messanleitung:

- Verfahren zur Bestimmung der Tritiumkonzentration in Oberflächenwasser (C-H-3-OWASS-01)

Herausgegeben von der Leitstelle für Oberflächenwasser, Schwebstoff und Sediment in Binnengewässern -Messanleitungen Umweltradioaktivität-, Version Dezember 1993.

5 Messwerte und Ergebnisse

In 2021 wurden 176 gammaspektrometrische Messungen sowie 113 Messungen auf Betastrahler Strontium-90 durchgeführt. Weiterhin sind 29 Wasserproben zusätzlich auf Tritium (H-3) untersucht worden.

5.1 Nachweisgrenzen (NWG)

Die Nachweisgrenzen der gemessenen Radionuklide in den unterschiedlichen Probenarten sind in nachfolgender Tabelle aufgelistet und orientieren sich, soweit verfügbar, an den zu erreichenden Nachweisgrenzen der „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt (IMIS) nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz“ (AVV-IMIS).

Tabelle 3: Nachweisgrenzen

| Matrix | Nachweisgrenzen nach AVV-IMIS | |
|----------------|-------------------------------|-------|
| | Gamma-Spektrometrie* | Sr-90 |
| Einheit | Bq/kg | Bq/kg |
| Boden (TM) | 0,5 | 0,05 |
| Gemüse | 0,2 | 0,04 |
| Getreide | 0,2 | 0,04 |
| Bewuchs | 0,5 | 0,05 |
| Blätter/Nadeln | 0,5 | 0,05 |
| Mais | 0,2 | 0,04 |
| Milch | 0,2 | 0,02 |
| Obst | 0,2 | 0,04 |
| Raps | 0,2 | 0,04 |
| Wasser | 0,05 | 0,01 |
| Zuckerrüben | 0,2 | 0,04 |

* Für die Gamma-Spektrometrie sind die Nachweisgrenzen angegeben in Bq/kg bezogen auf Co-60. Mit Ausnahme des Mediums Boden bezieht sich die spezifische Aktivität der Feststoffproben auf die Frischmasse (FM).

5.2 Durchschnittswerte aller Konradproben in 2021

Durchschnittswerte aller im Programm Konrad in 2021 untersuchten Proben. Aufgeführt sind hier nur Radionuklide, die auch nachgewiesen wurden. Der Durchschnittswert wurde nur von Ergebnissen mit Werten oberhalb der NWG ermittelt.

Tabelle 4: Durchschnittswerte aller Konradproben in 2021

| Matrix | Anzahl* | Einheit | Radionuklid | | | |
|---------------|---------|---------|-------------|----------|----------|-----------|
| | | | K-40** | Cs-137** | Pb-210** | Sr-90** |
| Boden (TM) | 24 (24) | Bq/kg | 608 | 5,70 | 31,0 (3) | 1,10 (9) |
| Gemüse/Obst | 34 (31) | Bq/kg | 127 | nn | 5,6 (1) | 0,10 (14) |
| Getreide/Raps | 21 (13) | Bq/kg | 172 | nn | nn | 0,11 (13) |
| Bewuchs/Gras | 25 (4) | Bq/kg | 187 | 0,23 (4) | 19,0 (3) | 0,10 (4) |
| Laub/Nadeln | 12 (6) | Bq/kg | 135 | 0,37 (1) | 15,0 (6) | 0,34 (6) |
| Silomais | 13 (3) | Bq/kg | 117 | nn | 4,6 (2) | 0,10 (3) |
| Zuckerrüben | 13 (0) | Bq/kg | 44 | nn | nn | -- |
| Waldmeister | 3 (3) | Bq/kg | 209 | 0,16 (1) | nn | 0,62 (3) |
| Milch | 2 (0) | Bq/l | 53 | nn | nn | -- |
| Wasser | 29 (29) | Bq/l | 1,0(8) | nn | nn | 0,01 (3) |

*) Wert in Klammer gesetzt ist gleich Anzahl der Sr-90 Bestimmungen in der entsprechenden Matrix

**) Wert in Klammer gesetzt ist gleich Anzahl untersuchter Proben mit Ergebnis über der NWG. Wenn keine Klammer vorhanden ist, wurde in allen gemessenen Proben ein Ergebnis über NWG ermittelt.

nn = nicht nachgewiesen

-- = nicht untersucht

5.3 Gemessene Radionuklide

5.3.1 Kalium-40 (K-40)

Das natürliche Kalium besteht zu 0,012 % aus dem radioaktiven Isotop Kalium-40 mit einer Halbwertszeit von 1,27 Milliarden Jahren. Die Aktivität von natürlichem Kalium beträgt 32 Becquerel pro Gramm. Das im menschlichen Körper enthaltene Kalium verursacht etwa 10 % der natürlichen Strahlenexposition eines Menschen.

Folgende durchschnittliche Kalium-40 Aktivitäten finden sich z. B. in:

| | | |
|-----------------|----------|-------|
| Obst und Gemüse | 50 – 380 | Bq/kg |
| Kuhmilch | 50 | Bq/l |
| Fleisch (Rind) | 100 | Bq/kg |
| Wasser | 5 | Bq/l |

Alle in den Proben gemessenen K-40-Aktivitäten entsprechen den Durchschnittswerten und sind natürlichen Ursprungs.

5.3.2 Kobalt-60 (Co-60)

Das Kobalt-60 ist ein künstliches erzeugtes Radionuklid mit einer Halbwertszeit von 5,3 Jahren. Es findet hauptsächlich Anwendung in der Medizin und Industrie als Gammastrahlungsquelle. Zum Beispiel in der Krebstherapie oder bei der Materialprüfung.

Alle auf Kobalt-60 untersuchten Proben zeigten keine messbaren Aktivitäten. Die Nachweisgrenze für Co-60 gem. AVV-IMIS liegt bei 0,5 Bq/kg.

5.3.3 Tritium (H-3)

Tritium ist ein natürliches Isotop, das in den obersten Schichten unserer Atmosphäre durch kosmische Strahlung entsteht. Es hat eine Halbwertszeit von 12,3 Jahren. Neben dem natürlich vorhandenen Tritium stammt der weit größere Teil an Tritium in der Erdatmosphäre aus der Kernspaltung. Hier weitestgehend aus dem Fallout der Kernwaffentests in den 40er bis 70er Jahren sowie zum geringen Teil aus Ableitungen kerntechnischer Anlagen. Tritium ist nicht stark radiotoxisch, kann jedoch mit Wasser vom Körper aufgenommen und gespeichert werden. Es sind daher alle Wasserproben des Konrad Untersuchungsprogrammes auf Tritium untersucht worden.

Alle auf Tritium untersuchten Wasserproben zeigten keine messbaren Aktivitäten. Die Nachweisgrenze für Tritium ist gem. AVV-IMIS auf 10 Bq/l festgelegt.

5.3.4 Cäsium-137 (Cs-137)

Cs-137 hat eine Halbwertszeit von 30,2 Jahren und ist ein künstliches Radionuklid. Wie auch andere künstlich erzeugte Radionuklide entsteht Cs-137 als Spalt- und Aktivierungsprodukte bei der Kernspaltung von Uran-235 und Plutonium-239, darüber hinaus auch bei der Aktivierung von Materialien durch Beschuss mit Neutronen oder geladenen Teilchen. Der Großteil der heute gemessenen Aktivität von Cäsium-137 stammt zum einem aus den oberirdischen Kernwaffenversuchen in den 40er bis 70er Jahren (dabei gelangten die radioaktiven Stoffe in sehr hohe Luftschichten, wo sie global verteilt wurden) und zum anderen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl, am 26.4.1986. Cäsium verlagert sich nur langsam in tiefere Bodenschichten. Somit befindet sich sowohl das nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl, als auch das infolge der Kernwaffentests abgelagerte Cäsium-137 noch weitgehend im Oberboden oder bei bearbeiteten Böden in der entsprechenden Pflugtiefe, wobei dadurch eine Verteilung auf ein größeres Volumen die Folge ist. Die ermittelten Cäsium-137-Aktivitätswerte sind vergleichbar mit den Werten, die in diesem Programm auch in den letzten Jahren ermittelt wurden. Die IMIS-Überwachungswerte in anderen Regionen in Deutschland zeigen in etwa die gleiche Strahlenexposition.

Ein Aktivitätsbeitrag aus dem Endlager Konrad für Cs-137 ist derzeit nicht erkennbar. Die festgestellten Cs-137-Aktivitäten sind auf die Kernwaffenversuche in den 40er bis 70er Jahren sowie auf das Reaktorunglück von Tschernobyl zurückzuführen.

5.3.5 Cäsium-134 (Cs-134)

Cäsium-134 ist ein künstliches Radionuklid mit einer Halbwertszeit von etwas über 2 Jahren und somit deutlich kurzlebiger als das Cäsium-137. Die heute in der Umwelt vorhandene Cäsium-Aktivität stammt überwiegend aus den Kernwaffenversuchen der 40er bis 70er Jahre, sowie Reaktorunfällen, u. a. aus Tschernobyl. Da Cs-134 nur über eine vergleichsweise kurze Halbwertszeit verfügt, stammt heute nachgewiesenes Cs-134 aus anderen Quellen.

Bei allen untersuchten Proben wurden keine messbaren Cs-134 Aktivitäten ermittelt.

5.3.6 Strontium-90 (Sr-90)

Einige der in der Umwelt vorliegenden Radionuklide können nicht mit Hilfe der Gammastrahlung gemessen werden. Hierzu zählen unter anderem die rein betastrahlenden Radionuklide wie das Tritium ($H-3$) bzw. das Strontium-90 (Sr-90). Für die Ermittlung der Aktivität dieser Radionuklide ist die Messung der Betastrahlung erforderlich. Sr-90 ist ein Betastrahler und zerfällt mit einer Halbwertszeit von 28,8 Jahren. Nach den oberirdischen Kernwaffentests vor allem in den Jahren 1955–58 und 1961–63 stieg die Belastung der Atmosphäre mit Sr-90 stark an. Nach dem Verbot der Kernwaffenversuche sank in den folgenden Jahren die Belastung der Atmosphäre wieder deutlich. Der Eintrag durch das Reaktorunglück in Tschernobyl war im Vergleich dazu gering.

Strontium-90 ist in einigen Proben mit geringen Aktivitäten nachgewiesen worden.

Der Vergleich mit den aus dem AVV-IMIS Untersuchungsprogramm des BfS veröffentlichten Sr-90 Aktivitäten zeigt, dass die in den Proben des Konrad Untersuchungsprogrammes gefundenen Sr-90 Aktivitäten auch mit in anderen Gebieten Deutschlands vorgefundenen Aktivitäten vergleichbar und auf die Kernwaffenversuche in den 40er bis 70er Jahren sowie auf das Reaktorunglück in Tschernobyl zurückzuführen sind.

5.3.7 Blei-210 (Pb-210)

Das Bleiisotop Pb-210 entsteht aus dem Zerfall eines Isotops des Edelgases Radon ($Rn-222$), welches über eine Uran- und Radiumzerfallskette in der Erdkruste entstanden ist und als Gas in die Atmosphäre entweicht. Dort bildet sich Pb-210, welches dann mit Regenfällen ausgewaschen wird und sich in regenwassergespeisten Systemen z. B. Oberboden, Oberflächenwasser oder Pflanzen anreichert, bzw. zu finden ist. In der Nähe von Radonquellen ist daher mit höheren Pb-210-Gehalten zu rechnen.

Da Blei-210 eine Bedeutung für die Beurteilung von Ableitungen aus dem Endlager Konrad haben könnte, wurde Pb-210 auch in allen Konradproben bestimmt. Die gemessenen Aktivitäten für Pb-210 liegen in einem Bereich, der auch in anderen Teilen Deutschlands zu finden ist.

6 Zusammenfassung

In einem Umkreis von bis zu 10 km um das Endlager Konrad wurden verschiedene Umweltmedien sowie Nahrungsmittel beprobt, mit denen die Bürger der Region direkten Kontakt haben können, bzw. Handel betreiben. Zu den untersuchten Umweltmedien gehören Proben von Boden, Gras, Mais, Getreide, Raps, Zuckerrüben, Milch, diverse Obst- und Gemüsesorten, Brunnenwasser und Oberflächenwasser, Nadeln und Laub, sowie Waldmeister. Soweit vorgesehen wurden einige Probenarten zweimal jährlich, andere Probenarten nur einmal jährlich, durch die AGROLAB LUFA GmbH beprobt. Alle Proben sind in Kiel aufbereitet und gammaspektrometrisch, als auch größtenteils auf die Aktivität von Strontium-90 hin untersucht worden. Wasserproben sind darüber hinaus zusätzlich auf die Aktivität von Tritium (H-3) hin überprüft worden. In den gemessenen Proben konnten spezifische Aktivitäten von Kalium-40 (K-40), Cäsium-137 (Cs-137), Blei-210 (Pb-210) sowie von Strontium-90 (Sr-90) nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Cobalt-60 (Co-60) und Cäsium-134 (Cs-134) lagen in allen Proben unter den Nachweisgrenzen, wie auch die Tritium-(H-3)-Aktivitätskonzentrationen in den Wasserproben.

K-40 ist ein natürlich vorkommendes Isotop und welches daher überall dort anzutreffen ist wo allgemein Kalium vorhanden ist. Die Aktivitäten von Pb-210 lassen sich auf den Zerfall von natürlichem Uran (Uran-Radium-Zerfallsreihe) zurückführen. Die gefundenen Aktivitäten von Cs-137 und Sr-90 sind vergleichbar mit Werten aus den IMIS-Untersuchungen die für das gesamte Bundesgebiet vorliegen. Die Aktivitäten sind somit größtenteils auf die Kernwaffenversuche in den 40er bis 70er Jahren und auf das Reaktorunglück von Tschernobyl zurückzuführen. Ein Vergleich der Messergebnisse des Jahres 2021 mit den im Jahren 2019 und 2020 gemessenen Aktivitäten zeigt keine Auffälligkeiten. Sie liegen, bezogen auf die einzelnen Umweltmedien, in der gleichen Größenordnung.