

Radioaktivität und Strahlung in Österreich 2023

Daten und Bewertung



Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Mag. Manfred Ditto (BMSGPK), DI Wolfgang Haider (BMK), DI
Florian Smecka (AGES)

Fotonachweis:

Cover: BMK/DI Nina Cernohlawek

Portrait FBM Gewessler: BMK/Cajetan Perwein

Portrait HBM Rauch: BKA/Marcel Kulhanek

Wien, 2024. Stand: Dezember 2024

Disclaimer:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind
ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger
Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für
Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, des
Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz und der
Autoren ausgeschlossen ist.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an
v8@bmk.gv.at.

Vorwort



Leonore Gewessler

In Österreich werden Umwelt und Lebensmittel gemäß Strahlenschutzrecht systematisch auf Radioaktivität und Strahlung untersucht. Dafür sind zwei Ministerien zuständig: das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie und das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz.



Johannes Rauch

Im Auftrag dieser beiden Ministerien untersucht die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) pro Jahr rund 2.500 Umwelt- und Lebensmittelproben auf Radioaktivität. Bei diesem umfangreichen Überwachungsprogramm werden Verfahren eingesetzt, mit denen auch sehr geringe Mengen an Radioaktivität festgestellt werden können. Außergewöhnliche Messwerte meldet die AGES sofort dem zuständigen Ministerium. So können erforderlichenfalls Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung rasch ergriffen werden.

Berichte über die Ergebnisse der Überwachung auf Radioaktivität und Strahlung in Österreich gibt es seit den 1950er-Jahren. Der vorliegende Bericht schließt an die früheren an und gibt einen Überblick über diese Überwachung in Österreich im Jahr 2023. Neben exemplarischen Ergebnissen enthält er auch eine Bewertung der gesundheitlichen Relevanz der in der Umwelt und den Lebensmitteln enthaltenen Radioaktivität.

Wir wünschen eine interessante Lektüre,

Bundesministerin Leonore Gewessler und Bundesminister Johannes Rauch

Inhalt

Impressum.....	2
Vorwort.....	3
1 Überblick.....	5
1.1 Strahlenexposition in Österreich.....	6
1.2 Radonschutz in Österreich.....	9
2 Überwachung Österreichs auf radioaktive Kontamination.....	12
2.1 Umwelt.....	13
2.2 Lebensmittel.....	30
2.3 Notfallübungen.....	37
2.4 Außergewöhnliche Messergebnisse.....	39
3 Projekte.....	40
3.1 Modernisierung Messnetz Luft.....	40
3.2 Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem.....	43
4 Danksagung.....	52
5 Anhang.....	53
5.1 Informationen zu Probenahmestellen.....	53
Tabellenverzeichnis.....	59
Abbildungsverzeichnis.....	60
Literaturverzeichnis.....	61

1 Überblick

Das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) sind verantwortlich für die Überwachung der Umwelt und der Lebensmittel auf Radioaktivität und Strahlung. Dazu werden das Strahlenfrühwarnsystem und das laborgestützte Überwachungsnetz betrieben. Diese unterscheiden sich in ihrer Aufgabe, ihrer technischen Leistungsfähigkeit und ihrer Aussagemöglichkeit. Gemeinsam bilden sie ein sehr wirkungsvolles Überwachungsinstrument.

Das Strahlenfrühwarnsystem misst mittels Sonden an über 300 Orten ständig die Umgebungsstrahlung (Ortsdosisleistung). Die aktuellen Messwerte werden automatisch und unverzüglich an die Bundesstrahlenwarnzentrale weitergeleitet und dort analysiert. Dadurch werden erhöhte Messwerte sofort erkannt. Zum Strahlenfrühwarnsystem veröffentlicht das BMK auf strahlenschutz.gv.at einen eigenen Bericht.

Das laborgestützte Überwachungsnetz dient dazu, die Radioaktivität in verschiedenen Umweltmedien sowie in Lebensmitteln, Futtermitteln und Trinkwasser zu ermitteln. Die dabei eingesetzten Messmethoden ermöglichen auch den Nachweis von sehr geringen Mengen an Radioaktivität. Im Rahmen dieser Überwachung werden routinemäßig pro Jahr rund 2.500 Proben gezogen und in den Labors der AGES untersucht.

Darüber hinaus werden die Ableitungen der Nuclear Engineering Seibersdorf GmbH und des Forschungsreaktors der Technischen Universität Wien überwacht. Im Rahmen des Projektes „Beweissicherung Kernkraftwerke“ werden mögliche Einträge an radioaktiven Stoffen durch grenznahe Kernkraftwerke untersucht.

Expertinnen und Experten schätzen anhand der Ergebnisse die Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung ab und bewerten die möglichen gesundheitlichen Auswirkungen dieser Exposition.

Um für einen allfälligen radiologischen Notfall gerüstet zu sein, finden regelmäßige gemeinsame Notfallübungen der Ministerien, der Bundesländer und der AGES statt.

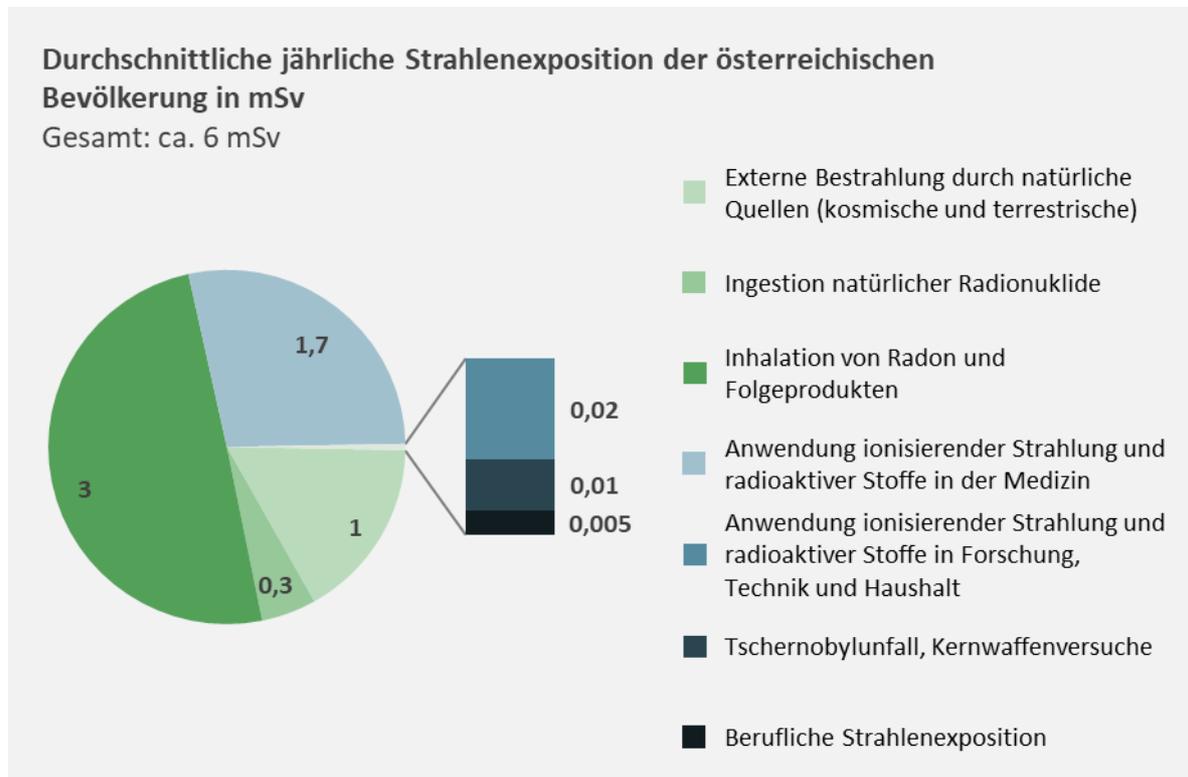
1.1 Strahlenexposition in Österreich

Die durchschnittliche Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung beträgt rund 6 mSv effektive Dosis pro Person und Jahr. Die Werte für einzelne Personen können jedoch deutlich von diesem Durchschnittswert abweichen. Der weitaus überwiegende Teil der Exposition ist auf natürliche Strahlenquellen und medizinische Anwendungen ionisierender Strahlung zurückzuführen. Im Vergleich dazu sind die Beiträge sonstiger Strahlenquellen gering.

Die Einheit Sievert

Das Sievert (Sv) ist die Einheit für die effektive Dosis, die ein Maß für das Strahlenrisiko darstellt. Ein Sievert ist eine sehr hohe Dosis. Üblicherweise vorkommende Expositionen bewegen sich im Bereich von Millisievert (mSv) oder Mikrosievert (μSv).

Abbildung 1 - Durchschnittliche jährliche Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung in mSv



Die mittlere effektive Dosis aufgrund der natürlichen Strahlenexposition beträgt ca. 4,3 mSv pro Person und Jahr. Mehr als zwei Drittel davon resultieren aus der Inhalation des radioaktiven Edelgases Radon und dessen Folgeprodukten. Die Dosis durch Radon wird fast zur Gänze durch den Aufenthalt in Gebäuden bewirkt, da sich Radon unter bestimmten Gegebenheiten in Innenräumen stark anreichern kann.

Die mittlere Jahresdosis durch Radon wird durch die mittlere Radonkonzentration in Gebäuden in Österreich, die mittlere Aufenthaltszeit in Gebäuden und den Umrechnungsfaktor von Exposition auf Dosis, den sogenannten Dosiskonversionsfaktor, bestimmt. Aufgrund neuer Daten erfolgte im Jahr 2021 eine Neuberechnung der Radondosis. Damit ergibt sich nun eine mittlere Dosis durch die Inhalation von Radon von 3,0 mSv pro Person und Jahr statt der bisherigen 1,5 mSv pro Person und Jahr. Detaillierte Informationen hierzu sind im Expertenbericht „Radon in Österreich“ (siehe Literaturverzeichnis (Gruber, Baumann, Wurm, Ringer, & Alber, 2022)) dargestellt, welcher auf [radon.gv.at](https://www.radon.gv.at) und [strahlenschutz.gv.at](https://www.strahlenschutz.gv.at) veröffentlicht wurde. Auf den genannten Seiten befindet sich auch ein Link zur interaktiven Radonkarte. Das Thema Radon wird ausführlich im nächsten Kapitel behandelt.

Knapp ein Viertel der natürlichen Strahlenexposition erfolgt über Bestrahlung von außen durch kosmische und terrestrische Strahlung.

Über Trinkwasser und Nahrung aufgenommene natürliche Radionuklide bewirken eine jährliche effektive Dosis von etwa 0,3 mSv pro Person.

Regionale Unterschiede der natürlichen Strahlenexposition

Die natürliche Strahlenexposition ist erheblichen Schwankungsbreiten unterworfen. So wird etwa in Gebieten mit besonderen geologischen Bedingungen wegen hoher Radonkonzentrationen in Gebäuden die mittlere Exposition oft bei weitem überschritten. Auch ein lokal erhöhter Gehalt an natürlichen Radionukliden im Trinkwasser kann zu einer deutlich höheren Exposition führen.

Die mittlere effektive Dosis aufgrund medizinischer Anwendungen ionisierender Strahlung beträgt ca. 1,7 mSv pro Person und Jahr. Den weitaus größten Anteil daran hat die Röntgendiagnostik, und davon wiederum die Computertomografie. Die durch

medizinische Anwendungen verursachte Exposition verteilt sich jedoch sehr ungleichmäßig auf die Bevölkerung.

Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch die Anwendung ionisierender Strahlung in verschiedenen sonstigen Bereichen (Forschung, Technik, Verbraucherprodukte etc.) ist vergleichsweise sehr gering. Eine genaue Bestimmung dieser Exposition ist kaum möglich. Im Mittel liegt sie jedenfalls deutlich unter 0,02 mSv effektive Dosis pro Person und Jahr.

Die mittlere effektive Dosis aufgrund des Reaktorunfalls von Tschernobyl und der oberirdischen Kernwaffenversuche (1945 bis 1980) beträgt mittlerweile weniger als 0,01 mSv pro Person und Jahr. Cäsium-137 aus dem Tschernobylunfall ist das einzige Radionuklid, das noch immer von gewisser Bedeutung ist. So sind etwa im Boden bestimmter Regionen Österreichs weiterhin deutlich höhere Cäsium-137-Aktivitäten als vor dem Reaktorunfall zu finden. Alle anderen Umweltmedien enthalten jedoch nur noch sehr wenig oder gar kein Cäsium-137 mehr. Im Allgemeinen ist Cäsium-137 auch in Lebensmitteln nicht oder nur in sehr geringen Mengen zu finden. Eine Ausnahme davon bilden Wild und Wildpilze, die durchaus noch höhere Cäsium-137-Werte aufweisen können. Wegen der üblicherweise geringen Verzehrsmengen ergibt sich dadurch jedoch nur eine sehr geringe Dosis.

Der Reaktorunfall von Fukushima im Jahr 2011 bewirkte in Österreich eine vernachlässigbar geringe Dosis.

Die Einheit Becquerel

Das Becquerel (Bq) ist die Einheit für die Aktivität, die ein Maß für die Menge eines radioaktiven Stoffes darstellt. Ein Becquerel entspricht einem radioaktiven Zerfall pro Sekunde.

Hauptsächlich im medizinischen Bereich, aber auch in Forschung, Industrie und Gewerbe sind strahlenexponierte Arbeitskräfte tätig. Deren Strahlenexposition wird kontinuierlich überwacht. Umgerechnet auf die Gesamtbevölkerung ergibt sich durch die berufliche Strahlenexposition eine mittlere effektive Dosis von weniger als 0,005 mSv pro Person und Jahr. Wie die medizinisch bedingte Strahlenexposition ist auch die beruflich bedingte sehr ungleichmäßig auf die Bevölkerung verteilt.

Personen, die rauchen, erhalten eine zusätzliche Inhalationsdosis durch die langlebigen Radonfolgeprodukte Polonium-210 und Blei-210 im Tabak. Die effektive Dosis liegt im Bereich von etwa 0,01 bis 0,45 mSv pro Jahr (siehe Literaturverzeichnis (Watson, 1985)).

1.2 Radonschutz in Österreich

Radon (Radon-222) ist ein radioaktives Edelgas. Es entsteht in der radioaktiven Zerfallskette von Uran (Uran-238) und kommt in allen Böden und Gesteinen vor. Im Freien verflüchtigt sich Radon schnell; dort ist es gesundheitlich unbedenklich. Durch Risse in der Fundamentplatte oder Leitungsdurchführungen kann Radon aus dem Boden in Gebäude eindringen und sich in der Raumluft ansammeln.

Die Radonkonzentration in Gebäuden ist abhängig von den lokalen Bodeneigenschaften, der Bauweise, den Baumaterialien sowie der Nutzungsweise (Lüftung etc.).

Radon und seine Folgeprodukte gelangen durch die Atmung in die Lunge. Dort zerfallen Radon und die ebenfalls radioaktiven Folgeprodukte und geben dabei Strahlung ab. Dabei wird das empfindliche Lungengewebe geschädigt und dies kann langfristig zu Lungenkrebs führen.

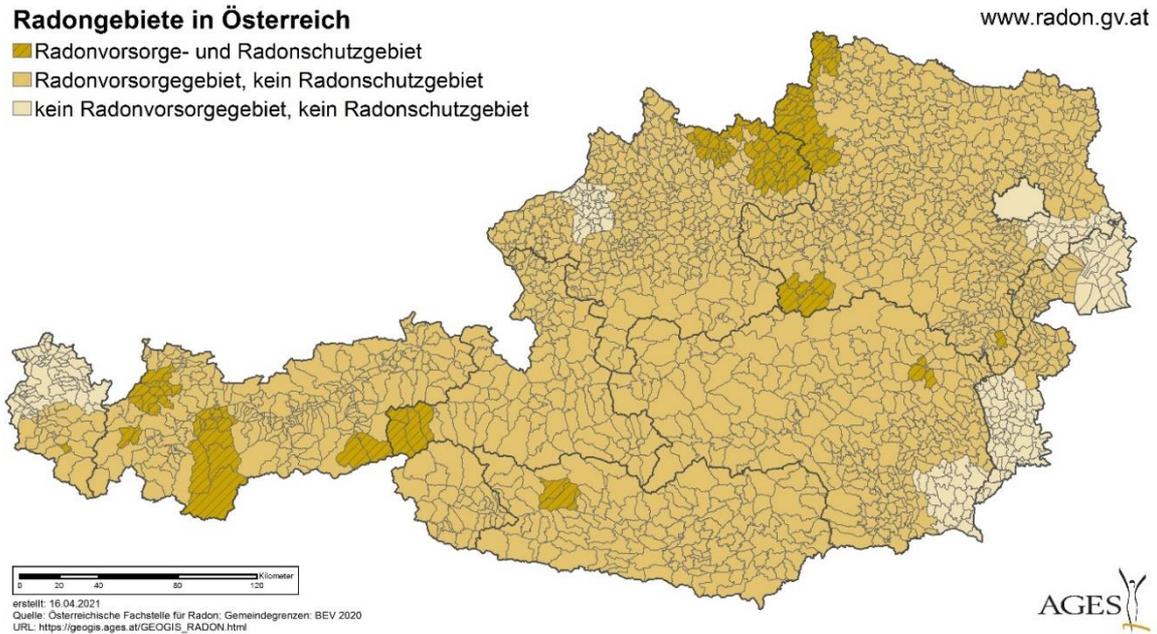
Laut Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist Radon nach dem Rauchen eine der häufigsten Ursachen für Lungenkrebs!

Wie in Kapitel 1.1 dargestellt, beträgt die Strahlenexposition durch die Inhalation von Radon und dessen Folgeprodukten in Innenräumen im Durchschnitt rund 3 mSv pro Jahr und ist damit für etwa die Hälfte der durchschnittlichen Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung verantwortlich. In Gebieten mit besonderen geologischen Bedingungen und hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden ist die Strahlenexposition durch die Inhalation von Radon und dessen Folgeprodukten jedoch deutlich höher. In Österreich werden daher schon seit vielen Jahren Maßnahmen gesetzt, um die Radonexposition zu reduzieren.

Um einen effizienten und nachhaltigen Gesundheitsschutz vor Radon zu ermöglichen, wurden auf Basis von rund 50.000 Radonmessungen in Gebäuden Radonschutzgebiete und Radonvorsorgegebiete festgelegt. Mithilfe der interaktiven [Radonkarte](#) kann leicht

festgestellt werden, in welchem Gebiet eine Gemeinde liegt. Die Radonkarte ist unter https://geogis.ages.at/GEOGIS_RADON.html abrufbar.

Abbildung 2 – Radongebiete in Österreich



In Radonschutzgebieten sind Maßnahmen zum Gesundheitsschutz von Arbeitnehmer:innen verpflichtend vorgeschrieben. Diese Maßnahmen sind im Strahlenschutzgesetz 2020 festgelegt und werden in der Radonschutzverordnung näher beschrieben.

In Radonvorsorgegebieten sind in Abhängigkeit von den jeweiligen Landesvorschriften vorbeugende Radonschutzmaßnahmen bei Neubauten vorzusehen.

Ein effizienter Radonschutz wird nur durch aktive Mitwirkung möglichst vieler Personen in unterschiedlichen Funktionen ermöglicht. Eine zentrale Maßnahme ist daher die Stärkung des Radonbewusstseins. Um eine Sensibilisierung in Bezug auf die Gefahren durch Radon zu erreichen, erfolgen unterschiedliche Aktivitäten. Zu nennen sind insbesondere

- der Betrieb einer Radoninformationsseite des Bundes (<https://www.radon.gv.at>),
- die Abhaltung von Informations- und Schulungsveranstaltungen für Behörden, Sachverständige, Arbeitgeber:innen und die Bevölkerung sowie
- die Zur-Verfügung-Stellung von Informationsmaterialien zum Thema Radon.

Darüber hinaus stellt das BMK zweimal jährlich Kontingente für kostenlose Radonmesskampagnen in Privathaushalten zur Verfügung. Die Messung der Radonkonzentration in Innenräumen ist mit einfachen Messgeräten durchzuführen. Interessierte Bewohner:innen erhalten dadurch eine zuverlässige Aussage über die Radonkonzentration in ihrem Haushalt und können bei Überschreitung des Referenzwerts Maßnahmen setzen.

Als grundlegende Leitlinie zum Schutz vor Radon in Österreich dient der nationale Radon-Maßnahmenplan, der schrittweise abgearbeitet wird. Der Fortschritt bei der Umsetzung der Maßnahmen zum Radonschutz wird jährlich in Form eines Statusberichts dokumentiert.

Zur Gewährleistung, dass die Maßnahmen zum Radonschutz effektiv geplant und umgesetzt werden, sind alle fachlichen und koordinativen Radonaktivitäten des Bundes in der bei der AGES angesiedelten Österreichischen Fachstelle für Radon gebündelt. Kernaufgabe der Fachstelle sind Tätigkeiten zur Umsetzung des nationalen Radon-Maßnahmenplanes; sie ist ferner die zentrale Anlaufstelle für alle Anliegen und Fragen rund um Radon.

Auf der Website <https://www.radon.gv.at> werden nähere Informationen zu den Radonschutzmaßnahmen in Österreich sowie generell zu Fragen betreffend Radon inklusive den Kontaktdaten der Fachstelle für Radon bereitgestellt. Im Download-Bereich der Website sind diverse Unterlagen (Radon-Maßnahmenplan, Umsetzungsberichte, Leitfäden, Broschüren etc.) abrufbar.

2 Überwachung Österreichs auf radioaktive Kontamination

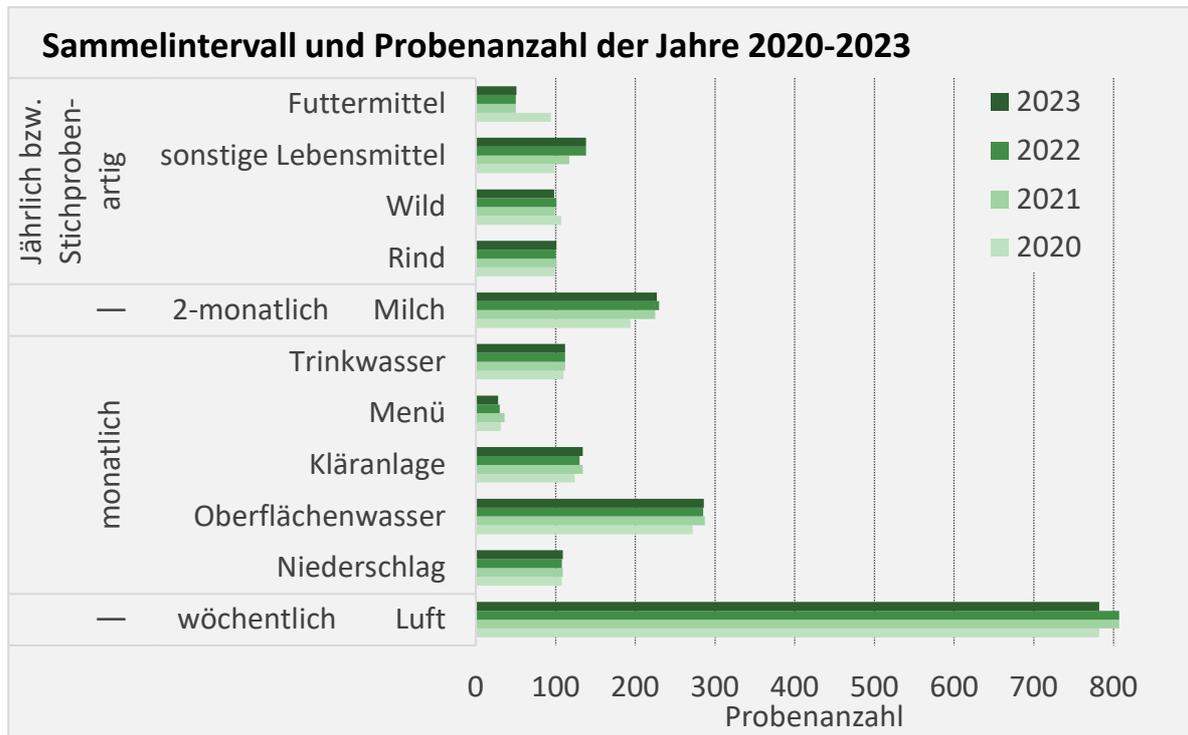
Zur Überwachung Österreichs auf radioaktive Kontamination werden ein Strahlenfrühwarnsystem und ein laborgestütztes Überwachungssystem betrieben. Das Strahlenfrühwarnsystem dient der raschen Erkennung großräumiger radioaktiver Kontaminationen. Das laborgestützte Überwachungssystem besteht aus Messlabors der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) und dient der Ermittlung der Radioaktivität in Lebensmitteln und Umweltproben. Mit den hochempfindlichen Messgeräten der AGES können auch sehr geringe Mengen an radioaktiven Stoffen nachgewiesen werden.

Im Jahr 2023 wurden von der AGES insgesamt 2.593 Proben analysiert. Von diesen Proben waren 2.066 aus der Routineüberwachung und 527 aus kontinuierlich durchgeführten Projekten (nicht in Abbildung 3 enthalten). Zu diesen Projekten zählen spezielle messtechnische Untersuchungen an der Höhenmessstelle Sonnblick und zur Beweissicherung allfälliger Immissionen aus dem Betrieb grenznaher Kernkraftwerke sowie ein Projekt zur Untersuchung von Donausedimenten (im Folgenden als "Donau-Monitoring" bezeichnet).

Die Probenahme erfolgte teilweise durch die AGES selbst, teilweise durch andere Institutionen. Detaillierte Angaben zu den Probenahmen sind in den folgenden Kapiteln und in den Anhängen zu finden. Abbildung 3 stellt die Sammelintervalle und die Anzahl der analysierten Proben für jede Probenart dar.

Bei außergewöhnlichen Messergebnissen informiert die AGES umgehend die zuständigen Ministerien. Beispiele dafür sind Radionuklide, die üblicherweise nicht in dem Medium gemessen werden, oder ungewöhnlich hohe Messwerte. Im Jahr 2023 wurden in zwei Luftfiltern (aus Klagenfurt und Innsbruck) geringe Spuren von Iod-131 nachgewiesen. Die gemessene Aktivität war aber nicht gesundheitlich relevant.

Abbildung 3 - Sammelintervall und Probenanzahl in den Jahren 2020-2023



2.1 Umwelt

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der Umweltüberwachung dargestellt und bewertet. Detaillierte Informationen zu den einzelnen Probenahmestellen befinden sich in den Anhängen: Anhang 5.1.1 für Luft, Anhang 5.1.2 für Niederschlag, Anhang 5.1.3 für Oberflächenwasser und Anhang 5.1.4 für Kläranlagen.

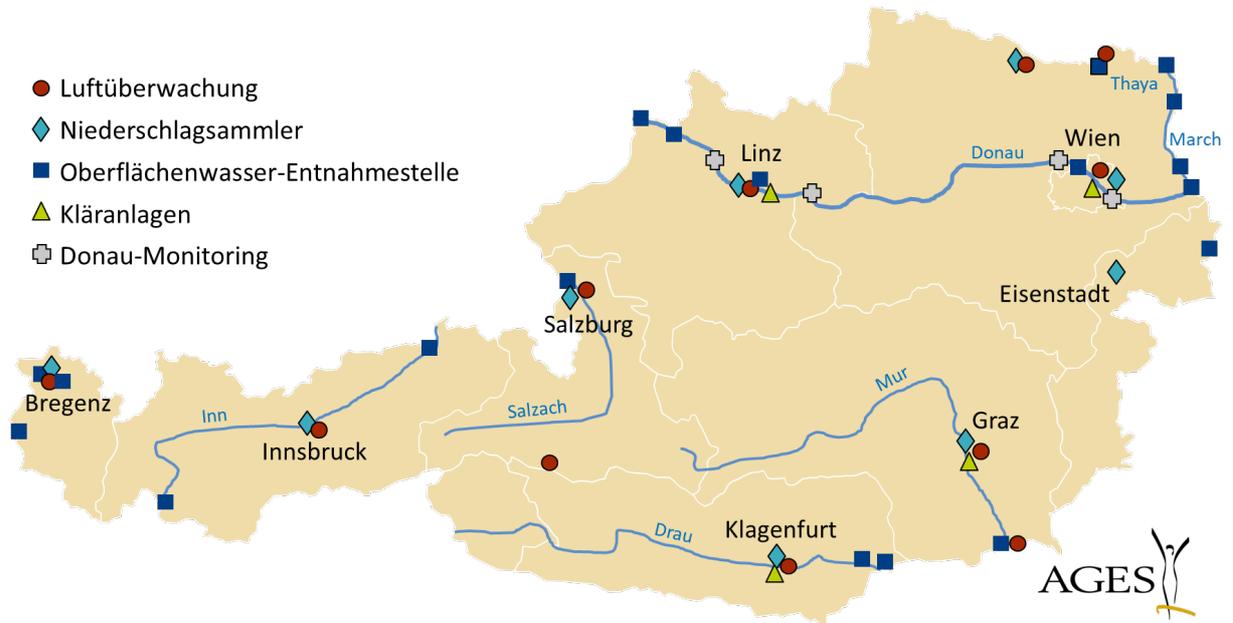
2.1.1 Probenahmestellen im Überblick

Die Probenahmestellen sind über ganz Österreich verteilt, wobei insbesondere auch grenznahe Regionen und grenzüberschreitende Gewässer berücksichtigt sind. Diese Positionierung soll eine optimale Überwachung sicherstellen. Um auch in größeren Höhen befindliche Luftmassen analysieren zu können, befindet sich ein Gerät zur Luftüberwachung auf der Forschungsstation auf dem Sonnblick in 3.100 m Seehöhe.

Insgesamt gibt es neun Niederschlagsammler, 19 Oberflächenwasser-Entnahmestellen und elf Messstationen für die Luftüberwachung. Außerdem werden vier Kläranlagen regelmäßig beprobt und an vier Standorten von Wasserkraftwerken Proben für das

Donau-Monitoring entnommen. Abbildung 4 stellt die geografische Verteilung der Probenahmestellen dar.

Abbildung 4 - Probenahmestellen für Umweltproben im Überblick



2.1.2 Luft

Die Probenahme im Rahmen der Luftüberwachung erfolgt überwiegend mit Aerosolsammlern, da in der Luft die meisten radioaktiven Stoffe an Aerosole gebunden sind. Außerdem werden an einigen Standorten spezielle Geräte betrieben, um auch gasförmige Radionuklide, wie etwa radioaktives Iod, nachweisen zu können.

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 1.110 Proben für die Luftüberwachung gesammelt und analysiert, davon 782 im Rahmen des regulären Monitoring-Programms und 328 Proben im Rahmen eines Spezialprojekts an der Höhenmessstelle Sonnblick.

Aerosolsammler

Aerosolsammler saugen Luft durch einen Filter. Tröpfchen oder Partikel, die in der Luft vorhanden sind (Aerosole), bleiben im Filter hängen und sammeln sich dort.

In der Luft werden typischerweise Radonfolgeprodukte und kosmogene Radionuklide nachgewiesen. Kosmogene Radionuklide werden durch die kosmische Strahlung in der Atmosphäre erzeugt. Das bedeutendste davon ist Beryllium-7. Abbildung 5 zeigt exemplarisch den Verlauf der Beryllium-7-Aktivitätskonzentration für Klagenfurt. Der ersichtliche jahreszeitliche Gang ist vor allem von meteorologischen Faktoren abhängig.

Neben den natürlichen Radionukliden wird regelmäßig auch das künstliche Radionuklid Cäsium-137 in der Luft nachgewiesen, das großteils aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl stammt. Abbildung 6 zeigt exemplarisch den Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration für Klagenfurt. Der Verlauf zeigt neben einer stetigen Abnahme auch eine jahreszeitliche Schwankung. Die höheren Werte in den Wintermonaten sind unter anderem durch meteorologische Faktoren bedingt (beispielsweise austauscharme Wetterlagen).

Die Aktivitäten der regelmäßig in der Luft vorkommenden Radionuklide bewegten sich im Bereich der letzten Jahre. Neben diesen regelmäßig in der Luft vorkommenden Radionukliden wurden im Jahr 2023 zweimal geringe Spuren von Iod-131 festgestellt, je einmal in einem Luftfilter aus Klagenfurt und Innsbruck. Näheres dazu ist in Abschnitt 2.4 zu finden.

Abbildung 5 - Verlauf der Beryllium-7-Aktivitätskonzentration (Wochenwerte) in Aerosolen während der Jahre 2020 bis 2023 an der Sammelstelle Klagenfurt

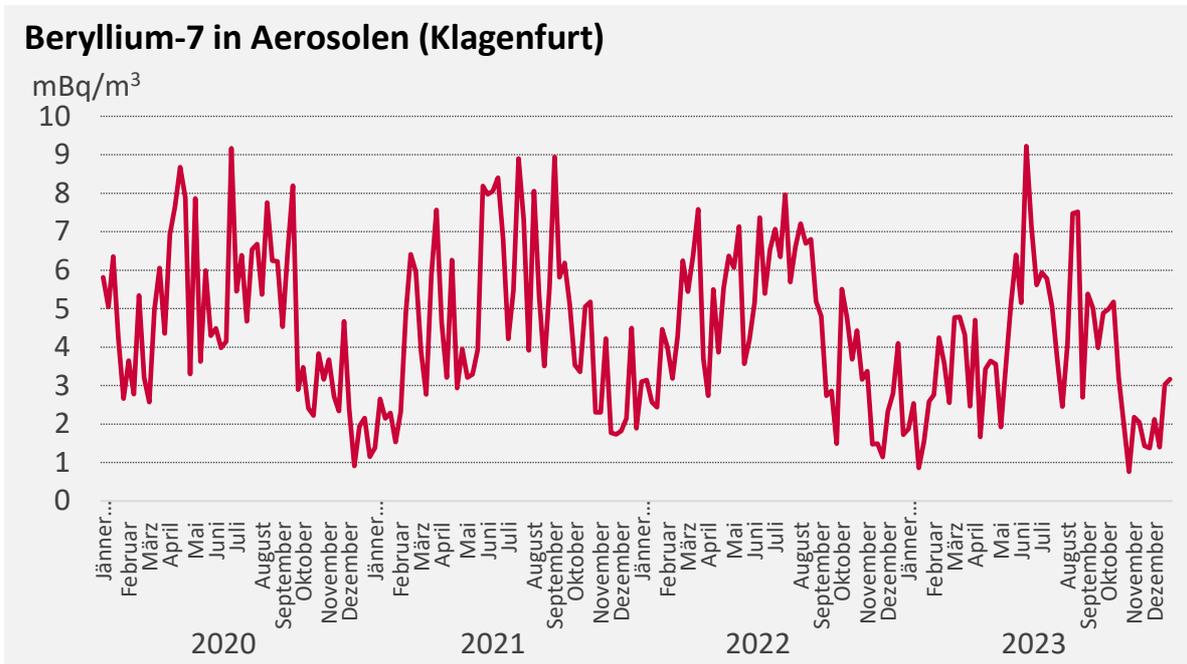
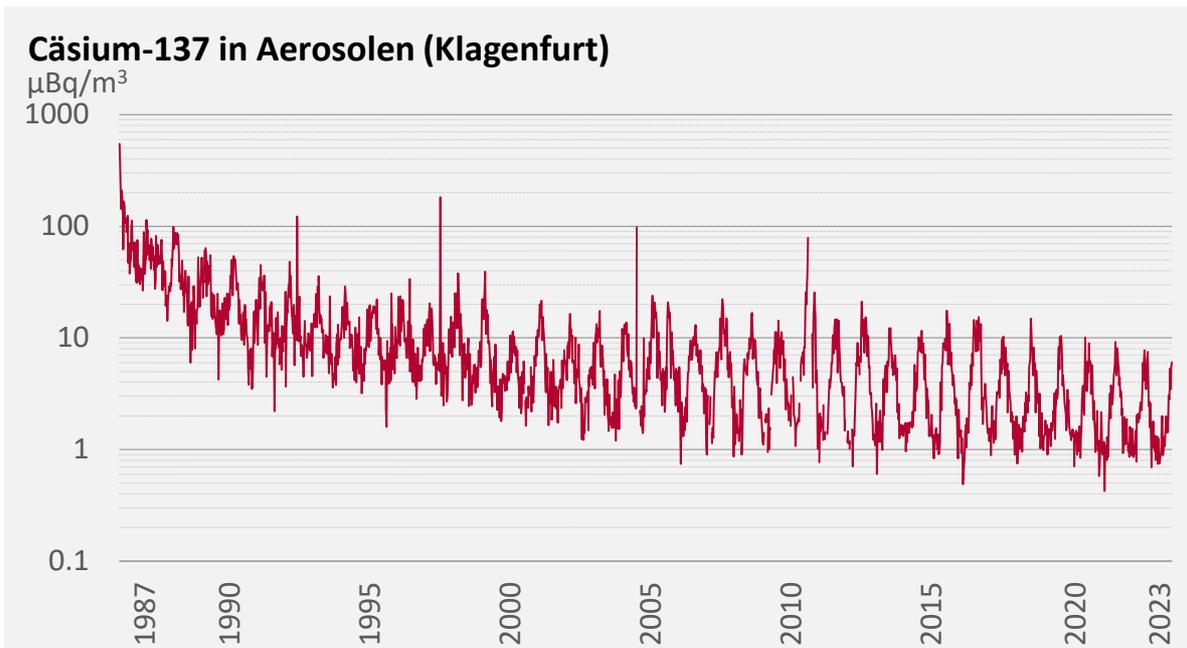


Abbildung 6 - Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration (Wochenwerte) in Aerosolen während der Jahre 1987 bis 2023 an der Sammelstelle Klagenfurt (log. Skala)



Gesundheitliche Bewertung Luft

Im Berichtszeitraum wurden in der Luft keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.1.3 Niederschlag

Für die Probenahme sind Sammler mit Auffangflächen von 1.000 cm² beziehungsweise 10.000 cm² im Einsatz.

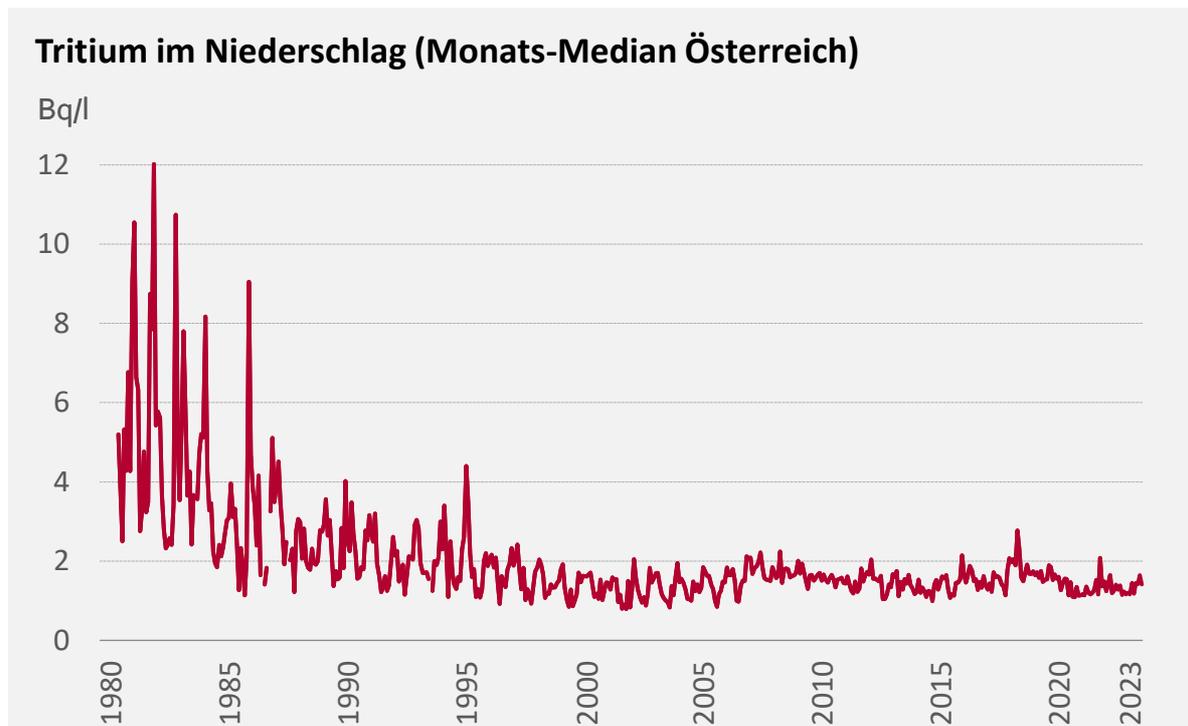
Im Jahr 2023 wurden insgesamt 109 Niederschlagsproben gesammelt und analysiert.

Im Niederschlag werden typischerweise die Radionuklide Tritium, Beryllium-7 und Cäsium-137 nachgewiesen. Abbildung 7 zeigt den Verlauf der Tritium-Aktivitätskonzentration im Niederschlag.

Natürliches und künstliches Tritium

Das heute in der Umwelt vorhandene Tritium ist teilweise kosmogenen, teilweise künstlichen Ursprungs. Die atmosphärischen Kernwaffenversuche der 1950er und 1960er Jahre sind die Hauptquelle für den künstlichen Anteil.

Abbildung 7 - Tritium-Aktivitätskonzentration im Niederschlag während der Jahre 1980 bis 2023 (Mediane)



Das regelmäßig im Niederschlag nachgewiesene Cäsium-137 stammt größtenteils aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl. Im Jahr 2023 lagen 12 Messwerte über der Nachweisgrenze. Der höchste Messwert betrug 0,15 Bq/m² (Salzburg, Juli 2023), der Median lag bei 0,03 Bq/m². Die gemessenen Werte bewegten sich damit im Bereich der letzten Jahre.

Gesundheitliche Bewertung Niederschlag

Im Berichtszeitraum wurden im Niederschlag keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.1.4 Oberflächenwasser

Die Proben werden im Allgemeinen monatlich als Stichproben entnommen. Zusätzlich erfolgen bei einigen Flüssen Probenahmen mit automatischen Sammelgeräten. Mit diesen werden einen Monat lang in regelmäßigen Zeitabständen Proben entnommen, die zu einer Gesamtprobe vereint werden. Dies kommt einer kontinuierlichen Probenahme sehr nahe.

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 286 Oberflächenwasserproben gesammelt und analysiert. Im Oberflächenwasser werden typischerweise die Radionuklide Tritium, Beryllium-7, Kalium-40 und Cäsium-137 nachgewiesen. Kalium-40 ist ein natürliches Radionuklid mit einer sehr langen Halbwertszeit, das bereits bei der Entstehung des Sonnensystems existierte (primordiales Radionuklid).

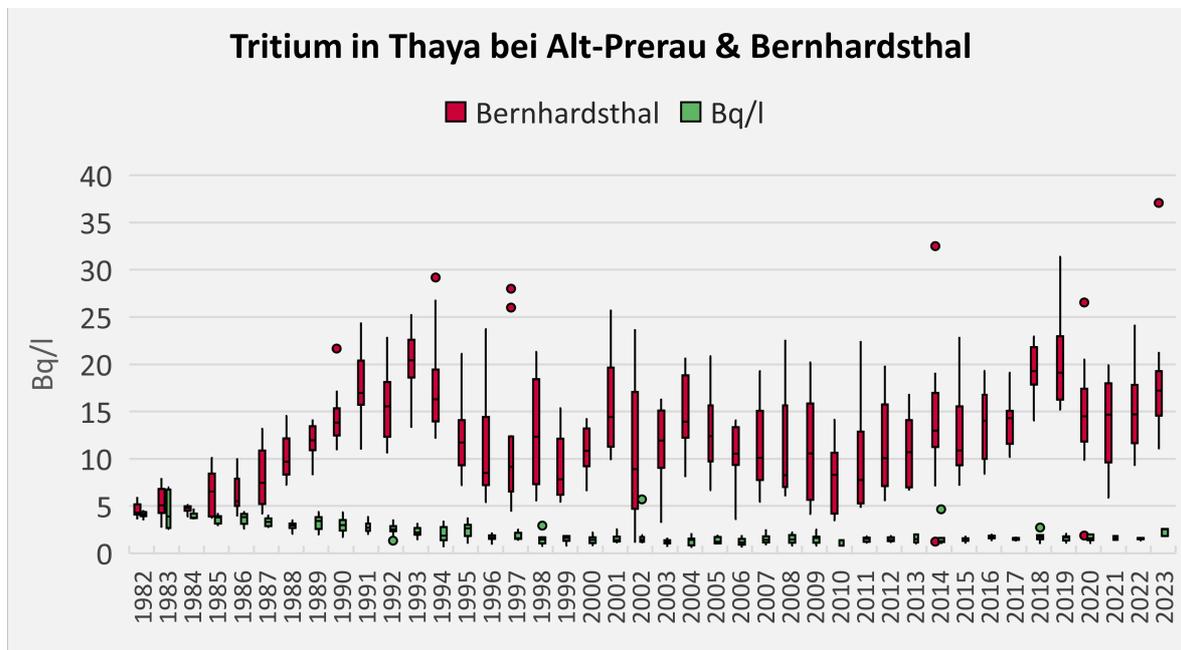
Abbildung 8 zeigt den Verlauf der Tritium-Aktivitätskonzentration an zwei Probenahmestellen an der Thaya. Dabei sind die monatlichen Messwerte jahresweise zusammengefasst. Dies ermöglicht einen guten Überblick über den Streubereich der Messwerte.

Seit etwa Mitte 1985 werden an der Probenahmestelle Thaya/Bernhardsthal erhöhte Tritium-Aktivitätskonzentrationen festgestellt. Erhöhte Werte weist seither auch die March auf, in die die Thaya mündet. Durch die zunehmende Verdünnung mit Wasser aus Zuflüssen nehmen die Konzentrationen jeweils flussabwärts ab. An der flussaufwärts gelegenen Probenahmestelle Thaya/Alt-Prerau werden jedoch keine erhöhten Tritiumwerte registriert.

Nach Alt-Prerau verlässt die Thaya Österreich und fließt bis Bernhardsthal auf tschechischem Gebiet. Sie wird dort unter anderem vom Fluss Jihlava gespeist, an dessen Oberlauf das Kernkraftwerk Dukovany liegt. Deshalb wird die Ursache in der Tschechischen Republik vermutet.

Die Aktivitäten der regelmäßig in Oberflächenwässern vorkommenden Radionuklide entsprachen dem langjährigen Durchschnitt.

Abbildung 8 - Verlauf der Tritium-Aktivitätskonzentration (Monatswerte jahresweise als Boxplot) in der Thaya bei Alt-Prerau beziehungsweise bei Bernhardsthal während der Jahre 1982 bis 2023



Gesundheitliche Bewertung Oberflächenwasser

Im Berichtszeitraum wurden im Oberflächenwasser keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.1.5 Boden

Durch den Reaktorunfall von Tschernobyl kam es zu einer weiträumigen Verbreitung von verschiedenen Radionukliden mit der Luftströmung. Die in der Luft befindlichen Radionuklide wurden im Wesentlichen durch die Niederschläge auf den Erdboden ausgewaschen. In erster Linie war daher die jeweilige Niederschlagsituation während des Durchzugs der radioaktiv kontaminierten Luftmassen ausschlaggebend für das Ausmaß der regionalen Bodenkontamination. Von den damals deponierten Radionukliden ist heute nur noch Cäsium-137 von gewisser Bedeutung.

Österreichische Cäsiumkarte

In den Jahren 1994 und 1995 sammelten das damalige Bundesministerium für Gesundheit und Konsumentenschutz gemeinsam mit dem Umweltbundesamt alle bis dahin verfügbaren Daten über die Deposition von Cäsium-137 in Österreich. Die Daten wurden in Form einer „Cäsium-Karte“ Österreichs zusammengefasst (siehe Literaturverzeichnis (P. Bossew, 1996)). Die Daten flossen in den Europäischen Tschernobyl-Atlas ein.

Aufgrund der damaligen meteorologischen Bedingungen zählt Österreich zu den am stärksten vom Tschernobylunfall betroffenen Ländern. Als mittlere Flächendeposition wurde für Cäsium-137 ein Wert von 21 kBq/m² ermittelt. Die Spitzenwerte lagen knapp über 150 kBq/m². Seither nehmen diese Werte entsprechend dem radioaktiven Zerfall von Cäsium-137 kontinuierlich ab. Im Berichtszeitraum lagen sie bei etwa der Hälfte der ursprünglichen Werte.

2.1.6 Futtermittel

Futtermittel enthalten organische und mineralische Anteile. Da sie einen wesentlichen Teil der Nahrungskette ausmachen, werden Futtermittel regelmäßig auf radioaktive Stoffe untersucht. Die Probenahme erfolgt stichprobenartig.

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 50 Proben von Futtermitteln untersucht. Der Schwerpunkt lag auf pflanzlichen Einzelfuttermitteln und Geflügel-Mischfutter.

Organische Futtermittel enthalten einen beträchtlichen Anteil an Kalium. Kalium besteht zu 0,012 % aus dem natürlichen Radionuklid Kalium-40. Getrocknete pflanzliche Bestandteile können bis zu 1.000 Bq/kg Kalium-40 enthalten.

In anorganischen Futtermitteln liegt Kalium-40 nur in sehr geringen Konzentrationen vor.

In Mischfuttermitteln mit mineralischen/phosphathaltigen Zusätzen können auch andere natürliche Radionuklide enthalten sein. In einer Mischfuttermittel-Probe aus der Geflügelmast wurde zum Beispiel Radium-226 mit rund 40 Bq/kg nachgewiesen.

Von den künstlichen Radionukliden ist nur noch Cäsium-137 vereinzelt in Proben enthalten. Im Berichtszeitraum wurde Cäsium-137 in drei getrockneten Futtermitteln auf Pflanzenbasis mit bis zu 1,4 Bq/kg nachgewiesen.

Die Aktivitäten der im Berichtszeitraum in den beprobten Futtermitteln nachgewiesenen Radionuklide bewegten sich im Bereich der letzten Jahre.

Gesundheitliche Bewertung Futtermittel

Im Berichtszeitraum wurden in Futtermitteln keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.1.7 Kläranlagen

Die Proben werden im Allgemeinen monatlich als Stichproben entnommen. Zusätzlich erfolgt beim Zu- und Ablauf der Kläranlage Linz-Asten eine Probenahme mit automatischen Sammelgeräten. Mit diesen werden einen Monat lang in regelmäßigen Zeitabständen Proben entnommen, die zu einer Gesamtprobe vereint werden. Dies kommt einer kontinuierlichen Probenahme sehr nahe.

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 134 Proben zur Überwachung von Kläranlagen gesammelt und analysiert.

Im Abwasser beziehungsweise im Klärschlamm der beprobten Kläranlagen wurden neben Tritium, Beryllium-7, Kalium-40 und Cäsium-137 auch Radionuklide nachgewiesen, die in der Nuklearmedizin zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken eingesetzt werden und primär über Ausscheidungen der Patientinnen/Patienten in die Kläranlagen gelangen. Im Berichtszeitraum waren dies: Gallium-67, Iod-123, Iod-131, Indium-111, Lutetium-177, Technetium-99m, Thallium-201 und Thallium-202.

Die Aktivitäten der im Berichtszeitraum in den beprobten Kläranlagen nachgewiesenen Radionuklide bewegten sich im Bereich der letzten Jahre.

Gesundheitliche Bewertung Kläranlagen

Im Berichtszeitraum wurden in Kläranlagen keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

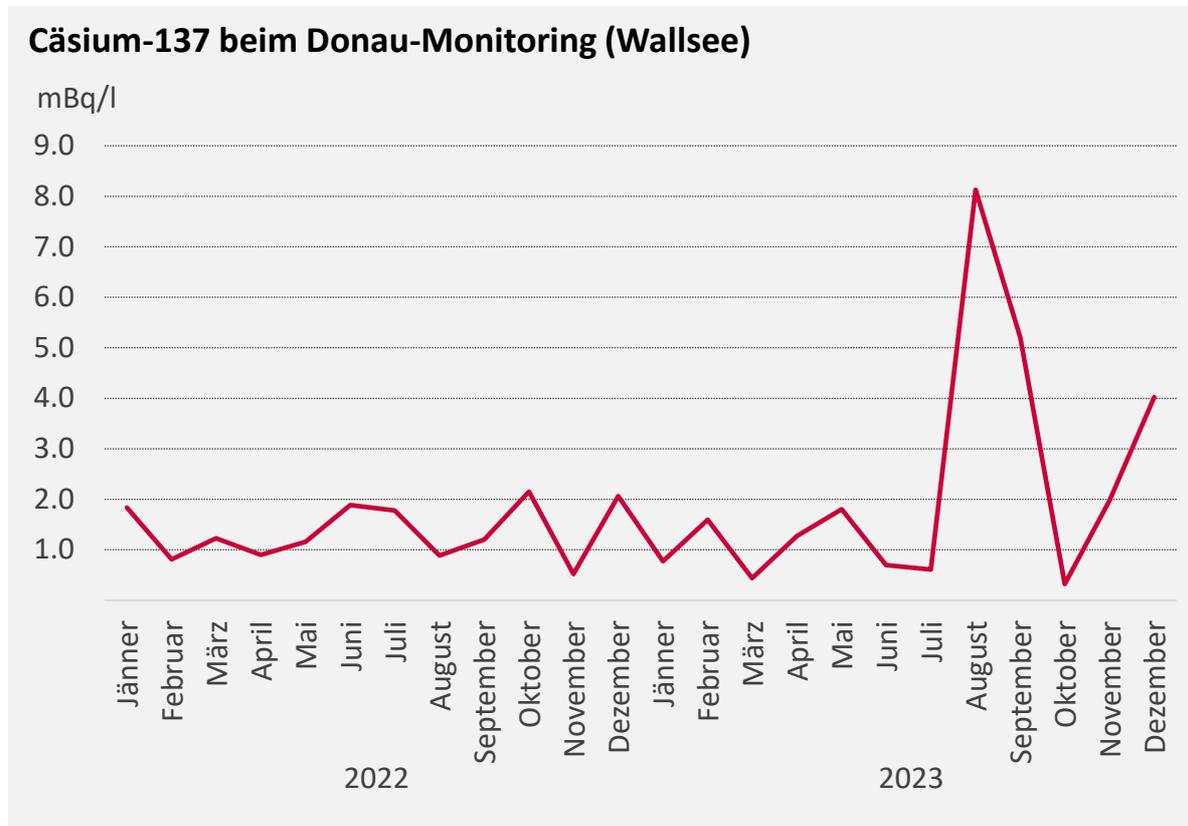
2.1.8 Donau-Monitoring

Die Proben des Donau-Monitorings werden an Standorten von Wasserkraftwerken an der Donau kontinuierlich von der Verbund Hydro Power GmbH (Freudenau, Wallsee, Greifenstein und Aschach) gesammelt und dann an die via donau - Österreichische Wasserstraßen-Gesellschaft mbH zur Analyse verschiedener Parameter übermittelt. Die AGES erhält dann die filtrierten und getrockneten Wasserrückstände zur Radioaktivitätsmessung.

Im Jahr 2023 wurden insgesamt 48 Donau-Monitoring-Proben gesammelt und mittels Gammaskpektrometrie auf Radioaktivität analysiert.

In 34 Proben wurde Cäsium-137 nachgewiesen. Der höchste Messwert betrug 13,2 mBq/l (Freudenau, September 2023), der Median lag bei 2 mBq/l. Abbildung 9 zeigt den Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration an der Sammelstelle Wallsee.

Abbildung 9 – Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration (Monatswerte) beim Donau-Monitoring in den Jahren 2022 und 2023 an der Sammelstelle Wallsee



Höhere Cäsium-137-Werte werden üblicherweise bei höheren Durchflussmengen der Donau festgestellt. Bei einem höheren Wasserdurchfluss transportiert die Donau pro Liter mehr Sediment, an dem Cäsium-137 haftet. Im August und September 2023 gab es überdurchschnittlich viel Niederschlag und daher einen höheren Wasserdurchfluss in der Donau. Es wurden höhere Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in diesem Zeitraum gemessen.

Zusätzlich zu den gammaspektrometrischen Untersuchungen werden Jahresmischproben (Wallsee und Aschach) bzw. Zweimonatsmischproben (Greifenstein und Freudenau) auf Strontium-90 und Plutonium (Plutonium-238, Plutonium-239 und Plutonium-240) untersucht. Die Messung erfolgt nach radiochemischer Vorbereitung mittels LSC (liquid scintillation counter) und Alpha-Spektrometrie.

Im Jahr 2023 wurde in den Proben kein Strontium-90 nachgewiesen. Plutonium-239 und -240 wurde zweimal in geringen Spuren gemessen (in Freudenau im März/April 2023 0,041 mBq/l und im Juli/August 0,038 mBq/l).

Die Aktivitäten der im Berichtszeitraum nachgewiesenen Radionuklide bewegten sich im Bereich der aus der Literatur bekannten Werte.

Gesundheitliche Bewertung Donau-Monitoring

Im Berichtszeitraum wurden beim Donau-Monitoring keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.1.9 Anlagenüberwachung

Der Betrieb von Anlagen mit radioaktiven Ableitungen bedarf einer behördlichen Bewilligung und unterliegt einer regelmäßigen behördlichen Kontrolle. Die radioaktiven Ableitungen solcher Anlagen mit der Abluft oder dem Abwasser sind reglementiert.

Emission und Immission

Unter Emissionen versteht man hier die Ableitung radioaktiver Stoffe aus der Anlage mit dem Abwasser oder der Abluft. Immissionen bedeuten hier radioaktive Stoffe in der Umwelt (Luft, Oberflächenwasser, Sedimente, Bewuchs etc.) durch Emissionen dieser Anlagen.

Die Anlagen von Nuclear Engineering Seibersdorf (NES) zur Entsorgung von radioaktiven Abfällen sowie des Forschungsreaktors der Technischen Universität Wien unterliegen einer kontinuierlichen Überwachung durch die Betreiber. Zusätzlich erfolgt eine stichprobenartige Kontrolle der Ableitungen durch die AGES als unabhängige Messstelle. Die AGES untersucht dabei sowohl Emissionsproben als auch Immissionsproben auf Radioaktivität.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen, dass im Berichtszeitraum die zulässigen Ableitungswerte bei beiden Anlagen eingehalten wurden. In den Immissionsproben wurden keine erhöhten Aktivitätskonzentrationen von künstlichen Radionukliden festgestellt.

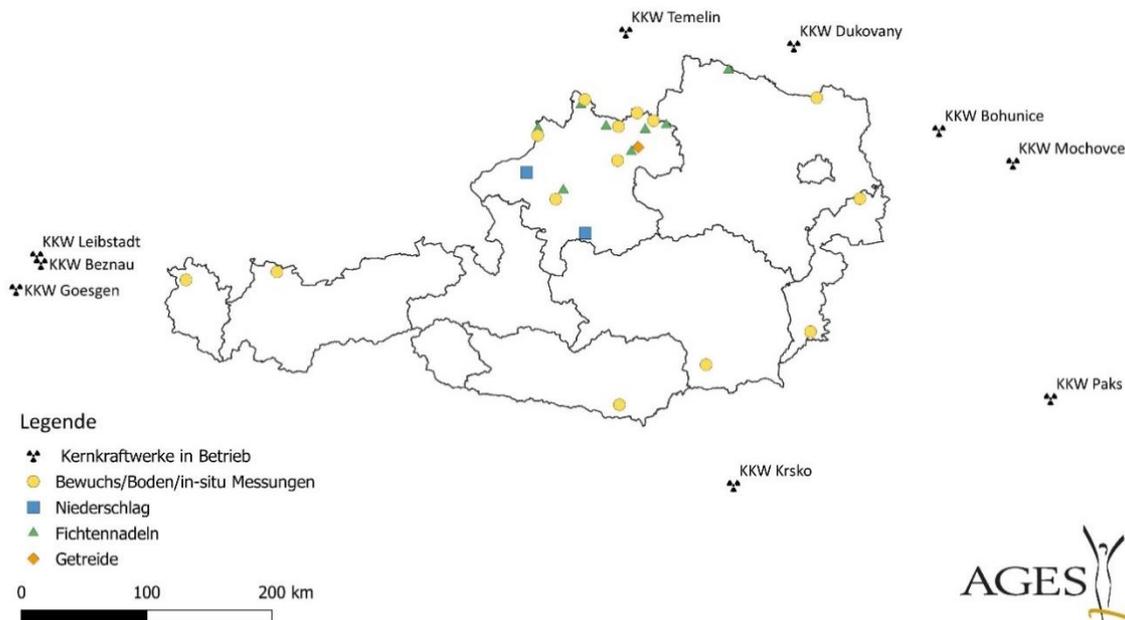
Im Rahmen der Anlagenüberwachung werden auch vor und nach der Einleitungsstelle der Abwässer entnommene Sedimentproben untersucht. Diese Proben weisen neben natürlichen Radionukliden auch Cäsium-137 auf, das allerdings aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl stammt.

2.1.10 Beweissicherung Kernkraftwerke

Viele Nachbarstaaten Österreichs betreiben Kernkraftwerke. Regelmäßige Messungen dienen dem Nachweis allfälliger Immissionen aufgrund von grenznahen Anlagen. Die Probenahmestellen für die verschiedenen Probenarten sind über das gesamte Bundesgebiet verteilt (Abbildung 10). Zusätzlich werden jährlich Vor-Ort-Messungen mit mobilen Gamma-Spektrometern an allen Bewuchs- und Bodenprobenahmestellen durchgeführt (in-situ-Messungen). In regelmäßigen Abständen werden zudem Tiefenprofile entnommen, um das längerfristige Verhalten verschiedener Radionuklide im Boden - insbesondere von Cäsium-137 aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl - beobachten zu können. Das Projekt stellt gleichzeitig eine gute Vorbereitung auf einen radiologischen Notfall dar, da dabei Probenahmen und Messungen regelmäßig geübt werden.

Abbildung 10 - Probenahmestellen des Projekts "Beweissicherung Kernkraftwerke"

Probenahmestellen Beweissicherung Kernkraftwerke



Entstehung des Projekts „Beweissicherung Kernkraftwerke“

Bereits im Jahr 1992 wurde das Untersuchungsprogramm „Beweissicherung Kernkraftwerk Temelín“ ins Leben gerufen. Die AGES führte in Kooperation mit dem Land Oberösterreich Messungen durch. 2016 wurde das Projekt um weitere Probenahmestellen in anderen Bundesländern erweitert.

Im Berichtszeitraum wurden keine neuen Einträge durch Kernkraftwerke festgestellt. Neben natürlichen Radionukliden wurde auch Cäsium-137 aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl nachgewiesen.

2.2 Lebensmittel

In Österreich gibt es seit dem Reaktorunfall von Tschernobyl eine routinemäßige Überwachung der Lebensmittel und der landwirtschaftlichen Produkte auf Radioaktivität. In den folgenden Abschnitten wird ein Überblick über den aktuellen Stand des Überwachungsprogramms und die Ergebnisse gegeben.

Abbildung 11 - Probenahmestellen für Trinkwasser und Milchtouren



Routineprogramm Lebensmittelüberwachung

Nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl wurde das Programm zur routinemäßigen Überwachung von Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten eingeführt. Während ursprünglich vor allem die Grenzwertkontrolle im Vordergrund stand, dient das Programm seit einiger Zeit primär der Trenderkennung und der Beweissicherung.

Wie in den Umweltmedien ist auch in den Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten der Gehalt an natürlichen Radionukliden im Allgemeinen wesentlich höher als jener an künstlichen. Von den natürlichen Radionukliden tragen vor allem Kalium-40 sowie die langlebigen Radonfolgeprodukte Blei-210 und Polonium-210 zur Ingestionsdosis bei.

Von den künstlichen Radionukliden spielt nur noch Cäsium-137 aus dem Tschernobylunfall eine gewisse Rolle. In geringen Mengen ist auch noch Strontium-90 in Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten zu finden. Strontium-90 stammt überwiegend aus den oberirdischen Kernwaffentests der 1950er- und 1960er-Jahre.

Die meisten Lebensmittel und landwirtschaftlichen Produkte enthalten nur noch geringe Mengen an Cäsium-137. Eine Ausnahme davon bilden jedoch einige Waldprodukte wie bestimmte Pilze und Wild, in denen noch immer vergleichsweise hohe Cäsium-137-Werte zu finden sind. Der Grund dafür ist, dass in Waldböden Cäsium-137 stärker für die Aufnahme durch Bodenorganismen, Pilze und Pflanzen verfügbar ist als in landwirtschaftlich genutzten Böden. Wegen der üblicherweise geringen Verzehrsmengen an Wildpilzen und Wildfleisch ergibt sich durch die höheren Cäsium-137-Werte jedoch nur eine sehr geringe Dosis.

2.2.1 Milch

Es wird hauptsächlich Rohmilch aus festgelegten Sammeltouren in Intervallen von zwei Monaten untersucht. Die Probenahme erfolgt in Molkereien.

Ergänzend wird Auslieferungsmilch aus der Molkerei Maishofen auf Cäsium-137 sowie Milch aus dem Handel auf Cäsium-137 und Strontium-90 untersucht. Dazu wird immer das gleiche Produkt beprobt.

Abbildung 12 zeigt den zeitlichen Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Rohmilch aus der Sammeltour Flachau-Wagrain seit 1988. Daraus ist ersichtlich, dass seither die Cäsium-137-Werte auf unter ein Fünfzigstel der Ausgangswerte zurückgegangen sind. Die in den Sommermonaten auftretenden Spitzen sind auf Zumischungen von stärker kontaminierter Almmilch zurückzuführen.

Abbildung 13 zeigt die regionale Verteilung von Cäsium-137 in der Rohmilch. Das Kontaminationsmuster entspricht erwartungsgemäß im Wesentlichen der Deposition von Cäsium-137 nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl. Höhere Werte finden sich in der Regel nur noch in Rohmilch aus der Tauernregion.

Abbildung 12 - Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Rohmilch aus der Sammeltour Flachau-Wagrain

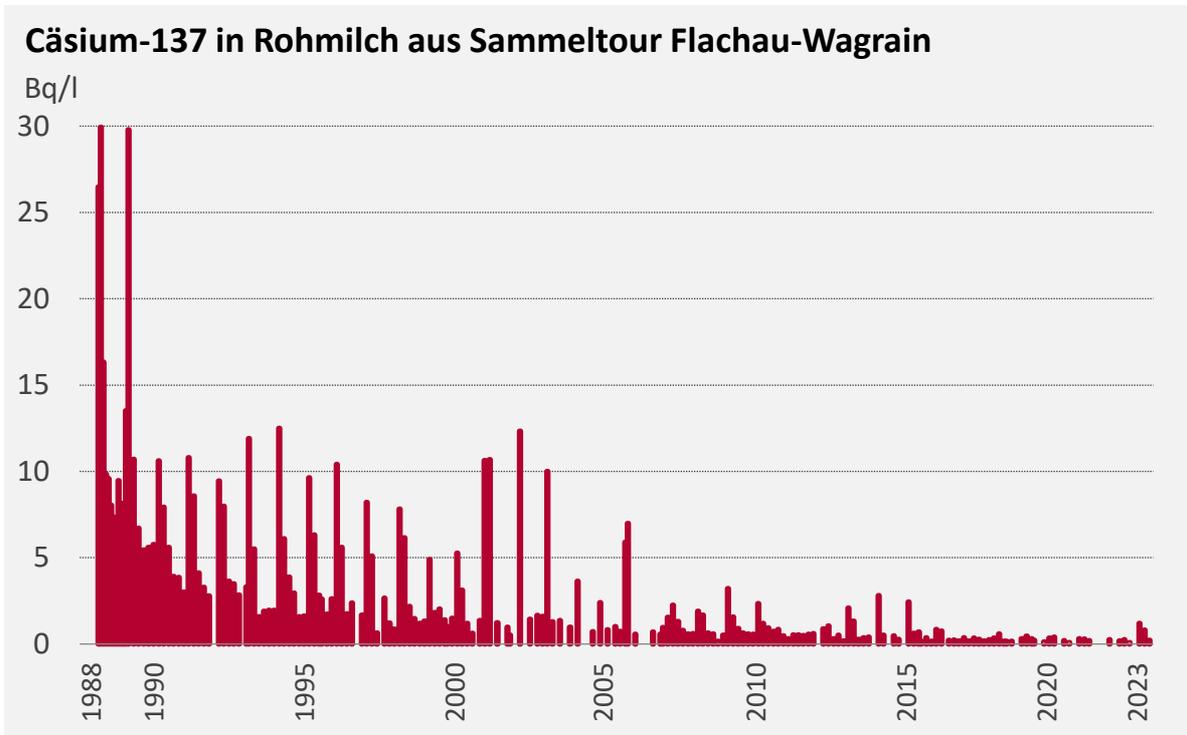


Abbildung 13 - Regionale Verteilung von Cäsium-137 in der Rohmilch für das Jahr 2023

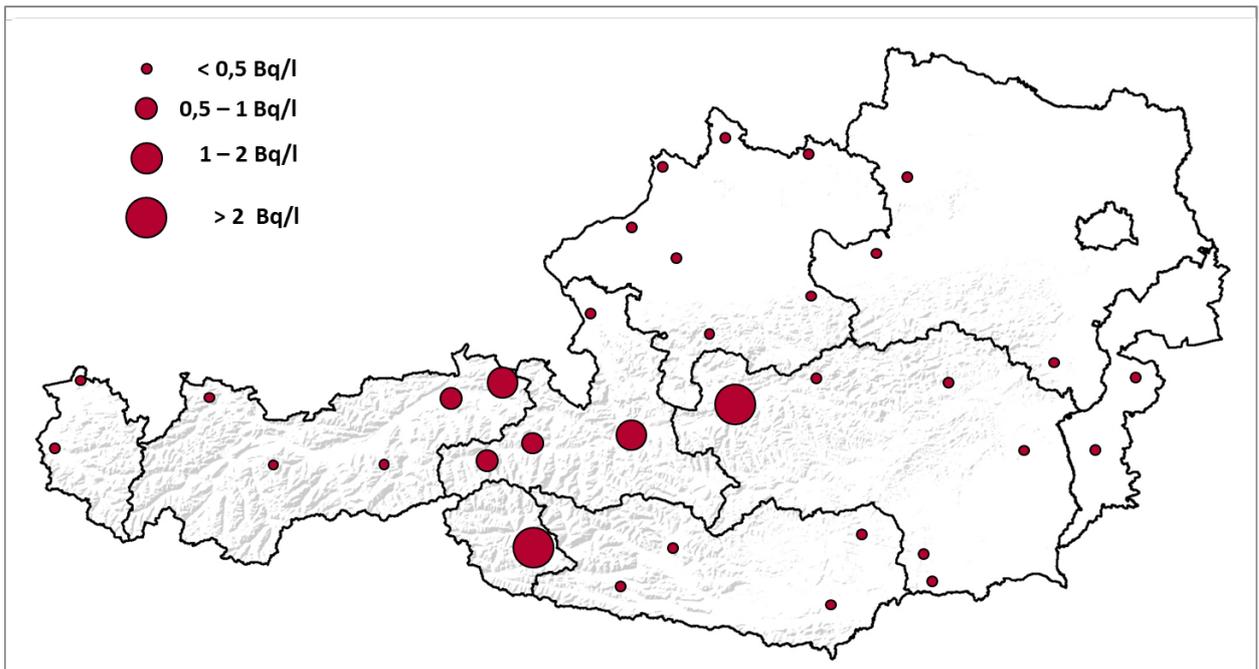
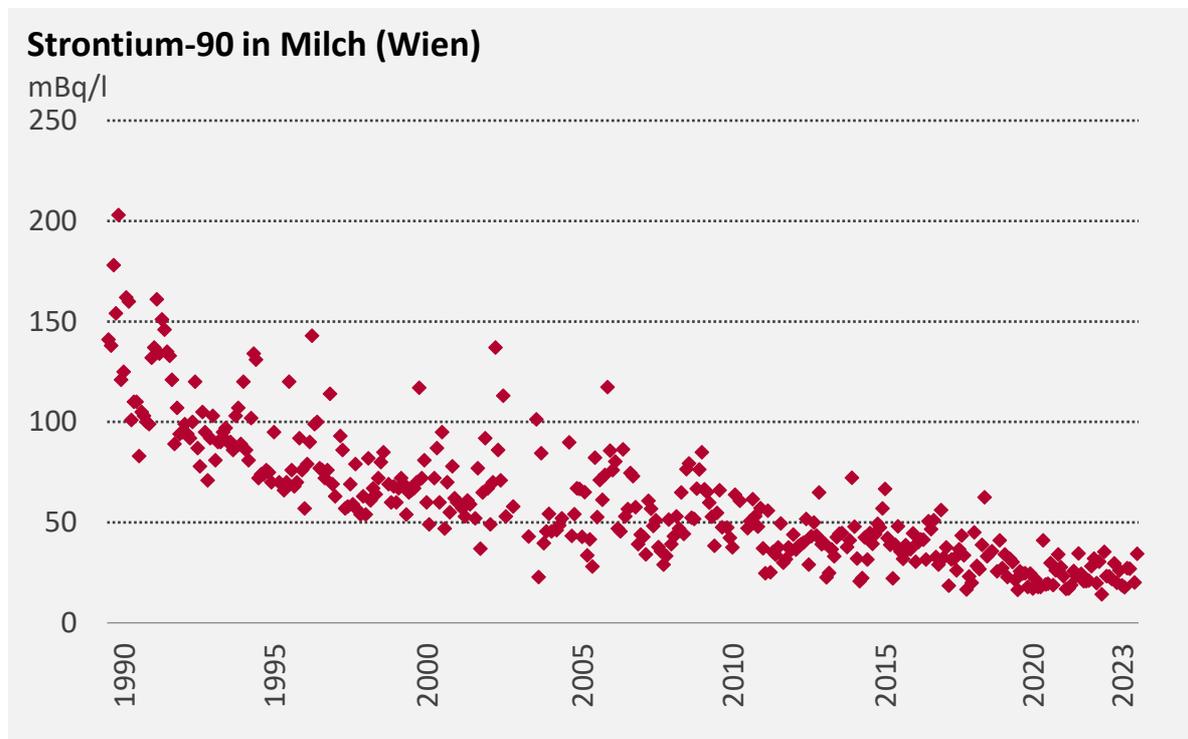


Abbildung 14 zeigt den zeitlichen Verlauf der Strontium-90-Aktivitätskonzentration in Milch. Auch hier ist ein kontinuierliches Absinken der Werte ersichtlich. Die räumliche Verteilung von Strontium-90 ist viel gleichmäßiger als die von Cäsium-137 aus dem Tschernobylunfall. Trotzdem schwankt der Strontium-90-Gehalt der Milch. Die erkennbaren Spitzen entstehen im Sommer durch Zumischung von Milch aus alpinen Regionen. Ähnlich wie bei Cäsium-137 begünstigt dort die Bodenchemie den Transfer in die Pflanzen.

Abbildung 14 - Strontium-90-Aktivitätskonzentration in Rohmilch aus Wiener Molkereien beziehungsweise der Molkerei Baden (bis 1999) und Milch aus dem Handel (ab 2000)



Gesundheitliche Bewertung Milch

Im Berichtszeitraum wurden in den gemessenen Milchproben keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.2.2 Trinkwasser

Die Auswirkungen des Reaktorunfalls von Tschernobyl auf das Trinkwasser waren sehr gering. Nur direkt kontaminierte Zisternenwässer und kurzzeitig auch Karstquellen waren damals davon betroffen. Das jetzt noch vorhandene Cäsium-137 ist fest im Boden gebunden und gelangt praktisch nicht in das Trinkwasser.

Bei den Kernwaffentests wurde Tritium in großen Mengen erzeugt. Gemeinsam mit dem kosmogenen Tritium nimmt dieses Nuklid am Wasserkreislauf teil. Es ist somit in allen Wässern vorhanden. Die Tritiumwerte im Trinkwasser liegen im Bereich jener der Niederschläge und der Oberflächenwässer. Aus Sicht des Strahlenschutzes sind sie unbedeutend. Andere künstliche Radionuklide wurden in den Trinkwasserproben nicht nachgewiesen.

Stets im Trinkwasser vorhanden sind natürliche Radionuklide wie Radium, Radon (samt Folgeprodukten) und Kalium-40. Der Gehalt dieser Radionuklide hängt vom Ursprung der Trinkwässer ab und kann sehr unterschiedlich sein.

Ein Überblick über den Radon-222-Gehalt von österreichischen Grundwässern ist in (M. Ditto et al., 1999) und (Berka, et al., 2014) im Literaturverzeichnis zu finden.

Gesundheitliche Bewertung Trinkwasser

Im Berichtszeitraum wurden im Trinkwasser keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.2.3 Fleisch

Im Jahr 2023 wurden 101 Rindfleischproben untersucht. In etwa 17 % der Proben wurde Cäsium-137 nachgewiesen. Bei rund 91 % aller untersuchten Proben lag der Cäsium-137-Gehalt unter 1 Bq/kg. Der höchste Wert wurde in einem Rind aus Niederösterreich mit 6,2 Bq/kg gemessen. Die Cäsium-137-Werte zeigen keine signifikanten Änderungen gegenüber den Werten der letzten Jahre.

Die Cäsium-137-Gehalte von Wildfleisch sind teilweise nach wie vor relativ hoch. Wie bei Rindfleisch treten auch hier große Schwankungsbreiten auf, die durch Faktoren wie Kontaminationssituation, Nahrungsangebot, Äsungsgewohnheiten und

Bodenbeschaffenheit bedingt sind. So sind bei Wildfleisch aus höher kontaminierten Waldregionen in Einzelfällen noch Cäsium-137-Gehalte von über 1.000 Bq/kg zu finden.

Im Fleisch von Schweinen und Geflügel ist praktisch kein Cäsium-137 mehr enthalten. Im Berichtszeitraum durchgeführte stichprobenartige Kontrollen belegen dies.

Gesundheitliche Bewertung Fleisch

Im Berichtszeitraum wurden in Rindfleisch keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt. Wildfleisch wird im Allgemeinen wenig verzehrt. Die Ingestionsdosis für die Bevölkerung ist daher trotz gelegentlich höherer Werte gering.

2.2.4 Gesamtnahrung

Gesamtnahrung wird untersucht, um direkte Informationen über die Aufnahme von Radionukliden mit der Nahrung zu erhalten. Die AGES misst regelmäßig Mischproben aus Großküchen in Wien und Graz.

Im Jahr 2023 wurde in etwa 24 % der Proben Cäsium-137 nachgewiesen, wobei alle Werte unter 1 Bq/kg lagen. Die Werte für Strontium-90 lagen im Schnitt bei etwa 20 mBq/kg.

Gesundheitliche Bewertung Gesamtnahrung

Im Berichtszeitraum wurden in der Gesamtnahrung keine gesundheitlich relevanten Aktivitäten festgestellt.

2.2.5 Pilze

Auch über 35 Jahre nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl sind in Wildpilzen noch immer relativ hohe Cäsium-137 Kontaminationen zu finden. Das BMSGPK erhebt daher regelmäßig im Zuge eines Pilzmonitorings die Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in Wildpilzen aus Österreich. Im Zeitraum 2022/23 wurden Eierschwammerl, Steinpilze, Maronenröhrlinge und Parasole untersucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen für die als Speisepilze sehr beliebten Eierschwammerl und Steinpilze im Mittel deutlich unter dem Grenzwert von 600 Bq/kg liegen. Allerdings wurden in den letzten Jahren in einigen Proben noch immer Grenzwertüberschreitungen bei Eierschwammerln festgestellt. Bei Steinpilzen kommen Überschreitungen des Grenzwertes nur noch selten vor. Deutlich höher kontaminiert sind im Mittel Maronenröhrlinge. Parasole hingegen weisen nur sehr geringe Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen auf.

Bei Pilzen ist im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Produkten kaum eine Abnahme der Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen mit der Zeit zu beobachten. Ein Überblick über die Kontamination von Wildpilzen in Österreich ist in (Veterinärverwaltung, 1999) im Literaturverzeichnis zu finden.

Zusätzlich zu dem hier genannten Pilzmonitoring wurde im Auftrag des BMK 2022/23 ein Schwerpunktprojekt zur „Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem“ durchgeführt. Dabei wurden auch zahlreiche Pilzarten gemessen. Die Ergebnisse sind gemeinsam mit jenen des Pilzmonitorings in Kapitel 3.2 zu finden.

2.2.6 Sonstige Lebensmittel

In allen sonstigen Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten wurden im Berichtszeitraum keine auffälligen Radioaktivitätswerte festgestellt.

2.2.6.1 Lebensmittel aus Japan

Seit dem Reaktorunfall von Fukushima werden auf Basis von EU-Verordnungen Lebensmittelimporte aus Japan in die Europäische Union auf Radioaktivität untersucht. Zu Beginn waren alle Lebensmittel dieser Kontrolle unterworfen. Im Laufe der Zeit wurde gemäß den jeweiligen EU-Verordnungen die Kontrolle auf bestimmte Lebensmittel eingeschränkt. Österreich hat von Beginn an alle betroffenen Direktimporte aus Japan lückenlos kontrolliert. Im Berichtszeitraum fanden keine Direktimporte und daher auch keine Kontrollen statt. Im Juli 2023 wurde die EU-Verordnung zu diesen Kontrollen aufgehoben.

2.3 Notfallübungen

Die Interventionsverordnung 2020 verpflichtet die für radiologische Notfälle zuständigen Organisationen zu regelmäßigen Übungen. Eine wesentliche Übungsart sind Probenahmeübungen. Diese Übungen dienen dazu, sicherzustellen, dass den zuständigen Ministerien in einem radiologischen Notfall sehr rasch Messwerte von Umwelt- und Lebensmittelproben zur Verfügung stehen. Diese Messwerte helfen bei der Lagebeurteilung und liefern die Grundlage für Maßnahmen, die unter Umständen zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden müssen.

Ministerien, Bundesländer und die AGES führen daher regelmäßig Probenahmeübungen durch. Das meistgewählte Szenario ist eine großräumige Kontamination Österreichs.

Im Rahmen einer solchen Übung werden alle in den Notfallplänen enthaltenen Teilbereiche geübt: Kommunikationswege, Probenahme, Transport, Probenvorbereitung im Labor, Messung der Proben und Datenübermittlung. Die Übungen erstrecken sich meist über zwei Tage.

Die Übungsziele umfassen:

- Stärkung der Zusammenarbeit zwischen Bund, Ländern und AGES
- Probenziehung gemäß Probenahmeplan (Länder)
- Messung der Proben (AGES)
- Übermittlung der Messdaten (Bund – Länder – AGES)
- Ständige Verbesserung der Abläufe

Üblicherweise werden von der AGES eine bis zwei größere Übungen pro Jahr durchgeführt.

Tabelle 1 - Übungen im Berichtszeitraum

Übungsbeteiligte	Zeitpunkt	Probenart	Anzahl
Bund - Land Tirol - AGES Innsbruck	November 2023	Boden, Grünbewuchs, Oberflächenwasser und Milch	30
AGES Wien (radiochemische Notfallübung)	September 2023	Boden, Grünbewuchs, Luftfilter, Niederschlag und Klärschlamm	10

2.3.1 Radiochemische Schnellmethoden

Bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk können verschiedene Radionuklide in die Umwelt gelangen. Welche Nuklide dies sind, ist für den jeweiligen Reaktortyp und den Unfallhergang charakteristisch. Für eine umfassende Beurteilung der Lage bei einem radiologischen Notfall ist eine möglichst rasche Bestimmung dieser Nuklide notwendig.

Spektrometrie

Die Strahlung einer Probe wird mittels Detektoren gemessen. Die Spektren erlauben die Bestimmung und Quantifizierung der enthaltenen Radionuklide.

Viele der relevanten Radionuklide können mittels Gammaskpektrometrie bestimmt und quantifiziert werden. Es handelt sich dabei um eine schnelle Messmethode mit relativ einfacher Probenvorbereitung.

Für einige relevante Radionuklide (bestimmte Plutonium-, Americium- und Curiumisotope sowie Strontium-89 und Strontium-90) ist jedoch eine radiochemische Aufarbeitung und eine anschließende Messung mittels LSC (liquid scintillation counter), Alpha-Spektrometrie oder massenspektrometrischer Analysemethoden notwendig. Die Aufarbeitung und Messung sind sehr zeit- und arbeitsintensiv.

Um die benötigte Zeit zu reduzieren, hat die AGES in den letzten Jahren Schnellmethoden entwickelt. Diese dienen unter anderem zur Bestimmung von Plutonium, Americium, Curium sowie Strontium-89 und Strontium-90 im Anfall. Die Analysendauer konnte von drei Wochen auf vier Tage reduziert werden. Damit stehen die Ergebnisse deutlich schneller zur Verfügung. Die verantwortlichen Stellen können somit bei einem radiologischen Notfall jene Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, die auf diesen Ergebnissen beruhen, deutlich früher ergreifen.

Die radiochemischen Schnellmethoden werden jährlich geübt, um die Kompetenz des Personals zu erhalten und die schnelle Verfügbarkeit von Messergebnissen sicherzustellen.

Im Übrigen liefern die Messergebnisse der Übungen auch die im Bundesgebiet üblichen Hintergrundwerte für diese Radionuklide. Ein allfälliger Eintrag bei einem radiologischen Notfall kann somit bestimmt werden.

Im September 2023 fand die jährliche radiochemische Notfallübung statt (siehe Tabelle 1). Diese Übung war als Belastungstest für das Labor konstruiert. Dabei wurde eine über zwei Wochen andauernde Ausnahmesituation geübt.

2.4 Außergewöhnliche Messergebnisse

Über außergewöhnliche Messergebnisse informiert die AGES umgehend die zuständigen Ministerien. Weiters besteht ein guter Informationsaustausch über solche Ereignisse mit europäischen und internationalen Behörden und Messstellen. Dadurch kann mit der Ursachensuche rasch begonnen werden. Trotzdem ist es nicht immer möglich, die Ursache zu finden.

Außergewöhnliche Messergebnisse

Gemeint sind damit unerwartete Messergebnisse. Meist ist das der Nachweis von Radionukliden in Proben, in denen sie üblicherweise nicht vorkommen. Aber auch ungewöhnlich hohe Messergebnisse zählen dazu. Am häufigsten kommt es bei Luftmessungen zu außergewöhnlichen Ergebnissen.

Anfang Dezember 2023 kam es zu zwei außergewöhnlichen Messergebnissen bei je einem Luftfilter aus Klagenfurt und Innsbruck. Es konnte Iod-131 in geringen Spuren ($0,92 \mu\text{Bq}/\text{Nm}^3$ in Innsbruck und $0,67 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ in Klagenfurt) nachgewiesen werden. Beide Messwerte lagen nur knapp über der Nachweisgrenze.

Gesundheitliche Bewertung

Die Messwerte sind aus gesundheitlicher Sicht ohne Belang.

3 Projekte

Im Berichtszeitraum wurden als Ergänzung zur Routineüberwachung zusätzliche Projekte durchgeführt. In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse dieser Projekte auszugsweise dargestellt.

3.1 Modernisierung Messnetz Luft

Radionuklide können durch Luftströmungen über weite Strecken verteilt werden. Deshalb ist die Messung der Radioaktivität in der Luft eine der wichtigsten Aufgaben, die die AGES im Auftrag des BMK im Rahmen der Umweltüberwachung übernimmt (siehe Kapitel 2.1.2).

Die Luftsammeleinrichtungen befinden sich an elf Standorten in ganz Österreich: Retz, Alt-Prerau, Wien, Linz, Graz, Straß, Klagenfurt, Salzburg, Sonnblick, Innsbruck und Bregenz. Ursprünglich waren an allen Standorten Geräte mit einem Luftdurchsatz von 90 m³/h im Einsatz. Zusätzlich wurden in Linz und Wien gasförmige Radioiod-Isotope mit speziellen Aktivkohlefiltern (Luftdurchsatz 4 m³/h) gesammelt. Seit 2008 ist ein Großvolumen-Aerosolsammler (Luftdurchsatz 800 m³/h) am AGES-Gelände in Wien in Betrieb, um auch sehr geringe Spuren von Radionukliden nachzuweisen.

Im Jahr 2018 begann die Modernisierung des Messnetzes für Luft, um die bestehenden Systeme zu verbessern. Die Ziele dieser Modernisierung waren:

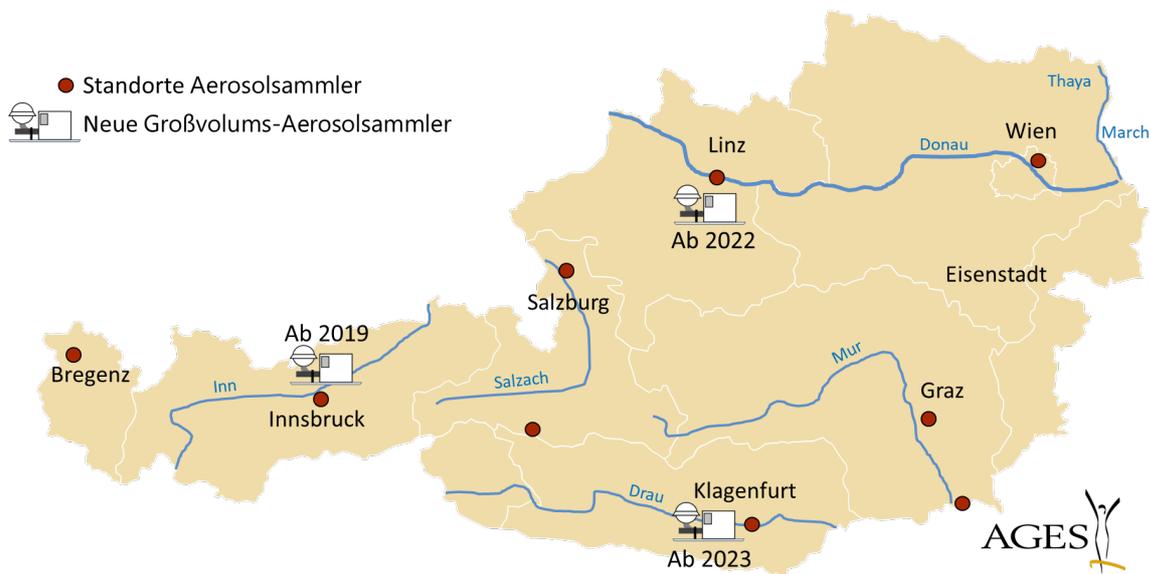
- Reduktion der Nachweisgrenzen von Radionukliden in der Luft in weiteren Ballungsräumen.
- Sicherstellung eines einfachen und schnellen Zugangs zu den Sammelanlagen.
- Schaffung zusätzlicher Sammelmöglichkeiten für gasförmige Radioiod-Isotope im Osten und Süden Österreichs, um eine flächendeckende Überwachung zu ermöglichen.

Eine umfangreiche Marktanalyse ergab, dass das hochmoderne Modell Senya JL-900 Snow White Großvolumen-Aerosolsammler die gewünschten Verbesserungen bietet:

- Deutlich niedrigere Nachweisgrenzen durch Erhöhung des gefilterten Luftvolumens von 80 m³/h auf 800 m³/h.
- Integrierte Sammelmöglichkeit für gasförmige Radioiod-Isotope mit Aktivkohlepatrone (Luftdurchsatz 12 m³/h).

Neue Großvolumen-Aerosolsammler wurden daher an den Standorten Innsbruck, Linz und Klagenfurt installiert (siehe Abbildung 15). Die Standorte für die Neuerrichtung liegen alle auf AGES-Gelände, um gerade im Anlassfall einen einfachen und raschen Zugang zu den Geräten sicherstellen zu können. Damit können Sammelintervalle optimal an die Situation angepasst werden.

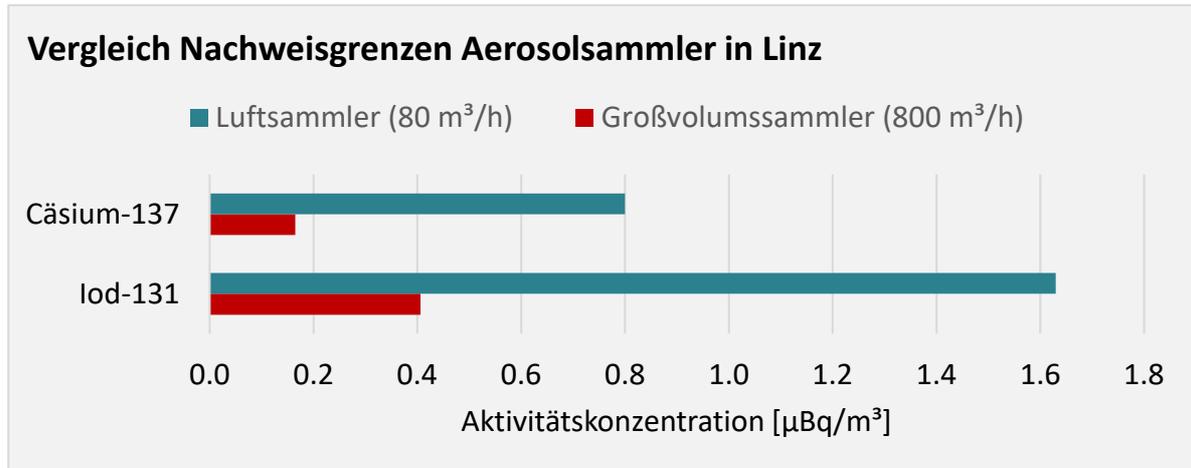
Abbildung 15 – Standorte der neuen Großvolumens-Aerosolsammler in Österreich



Bei der Neuerrichtung einer neuen Luftsammelstation wird zunächst ein Parallelbetrieb von neuer und alter Sammelstation durchgeführt. Nach dieser Testphase wird der Betrieb der alten Sammelstation eingestellt (siehe Tabelle 3 in Anhang 5.1.1).

Abbildung 16 zeigt die im Parallelbetrieb erreichten Nachweisgrenzen für Iod-131 und Cäsium-137 der Sammelanlagen am AGES-Standort Linz. Durch den Einsatz des neuen Großvolumen-Aerosolsammlers konnten die Nachweisgrenzen für beide Nuklide um etwa das Vierfache reduziert werden. Das bedeutet, dass nun noch geringere Konzentrationen diverser Radionuklide in der Luft nachgewiesen werden können.

Abbildung 16 – Vergleich Nachweisgrenzen Aerosolsammler in Linz



Sollten mit den hochempfindlichen Sammel- und Messgeräten Spuren von Radioaktivität in der Luft nachgewiesen werden (wie beispielsweise im Jahr 2017 das Radionuklid Ruthenium-106), leitet die AGES die Messergebnisse unverzüglich an die zuständigen Ministerien weiter.

Im Sinne einer Vereinheitlichung der eingesetzten Sammelsysteme und einer Sicherstellung des störungsfreien Betriebs ist eine Modernisierung des Großvolumens-Aerosolsammlers in Wien für 2024/2025 vorgesehen.

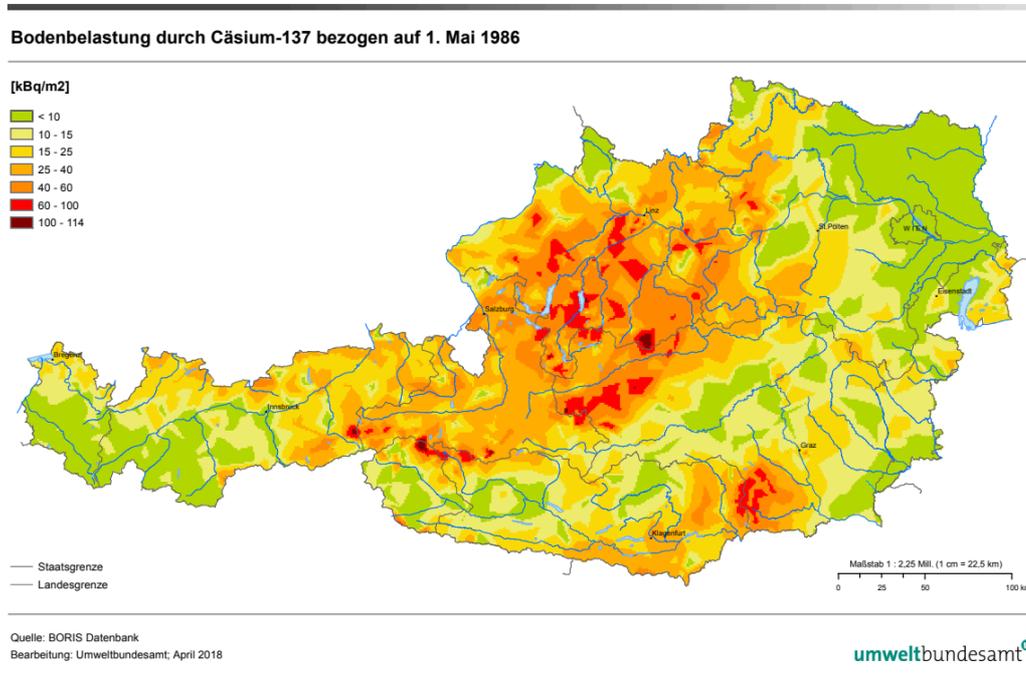
3.2 Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem

Durch den Fallout nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 wurden große Teile Österreichs stark kontaminiert. Vor allem in jenen Gegenden, in denen es während des Durchzugs der radioaktiv kontaminierten Luftmassen regnete, kam es zu hohen Bodenkontaminationen (Abbildung 17).

In Waldökosystemen ist das damals deponierte Radionuklid Cäsium-137 (Halbwertszeit 30,2 Jahre) auch heute noch gut nachweisbar. Dies ist vor allem auf die fehlende Durchmischung der Waldböden, die Retention des Cäsium-137 in den organischen Bodenschichten und die Fixierung des Cäsium-137 an Tonminerale zurückzuführen. Das Cäsium-137 ist somit oft heute noch in den obersten, humosen Bodenschichten vorhanden, sodass es von Pilzen und Pflanzen aufgenommen werden kann. Durch den Laubfall bzw. das Absterben der Pflanzen wird es dem Boden wieder zugeführt und ein Kreislauf – vom Boden in die Pflanze und wieder zurück – entsteht. Das Cäsium-137 bleibt also im Nährstoffkreislauf des Waldes eingebunden, weshalb in Pilzen und anderen Waldprodukten – im Gegensatz zu landwirtschaftlichen Produkten – auch heute noch erhöhte Aktivitätskonzentrationen zu finden sind.

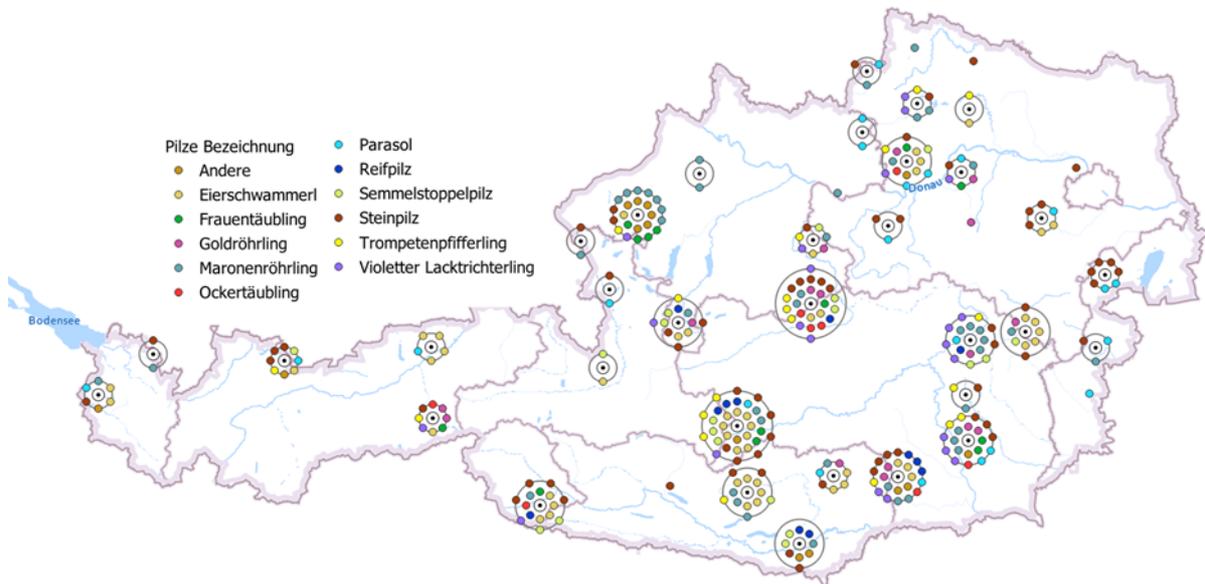
Die Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem sowie die Verlagerung in tiefere Bodenschichten und die weitere Verbreitung bis zum Menschen durch die aufgenommene Nahrung sind von großem Interesse. Die häufigsten Speisepilze werden in regelmäßigen Abständen im Auftrag des BMSGPK analysiert. Im Zeitraum 2022/23 wurde im Zuge des Pilzmonitorings die Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Eierschwammerln, Steinpilzen, Maronenröhrlingen und Parasolen bestimmt. Die Probenahme erfolgte in allen Bundesländern (außer Wien), wobei bei der Standortauswahl darauf geachtet wurde, dass die Pilze aus unterschiedlich stark (von gar nicht bis stark) kontaminierten Regionen stammen (siehe dazu Kapitel 2.1.5).

Abbildung 17 - Cäsium-137 Bodenkontamination (in kBq/m²) nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl (Fallout), 1.5.1986; Quelle: (Umweltbundesamt, 2018)



Um einen Überblick über die aktuelle radioökologische Situation im Wald zu erhalten, wurde 2022/23 im Auftrag des BMK das Projekt „Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem“ durchgeführt. Das Hauptaugenmerk wurde dabei auf Regionen gelegt, die durch den Reaktorunfall von Tschernobyl besonders stark kontaminiert wurden. Beprobt wurden unterschiedliche Pilzarten, die anhand der Ergebnisse des Berichts „Radioaktive Kontamination in Speisepilzen“ des deutschen Bundesamts für Strahlenschutz (E. Kabai, 2021) und nach den Vorschlägen der Österreichischen Mykologischen Gesellschaft (ÖMG) ausgewählt wurden. Dies sind der Frauentäubling, der Goldröhrling, der Ockertäubling, der Reifpilz, der Semmelstoppelpilz, der Trompetenpfefferling und der Violette Lacktrichterling. Letzterer wurde von der ÖMG ausgewählt, da er dafür bekannt ist, dass er Arsen besonders gut aus dem Boden aufnehmen kann. Ein Überblick aller Pilzsammelstellen (Pilzmonitoring und Projekt „Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem“) ist in Abbildung 18 dargestellt. Die Bezeichnung „Andere“ fasst weitere Pilzarten zusammen, die nur in geringer Menge gesammelt werden konnten.

Abbildung 18 - Sammelstellen der verschiedenen Pilze in Österreich



Um die Verteilung der Radionuklide im Waldökosystem zu ermitteln, wurden Boden- und verschiedene Bewuchsproben untersucht. So wurden neben den Pilzproben an einigen Standorten auch Proben von Moos, Flechten, Farnen, Gras und – wenn vorhanden – Beeren genommen und analysiert.

Die Probennahme erfolgte durch Mitglieder der ÖMG (vor allem Pilzproben) und durch Mitarbeiter:innen der AGES (vor allem Boden- und Bewuchsproben). Analysiert wurden die Proben an den vier Standorten der AGES Strahlenschutz-Labors in Wien, Linz, Graz und Innsbruck.

In allen Proben wurde die Cäsium-137-Aktivitätskonzentration bestimmt. In ausgewählten Proben wurden auch Strontium-90 sowie die Plutonium-Isotope gemessen, die nicht aus dem Fallout nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl stammen, sondern aus den Kernwaffentests der 1950er und 1960er Jahre.

Abseits der Radioökologie wurde der Arsengehalt im Violetten Lacktrichterling für die ÖMG ermittelt.

3.2.1 Ergebnisse

Pilze

Insgesamt wurden in beiden Projekten 304 Pilzproben aus ganz Österreich gemessen. Von diesen Proben wiesen 22 Proben (1 Eierschwammerl, 1 Fichtensteinpilz, 7 Maronenröhrlinge, 6 Semmelstoppelpilze, 4 Reifpilze, 2 Rotgelbe Semmelstoppelpilze und 1 Frauentäubling) Aktivitätskonzentrationen über dem Grenzwert von 600 Bq/kg auf. Mit Ausnahme einer Semmelstoppelpilzprobe kamen alle Proben aus Regionen, die hoch kontaminiert wurden. Die Messergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

Anmerkung: Grenzwerte stellen keine scharfe Trennung zwischen gesundheitsgefährdend und völlig unbedenklich dar. Sie werden so gewählt, dass selbst dann ein ausreichender Schutz gegeben ist, wenn ein größerer Anteil unserer Nahrungsmittel einen Radioaktivitätsgehalt in Höhe der Grenzwerte aufweist. Der Grenzwert ist in der EU-Durchführungsverordnung 2020/1158 festgelegt. Die EU-Verordnung gilt grundsätzlich nur für Importprodukte aus bestimmten Drittstaaten. In Österreich werden die in der Verordnung festgelegten Grenzwerte aber auch auf alle anderen Lebensmittel sinngemäß angewandt.

Tabelle 2 - Zusammenfassung der Messergebnisse: Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in Pilzen (Bq/kg)

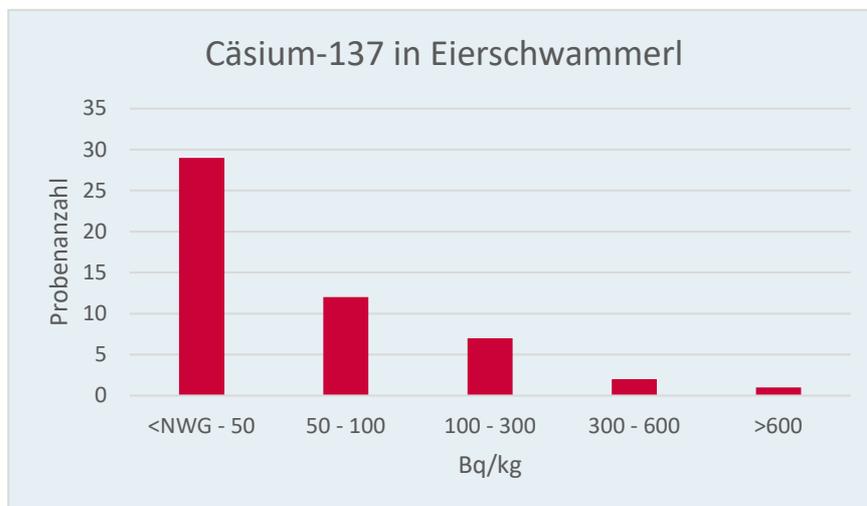
Pilzart	Anzahl Proben	Minimum (Bq/kg)	Maximum (Bq/kg)	Median (Bq/kg)
Eierschwammerl	51	< NWG	699	45
Fichtensteinpilz	57	1	783	24
Sommersteinpilz	5	1	13	*
Maronenröhrling	45	4,4	1.218	118
Parasol	22	< NWG	3,6	< NWG
Frauentäubling	13	0,93	772	6,6
Goldröhrling	16	7,7	232	71
Ockertäubling	8	3,2	529	*
Reifpilz	12	67	1.208	481

Pilzart	Anzahl Proben	Minimum (Bq/kg)	Maximum (Bq/kg)	Median (Bq/kg)
Semmelstoppelpilz	19	44	1.995	267
Trompetenpfeifferling	19	26	596	137
Violetter Lacktrichterling	22	2,6	306	23

*keine Angaben aufgrund geringer Anzahl von Pilzproben

Die Messergebnisse zeigen, dass die Eierschwammerlproben – mit einer Ausnahme – eher gering kontaminiert waren. In Abbildung 19 ist die Häufigkeitsverteilung der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in den Eierschwammerln dargestellt. Es zeigt sich, dass rund 80 % der beprobten Eierschwammerl geringe Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von weniger als 100 Bq/kg aufweisen.

Abbildung 19 - Verteilung der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Eierschwammerlproben



Auch in den bei den Österreicher:innen beliebten Steinpilzen wurden zumeist sehr geringe Kontaminationen festgestellt. So weisen 50 % der Proben Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von weniger als 24 Bq/kg auf. Die niedrigsten Aktivitätskonzentrationen wurden in den Parasolproben gemessen. Hier konnte beobachtet werden, dass auch die vier Parasolproben aus höher kontaminierten Gebieten sehr niedrige Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von maximal 3,7 Bq/kg aufweisen.

In sowohl hoch als auch in eher niedriger kontaminierten Regionen Österreichs wurden in Maronenröhrling-, Reifpilz- und Semmelstoppelpilzproben sehr hohe Aktivitätskonzentrationen festgestellt. In einer Semmelstoppelpilzprobe wurde eine Cäsium-137-Aktivitätskonzentration von 1.995 Bq/kg ermittelt. Bei den Reifpilzen wurde ein Maximum von 1.208 Bq/kg gemessen. Bei den Reifpilzproben zeigte sich auch, dass mehr als die Hälfte der Proben Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von mehr als 481 Bq/kg aufwiesen. Die höchste Aktivitätskonzentration in den Maronenröhrlingen lag ähnlich wie bei den Reifpilzen bei 1.218 Bq/kg. Die Hälfte der Maronenröhrlingproben wies jedoch eher geringere Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von weniger als 118 Bq/kg auf.

Durch die Analyse der im Rahmen des Projekts genommenen Bodenproben und den ermittelten Konzentrationen in den verschiedenen Pilzen am gleichen Standort konnten Transferfaktoren vom Boden zur Pflanze ermittelt werden. Damit können Aussagen getroffen werden, welcher Pilz am meisten Cäsium-137 aus dem Boden aufnimmt. Es zeigte sich deutlich, dass der Semmelstoppelpilz am meisten Cäsium-137 aus dem Boden aufnimmt, gefolgt vom Reifpilz und Maronenröhrling. Deshalb können die Aktivitätskonzentrationen in Semmelstoppelpilzen auch in vergleichsweise gering kontaminierten Regionen über dem Grenzwert von 600 Bq/kg liegen.

Von jenen Pilzarten, die nur in geringer Stückzahl gezogen worden sind, wurden die höchsten Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von 1.060 Bq/kg bzw. 2.200 Bq/kg in zwei Proben des Rotgelben Semmelstoppelpilzes gemessen, die beide aus hoch kontaminierten Gebieten stammen. Der Rotgelbe Semmelstoppelpilz ist dafür bekannt, dass er besonders gut Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen kann, was sich im Messergebnis widerspiegelt. Auch vom Gemeinen Rotfußröhrling konnten nur drei Proben genommen werden. Diese weisen jedoch allesamt eine Cäsium-137-Aktivitätskonzentration von weniger als 600 Bq/kg auf.

Neben den in Tabelle 2 genannten Pilzen wurde eine Reihe von anderen Wildpilzen (Edelreizker, Flaschenbovist, Fleischfarbener Hallimasch, Grüngfelderter Täubling, Habichtspilz, Kirschroter Speitäubling, Milchbrätling, Starkriechender Trompetenpfifferling und Violettschuppiger Pfifferling) gesammelt und analysiert. Da von diesen Pilzarten nur je eine Probe genommen werden konnte, kann hier keine Aussage zur Kontamination der jeweiligen Pilzart getroffen werden. Es wurde jedoch für all diese Pilze eine Cäsium-137-Aktivitätskonzentration unter 50 Bq/kg ermittelt.

Strontium-90 konnte nur in wenigen Pilzproben nachgewiesen werden. Aus gesundheitlicher Sicht sind die gemessenen, sehr geringen Strontium-90-Aktivitätskonzentrationen in den Pilzen ohne Belang. Sie sind lediglich von wissenschaftlichem Interesse. Plutonium-Isotope konnten in den Pilzproben nicht nachgewiesen werden.

Wie erwähnt, wiesen nur wenige der im Rahmen der beiden durchgeführten Projekte analysierten Pilzproben Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen von mehr als 600 Bq/kg auf. Die Messwerte unterliegen natürlichen Schwankungen und können somit von Jahr zu Jahr variieren. Anhand früherer Messergebnisse und den hier gewonnenen Daten gelten daher im Grundsatz folgende Empfehlungen:

Gesundheitliche Empfehlungen zum Verzehr von beliebten Wildpilzen

Steinpilze können praktisch aus allen Regionen Österreichs bedenkenlos genossen werden.

Eierschwammerl aus höher belasteten Regionen sollten aus Vorsorgegründen nicht in allzu großen Mengen konsumiert werden.

Auf den Verzehr von Maronenröhrlingen, Reifpilzen und Semmelstoppelpilzen sollte generell eher verzichtet werden.

Beispiel für den Verzehr

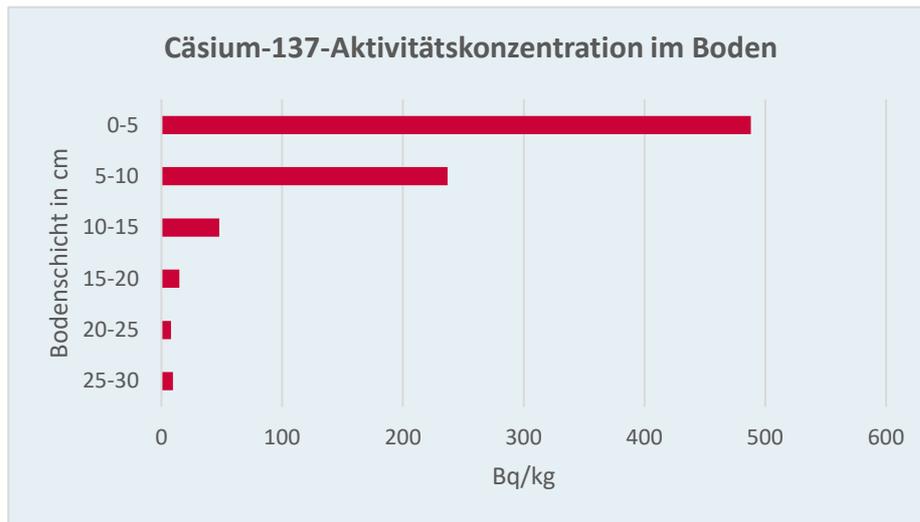
Verzehrt ein Erwachsener zehn Portionen Pilze (1 Portion = 200 g) mit je 2.000 Bq/kg Cäsium-137, so beträgt die dadurch bewirkte effektive Dosis 0,056 mSv. Verglichen mit der mittleren effektiven Dosis aufgrund der natürlichen Strahlenexposition in Österreich von ca. 4,3 mSv pro Person und Jahr ist dieser Beitrag sehr gering (siehe Kapitel 1.1).

Boden

Insgesamt wurden 80 Bodenproben genommen und analysiert. Dabei wurde an einigen Standorten nur die oberste Bodenschicht von 5 cm untersucht, während an ausgewählten Standorten Bodenprofile gezogen wurden. Die Messergebnisse der Bodenprofile zeigen deutlich, dass das aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl stammende Cäsium-137 auch

heute noch überwiegend in der Streuauflage und im humosen Oberboden (0-10 cm) der beprobten Waldböden zu finden ist (Abbildung 20).

Abbildung 20 - Beispiel für die Tiefenverteilung des Cäsium-137 im Boden (Probenahmestelle Radsberg, Kärnten)



Die höchste Cäsium-137-Aktivitätskonzentration von 836 Bq/kg wurde im Oberboden des Kobernaußer Waldes (OÖ) gemessen, einem Gebiet, das durch den Tschernobyl-Fallout hoch kontaminiert wurde. Auch konnte die inhomogene Verteilung der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration innerhalb eines Waldes gut beobachtet werden. Vergleicht man die Messergebnisse mit jenen aus früheren Arbeiten und dem von der AGES durchgeführten Projekt „Beweissicherung grenznahe Kernkraftwerke“, so stimmen diese gut überein.

In einigen Bodenproben (oberste Bodenschicht) wurden Strontium-90 sowie Plutonium-Isotope gemessen. Es zeigte sich, dass das Strontium-90 in allen Proben nachweisbar war, wobei das Maximum bei 25 Bq/kg lag. Auch Plutonium-Isotope konnten in manchen Oberböden nachgewiesen werden.

Bewuchs

Zur Untersuchung des Bewuchses wurden unter anderem 3 Flechten-, 3 Farn- und 29 Moosproben gezogen. Flechten und Moose sind von besonderem Interesse, da sie ihre Nährstoffe nicht über den Boden, sondern aus der Luft und durch Niederschläge aufnehmen. Man kann daher davon ausgehen, dass die Cäsium-137-

Aktivitätskonzentration in den Moosen und Flechten in etwa jener zum Zeitpunkt des Durchzugs der radioaktiv kontaminierten Luftmassen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl entspricht, reduziert um den physikalischen Zerfall.

Die Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in den Moosproben haben eine große Schwankungsbreite und reichen von etwa 5 bis 664 Bq/kg, wobei die höchsten Werte für die Proben aus dem hoch kontaminierten Kobernaußer Wald (OÖ) ermittelt wurden. Das aus dem Fallout der Kernwaffentests der 1950er und 1960er Jahre stammende Strontium-90 konnte in geringen Mengen in allen Moosproben nachgewiesen werden. Die Aktivitätskonzentrationen der Plutonium-Isotope lagen meist unterhalb bzw. knapp über der Nachweisgrenze.

Die Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in den Flechten lagen zwischen 7 und 107 Bq/kg. Die höchsten Aktivitätskonzentrationen wurden in den Flechten- und Farnproben von der Wurzeralm bei Spital am Pyhrn (OÖ) gemessen, einer Region, die ebenfalls durch den Reaktorunfall von Tschernobyl stark kontaminiert wurde.

4 Danksagung

Es wird allen gedankt, die die Erstellung dieses Berichtes ermöglicht haben und mit großem Einsatz bei der Erstellung mitgewirkt haben.

Großer Dank gilt den Personen und Organisationen, die die unterschiedlichen Proben ziehen und an die AGES zur Messung übermitteln.

Weiters sei den Kolleginnen und Kollegen in den Messlabors der AGES, deren Arbeit die wesentliche Grundlage für diesen Bericht bildet, gedankt.

5 Anhang

5.1 Informationen zu Probenahmestellen

5.1.1 Luftsammler in Österreich

Tabelle 3 - Luftsammler in Österreich

Sammelort	Typ (Luftdurchsatz)	Probenehmer	Messstelle
Alt-Prerau	80 m ³ /h	TD Landwirtschaftliche Industriegesellschaft Alt- Prerau	AGES Wien (STRA)
Straß	80 m ³ /h	Bundesheer Straß	AGES Graz (STRG)
Bregenz	80 m ³ /h	Bauhof Bregenz	AGES Innsbruck (STRI)
Graz	80 m ³ /h	VWT AGES Graz	AGES Graz (STRG)
Innsbruck	80 m ³ /h Abschaltung August 2023 800 m ³ /h Gasförmiges Iod: 16 m ³ /h	GeoSphere Austria-Innsbruck AGES Innsbruck (STRI)	AGES Innsbruck (STRI)
Klagenfurt	80 m ³ /h geplante Abschaltung Frühling 2024 800 m ³ /h ab 2023 Gasförmiges Iod: 16 m ³ /h ab 2023	GeoSphere Austria-Klagenfurt AGES Klagenfurt Pitzelstätten	AGES Wien (STRA) AGES Linz (RARA)
Linz	80 m ³ /h Abschaltung März 2023 Gasförmiges Iod: 4 m ³ /h Abschaltung März 2023 800 m ³ /h ab 2022 Gasförmiges Iod: 16 m ³ /h ab 2022	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)

Sammelort	Typ (Luftdurchsatz)	Probenehmer	Messstelle
Retz	80 m ³ /h	GeoSphere Austria-Retz	AGES Wien (STRA)
Salzburg	80 m ³ /h	GeoSphere Austria-Salzburg	AGES Linz (RARA)
Sonnblick	80 m ³ /h	GeoSphere Austria-Salzburg	AGES Linz (RARA)
Wien	80 m ³ /h 800 m ³ /h Gasförmiges Iod: 4 m ³ /h	AGES Wien (STRA)	AGES Wien (STRA)

5.1.2 Niederschlagsammler in Österreich

Tabelle 4 - Niederschlagsammler in Österreich

Sammelort	Probenehmer	Messstelle
Bregenz	GeoSphere Austria-Bregenz	AGES Innsbruck (STRI)
Eisenstadt	BEWAG Eisenstadt	AGES Wien (STRA)
Graz	GeoSphere Austria-Graz	AGES Graz (STRG)
Innsbruck	GeoSphere Austria-Innsbruck	AGES Innsbruck (STRI)
Klagenfurt	GeoSphere Austria-Klagenfurt	AGES Wien (STRA)
Linz	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Retz	GeoSphere Austria-Retz	AGES Wien (STRA)
Salzburg	GeoSphere Austria-Salzburg	AGES Linz (RARA)
Wien	AGES Wien (STRA)	AGES Wien (STRA)

5.1.3 Sammelstellen für Oberflächenwasser

Tabelle 5 - Sammelstellen für Oberflächenwasser

Gewässer	Entnahmeort	Bundesland	Art der Probenahme	Probenehmer	Messtelle
Bodensee	Bregenz	Vbg	S	Umweltinst. Vbg.	AGES Innsbruck (STRI)
Donau	Asten	OÖ	S	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Donau	Hainburg	NÖ	S	Labordienstleister	AGES Wien (STRA)
Donau	Jochenstein	OÖ	S+K	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Donau	Wien-Nussdorf	W	S	Labordienstleister	AGES Wien (STRA)
Drau	Schwabegg	Ktn	S+K	Amt der Ktn.LR	AGES Linz (RARA)
Inn	Erl	T	S	CTUA Innsbruck	AGES Innsbruck (STRI)
Inn	Ingling	OÖ	S	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Inn	Martinsbruck	T	S	AGES Innsbruck (STRI)	AGES Innsbruck (STRI)
Lavant	Lavamünd	Ktn	S	Amt der Ktn.LR	AGES Wien (STRA)
Leitha	Nickelsdorf	Bgld	S	Labordienstleister	AGES Wien (STRA)
March	Hohenau	NÖ	S	Labordienstleister / AGES Wien (STRA)	AGES Wien (STRA)
March	Markthof	NÖ	S	Labordienstleister / AGES Wien (STRA)	AGES Wien (STRA)
Mur	Spielfeld	Stmk	S+K	Amt der Stmk.LR	AGES Graz (STRG)
Rhein	Bangs	Vbg	S	Umweltinst. Vbg.	AGES Innsbruck (STRI)
Rhein	Fußach	Vbg	S	Labordienstleister	AGES Innsbruck (STRI)
Salzach	Oberndorf	Sbg	S	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Thaya	Alt-Prerau	NÖ	S	Labordienstleister	AGES Wien (STRA)
Thaya	Bernhardsthal	NÖ	S	Labordienstleister	AGES Wien (STRA)

S ... Stichprobe, K ... kontinuierliche Probenahme

Alle LSC-Messungen werden von der AGES Wien (STRA) durchgeführt.

5.1.4 Sammelstellen Kläranlagen

Tabelle 6 - Sammelstellen Kläranlagen

Ort	Kläranlage	Probenart	Probenehmer	Messstelle
Graz	Gössendorf	Abwasser, Frischschlamm	Amt der Stmk. LR	AGES Wien (STRA)
Klagenfurt	Feuerbach	Abwasser, Faulschlamm	Amt der Ktn. LR	AGES Wien (STRA)
Linz	Asten	Abwasser (Zu- und Ablauf) Frischschlamm, Faulschlamm	AGES Linz (RARA)	AGES Linz (RARA)
Wien	Simmering	Abwasser, Frischschlamm	AGES Wien (STRA)	AGES Wien (STRA)

5.1.5 Sammelstellen Donau-Monitoring

Tabelle 7 - Sammelstellen Donau-Monitoring

Gewässer	Entnahmeort	Bundesland	Art der Probenahme	Probenehmer	Messstelle
Donau	Aschach	OÖ	K	Verbund Hydro Power GmbH & Via Donau	AGES Wien (STRA)
Donau	Wallsee	OÖ	K	Verbund Hydro Power GmbH & Via Donau	AGES Wien (STRA)
Donau	Greifenstein	NÖ	K	Verbund Hydro Power GmbH & Via Donau	AGES Wien (STRA)
Donau	Wien - Freudenau	W	K	Verbund Hydro Power GmbH & Via Donau	AGES Wien (STRA)

K ... kontinuierliche Probenahme

5.1.6 Milchtouren

Tabelle 8 - Milchtouren

Bundesland	Einzugsgebiet der Milchsammeltour	Politischer Bezirk
Burgenland	Oberwart	Oberwart
Burgenland	Horitschon	Oberpullendorf
Kärnten	Mölltal	Spittal an der Drau
Kärnten	Gailtal-Lesachtal	Villach Land
Kärnten	Bleiburg-Waisenberg	Völkermarkt
Kärnten	Reichenfels-Preitenegg	Wolfsberg
Niederösterreich	Ulmerfeld	Amstetten
Niederösterreich	Beinwachs-Reichenau	Neunkirchen
Niederösterreich	Traunstein	Zwettl
Oberösterreich	Leopoldschlag	Freistadt
Oberösterreich	Ebensee	Gmunden
Oberösterreich	Geinberg	Ried im Innkreis
Oberösterreich	Oberes Mühlviertel	Rohrbach
Oberösterreich	Schardenberg-Münzkirchen	Schärding
Oberösterreich	Reichraming-Arzberg	Steyr-Land
Oberösterreich	Ampflwang	Vöcklabruck
Salzburg	Elixhausen-Seekirchen	Salzburg-Umgebung
Salzburg	Flachau-Wagrain	St. Johann im Pongau
Salzburg	Maishofen	Zell am See
Salzburg	Mittersill	Zell am See
Steiermark	Aflenz	Bruck-Mürzzuschlag
Steiermark	Eibiswald	Deutschlandsberg
Steiermark	Sulmtal-Gams	Deutschlandsberg
Steiermark	Pöllau	Hartberg-Fürstenfeld

Bundesland	Einzugsgebiet der Milchsammeltour	Politischer Bezirk
Steiermark	Admont-Ardning	Liezen
Steiermark	Pruggern-Kleinsölk	Liezen
Tirol	Waidring	Kitzbühel
Tirol	Schwoich	Kufstein
Tirol	Kals	Lienz
Tirol	Pinswang	Reutte
Tirol	Zell am Ziller	Schwaz
Tirol	Telfs	Innsbruck-Land
Vorarlberg	Möggers	Bregenz
Vorarlberg	Feldkirch-Gisingen	Feldkirch

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Übungen im Berichtszeitraum	37
Tabelle 2 - Zusammenfassung der Messergebnisse: Cäsium-137-Aktivitätskonzentrationen in Pilzen (Bq/kg).....	46
Tabelle 3 - Luftsammler in Österreich	53
Tabelle 4 - Niederschlagsammler in Österreich	54
Tabelle 5 - Sammelstellen für Oberflächenwasser	55
Tabelle 6 - Sammelstellen Kläranlagen	56
Tabelle 7 - Sammelstellen Donau-Monitoring	56
Tabelle 8 - Milchtouren	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Durchschnittliche jährliche Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung in mSv	6
Abbildung 2 – Radongebiete in Österreich	10
Abbildung 3 - Sammelintervall und Probenanzahl in den Jahren 2020-2023.....	13
Abbildung 4 - Probenahmestellen für Umweltproben im Überblick.....	14
Abbildung 5 - Verlauf der Beryllium-7-Aktivitätskonzentration (Wochenwerte) in Aerosolen während der Jahre 2020 bis 2023 an der Sammelstelle Klagenfurt.....	16
Abbildung 6 - Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration (Wochenwerte) in Aerosolen während der Jahre 1987 bis 2023 an der Sammelstelle Klagenfurt (log. Skala)	16
Abbildung 7 - Tritium-Aktivitätskonzentration im Niederschlag während der Jahre 1980 bis 2023 (Mediane)	18
Abbildung 8 - Verlauf der Tritium-Aktivitätskonzentration (Monatswerte jahresweise als Boxplot) in der Thaya bei Alt-Prerau beziehungsweise bei Bernhardsthal während der Jahre 1982 bis 2023	21
Abbildung 9 – Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration (Monatswerte) beim Donau-Monitoring in den Jahren 2022 und 2023 an der Sammelstelle Wallsee	25
Abbildung 10 - Probenahmestellen des Projekts "Beweissicherung Kernkraftwerke"	28
Abbildung 11 - Probenahmestellen für Trinkwasser und Milchtouren	30
Abbildung 12 - Verlauf der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Rohmilch aus der Sammeltour Flachau-Wagrain.....	32
Abbildung 13 - Regionale Verteilung von Cäsium-137 in der Rohmilch für das Jahr 2023..	32
Abbildung 14 - Strontium-90-Aktivitätskonzentration in Rohmilch aus Wiener Molkereien beziehungsweise der Molkerei Baden (bis 1999) und Milch aus dem Handel (ab 2000)....	33
Abbildung 15 – Standorte der neuen Großvolums-Aerosolsammler in Österreich.....	41
Abbildung 16 – Vergleich Nachweisgrenzen Aerosolsammler in Linz	42
Abbildung 17 - Cäsium-137 Bodenkontamination (in kBq/m ²) nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl (Fallout), 1.5.1986; Quelle: (Umweltbundesamt, 2018)	44
Abbildung 18 - Sammelstellen der verschiedenen Pilze in Österreich	45
Abbildung 19 - Verteilung der Cäsium-137-Aktivitätskonzentration in Eierschwammerlproben	47
Abbildung 20 - Beispiel für die Tiefenverteilung des Cäsium-137 im Boden (Probenahmestelle Radsberg, Kärnten)	50

Literaturverzeichnis

1. **Gruber, Valeria, et al.** *Radon in Österreich - Messkampagne, Radonkartierung, Bevölkerungsexposition*. Linz: AGES, 2022.
2. **Watson, A. P.** Polonium-210 and Lead-210 in Food and Tobacco Products: Transfer Parameters and Normal Exposure and Dose. *Nuclear Safety*. Vol. 26, 1985, Vol. No. 2, p. 179.
3. **P. Bossew, M. Ditto, T. Falkner, E. Henrich, K. Kienzl, U. Rappelsberger.** *Cäsiumbelastung der Böden Österreichs*. Wien: Umweltbundesamt Wien, 1996.
4. **M. Ditto et al.** *Radon-222 im Grundwasser – Ein österreichweiter Überblick*. Wien: Bericht der BALUF Wien, 1999.
5. **Berka, Rudolf, et al.** *Erläuterungen zur geologischen Themenkarte Radionuklide in den Grundwässern, Gesteinen und Bachsedimenten Österreichs 1:500.000*. Wien: Geologische Bundesanstalt, 2014. 978-3-85316-075-6.
6. **Veterinärverwaltung, Strahlenschutz, Toxikologie, Gentechnik (Bundeskanzleramt, Sektion VI).** *Beiträge Lebensmittelangelegenheiten - Radioaktivitätsmessungen in Österreich 1998; Daten und Bewertung*. Wien: s.n., 1999.
7. **UNSCEAR – United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation.** *Report of the United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sixty-sixth Session (10.–14. Juni 2019)*: United Nations, 2019.
8. **Umweltbundesamt.** Bodenbelastung durch Cäsium-137 bezogen auf 1. Mai 1986. Von https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/themen/energie/caesiumkarte_1986.pdf, 2018
9. **E. Kabai, A. H.** Radioaktive Kontamination von Speisepilzen (Stand: 2021, Messwerte 2018 bis 2020). Von Bundesamt für Strahlenschutz. BfS-34/21: https://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2021091428823/5/2021-08-20_Pilzbericht_2021.pdf, 2021

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

servicebuero@bmk.gv.at

bmk.gv.at