



Strahlen

	Seite
Aktuelle Situation: Radon	136
Was ist Radon?	136
Strahlenbelastung durch Radon	136
<hr/>	
Steirisches Radonprojekt	137
Ausblick: Radonsanierung und Radonförderung in der Steiermark	138
<hr/>	
Radiologisches Umweltmonitoring	139
Luft	140
Niederschlag	140
Oberflächenwasser	140
Bewuchs	141
Abwasser	141
Betrachtete Radionuklide	142
Ergebnisse des radiologischen Umweltmonitorings 2022 und 2023	142



Einleitung

Radioaktivität in der Umwelt – Radon. Radionuklide sind in der Umwelt überall anzutreffen. Grundsätzlich ist jeder Mensch auf der Erde auf natürliche Weise ionisierender Strahlung ausgesetzt. Niemand kann sich ihr entziehen. Ursache dafür sind Quellen, die in der Natur unabhängig vom Menschen entstanden sind und existieren.

Der größte Teil der Strahlung, der die Bevölkerung aus natürlichen Strahlenquellen ausgesetzt ist, ist auf Radon zurückzuführen.

Die gesamte natürliche Strahlenexposition in Österreich oder, genauer, die effektive Dosis einer Einzelperson in Österreich beträgt durchschnittlich 2,1 Millisievert im Jahr.

Das Sievert (Sv) ist die Einheit der effektiven Dosis, die ein Maß für das Strahlenrisiko des Menschen darstellt. Da ein Sievert eine sehr hohe Dosis ist, werden in der Praxis des Strahlenschutzes in der Regel Bruchteile der Doseinheit verwendet. Üblicherweise vorkommende Expositionen bewegen sich im Bereich von Millisievert (mSv) oder Mikrosievert (μ Sv).

Die gesamte Strahlenexposition des Menschen resultiert aber letztendlich aus dem Zusammenwirken der natürlich vorkommenden Strahlung und der künstlichen Strahlung, für die der Mensch die Verantwortung trägt. Der größte Anteil an künstlicher Strahlenexposition stammt aus der Anwendung ionisierender Strahlung und radioaktiver Stoffe in der Medizin.

Damit ergibt sich für die österreichische Bevölkerung aus der natürlichen und künstlichen Strahlung in Summe eine jährliche Strahlenexposition von ca. 4,5 mSv.

Abstract

Radiation

Radioactivity in the environment - radon. Radionuclides can be found everywhere in the environment. In principle, everyone on Earth is naturally exposed to ionizing radiation. No one can escape it. This is caused by sources that have arisen and exist in nature independently of humans.

Most of the radiation to which the population is exposed from natural radiation sources is due to radon.

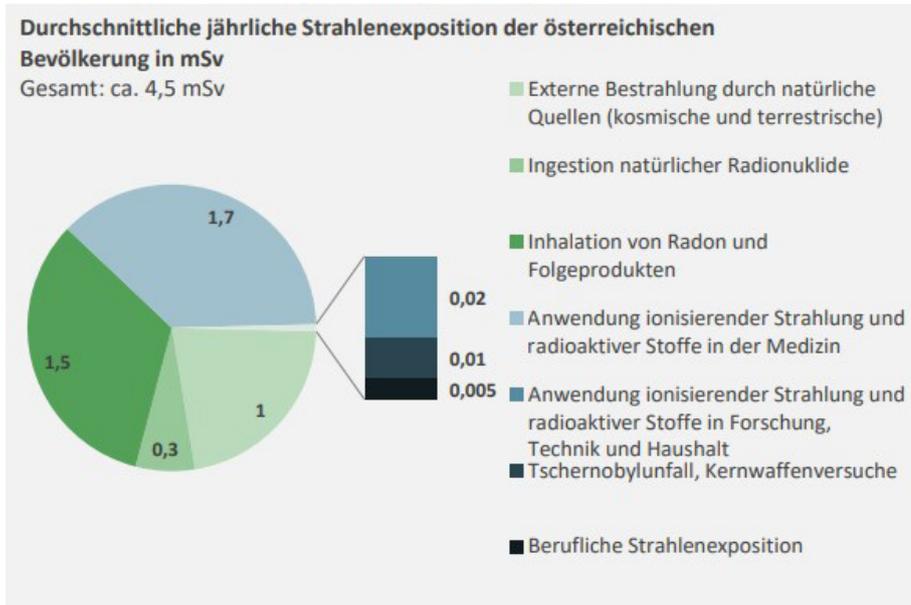
The total natural radiation exposure in Austria, or more precisely the effective dose of an individual in Austria, averages 2.1 millisieverts per year.

The sievert (Sv) is the unit of effective dose, which is a measure of the radiation risk to humans. As a sievert is a very high dose, fractions of the dose unit are generally used in radiation protection practice. Commonly occurring exposures are in the range of millisieverts (mSv) or microsieverts (μ Sv).

However, the total radiation exposure of humans ultimately results from the interaction of naturally occurring radiation and artificial radiation, for which humans are responsible. The largest proportion of artificial radiation exposure comes from the use of ionizing radiation and radioactive substances in medicine.

This results in a total annual radiation exposure of approx. 4.5 mSv for the Austrian population from natural and artificial radiation

Aktuelle Situation: Radon



Durchschnittliche jährliche Strahlenexposition der österreichischen Bevölkerung in mSv, © Radioaktivität und Strahlung in Österreich 2020, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

Was ist Radon?

Radon, mit dem Elementsymbol Rn im Periodensystem, ist ein natürliches, überall vorkommendes radioaktives Edelgas, das farb-, geruch- und geschmacklos ist. Radon ist ein Zerfallsprodukt der in Böden und Gesteinen vorkommenden radioaktiven Schwermetalle Uran und Thorium. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um die Isotope Rn-222 und Rn-220. Aus Böden und Gesteinen kann Radon relativ leicht entweichen und sich über Bodenluft oder gelöst in Wasser ausbreiten. Dabei kann es auch in die Raumluft von Gebäuden gelangen. Eine erste Abschätzung, ob mit erhöhten Radonkonzentrationen in der Raumluft von Gebäuden gerechnet werden muss, konnte anhand der Radonpotenzial- und Radonrisikokarten vorgenommen werden.

In Österreich sind Gebiete, in denen die geologischen Voraussetzungen durch das Vorhandensein von Uran und Thorium in Böden und Gesteinen gegeben sind, vor allem das Mittelgebirge aus Granit, das Granitbergland im Waldviertel und Mühlviertel Oberösterreichs, aber auch Regionen der Steiermark.

Strahlenbelastung durch Radon

Radon wird als ernstzunehmendes Gesundheitsrisiko angesehen. Nach dem Rauchen (ca. 85 %) sind Radon und seine Zerfallsprodukte die zweithäufigste Ursache (ca. 10 %) für Lungenkrebs. Bei Personen, die niemals geraucht haben, ist Radon sogar die häufigste Ursache dieser Tumorerkrankung. Über die Luft eingeatmetes Radongas wird zum überwiegenden Teil sofort wieder ausgeatmet. Das größte gesundheitliche Risiko geht also nicht vom radioaktiven Edelgas Radon selbst aus, sondern von dessen kurzlebigen radioaktiven Zerfallsprodukten. Diese Zerfallsprodukte sind Schwermetalle und können sich in der Lunge anlagern. Die in der Raumluft selbst vorhandenen freien Zerfallsprodukte des Radons lagern sich an den luftgetragenen Schwebeteilchen, den sogenannten Aerosolen an. Beim Atmen werden diese freien Zerfallsprodukte ebenfalls in der Lunge abgelagert. Von dort senden sie ionisierende Strahlung aus, die das unmittelbar umliegende Lungengewebe schädigt und langfristig Lungenkrebs auslösen kann.



Steirisches Radonprojekt

Die Radonkonzentration in Innenräumen hängt vor allem vom Gebäudezustand und von der Beschaffenheit des Untergrundes ab. In einigen Gebieten Österreichs muss aufgrund der Beschaffenheit des Untergrundes mit erhöhter Wahrscheinlichkeit mit hohen Radonkonzentrationen in Gebäuden gerechnet werden. Im Sinne des Gesundheitsschutzes ist es daher sinnvoll, solche Gebiete zu identifizieren und dort entsprechende Maßnahmen zu treffen.

Zur Verbesserung der Radonpotenzialkarte als Basis für Entscheidungen wie beispielsweise bautechnische Vorsorgemaßnahmen und Vergabe von Förderungen wurde im Jahr 2015 in der Steiermark in Zusammenarbeit mit dem damaligen Lebensministerium eine Radonmesskampagne gestartet.

Ziel des Projekts war es, in möglichst vielen Haushalten Radonmessungen durchzuführen. Für die konkreten Messungen konnte der Landesfeuerwehrverband der Steiermark mit seinen zahlreichen Feuerwehrmitgliedern gewonnen werden. In der Folge wurden Radonmessgeräte von der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH (AGES) an die teilnehmenden Haushalte verteilt und diese nach

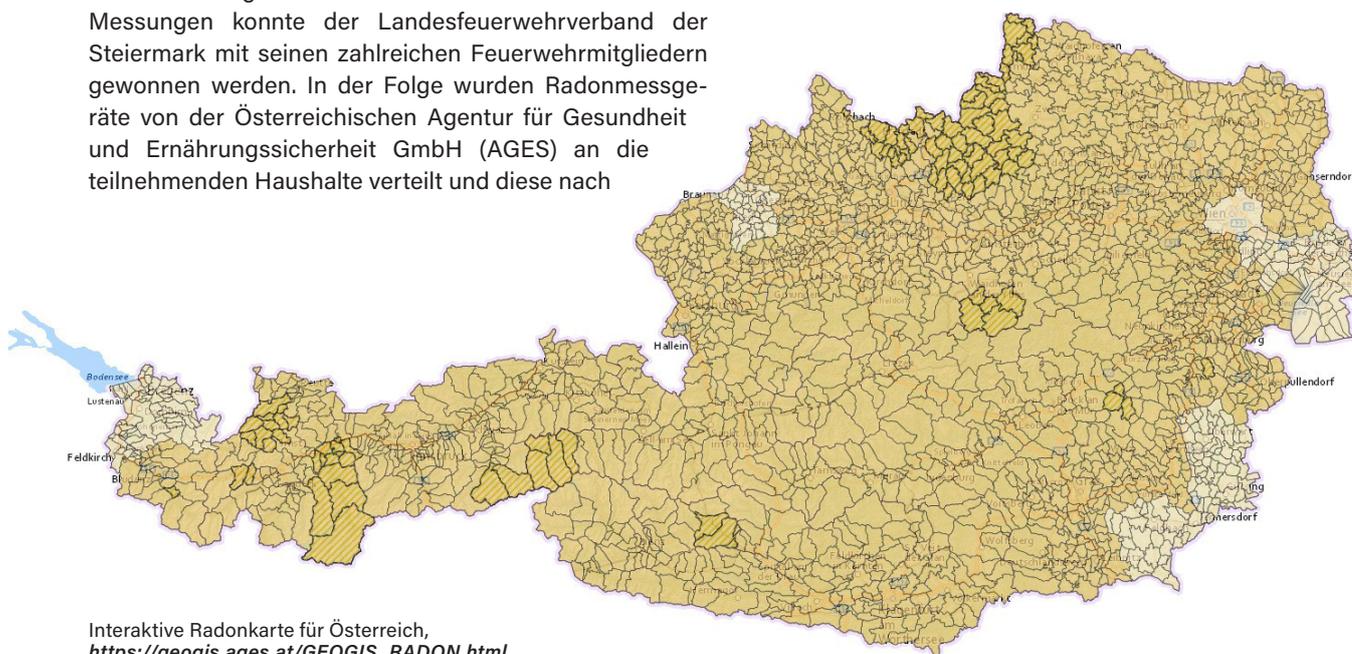
sechsmonatigem Messzeitraum ausgewertet. Auf diese Art und Weise konnten in 4752 Haushalten Radonmessungen in der Steiermark durchgeführt werden.

Die erhaltenen Messwerte zeigen, in welchen Gebieten der Steiermark erhöhte Radonkonzentrationen in Innenräumen am wahrscheinlichsten sind.

Ergebnis:

Auf Basis von österreichweiten Radonmessungen in Wohnungen wurden Radonschutzgebiete und Radonvorsorgegebiete festgelegt. Dies ermöglicht einen effizienten und nachhaltigeren Gesundheitsschutz vor Radon.

Mit der Radonschutzverordnung wurden im Jahr 2020 alle Gemeinden mit Ausnahme der Gemeinden im Bezirk Südoststeiermark in Radonvorsorgegebiete eingeteilt. In diesen Gebieten sind Radonvorsorgemaßnahmen in neu errichteten Gebäuden mit Aufenthaltsräumen zu treffen.



Interaktive Radonkarte für Österreich,
https://geogis.ages.at/GEOGIS_RADON.html



Die Gemeinden Fischbach, St. Kathrein am Hauenstein und Strallegg stellen Radonschutzgebiete dar. In Radonschutzgebieten sind Maßnahmen zum Gesundheitsschutz von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern verpflichtend vorgeschrieben. Diese Maßnahmen sind im Strahlenschutzgesetz 2020 festgelegt und werden in der zugehörigen Radonschutzverordnung näher beschrieben.

Die interaktive Radonkarte bietet die Möglichkeit, unter Eingabe von Postleitzahl oder Gemeindefnamen die zugehörigen Radonmaßnahmen abzurufen. Entsprechend der Festlegung von Radonvorsorge- und Radonschutzgebieten werden verpflichtende und empfohlene Radonmaßnahmen angegeben.

Für baurechtlich genehmigungspflichtige Vorhaben ergeben sich in der Steiermark durch die aktuelle Festlegung von Radonvorsorgegebieten keine Änderungen, da das Steiermärkische Baurecht und die OIB-Richtlinie 3 bereits seit 2012 Radonvorsorgemaßnahmen verbindlich vorschreiben.

Für bestehende Gebäude gibt es keine rechtlich verbindlichen Vorgaben für Sanierungsmaßnahmen. Da aber auch in bestehenden Gebäuden eine erhöhte Radonkonzentration auftreten kann, werden Radonmessungen empfohlen.

Ausblick: Radonsanierung und Radonförderung in der Steiermark

Liegt die Radonkonzentration in einem Gebäude über dem Referenzwert von 300 Bq/m³, kann dies durch erprobte Sanierungsmaßnahmen am Gebäude behoben werden.

Zur Reduktion von Radon in der Raumluft von bestehenden Gebäuden stehen neben dem verstärkten Lüften verschiedene bautechnische Möglichkeiten zur Verfügung. Die Maßnahmen reichen vom Abdichten von Bauteilen wie der Bodenplatte bis zum Absaugen der Bodenluft unterhalb des Gebäudes. Bevor mit der Sanierung begonnen wird, können detaillierte Radonmessungen als Grundlage für die Sanierungsplanung von einer Fachkraft sinnvoll sein.

Das Land Steiermark bietet eine Förderung von baulichen Adaptierungen zur Senkung der Radonkonzentration in Wohnräumen an.

Voraussetzung für die Förderung ist eine Radonkonzentration von mehr als 1000 Bq/m³. Die Bestimmung der Radonkonzentration hat durch eine Langzeitmessung gemäß ÖNORM S 5280-1 zu erfolgen.

Die Gewährung der Förderung ist an ein kostenloses Beratungsgespräch durch einen Radonexperten des Landes vor Ort gebunden. Beim zu fördernden Objekt muss es sich um ein Wohngebäude handeln, das ständig (mit Hauptwohnsitz!) bewohnt wird.

Die Förderung besteht in der Gewährung eines nicht rückzahlbaren Förderungsbeitrages in Höhe von maximal 22 % der für die baulichen Maßnahmen anerkannten Kosten. Die höchstmögliche Förderung pro Wohneinheit beträgt 1500 Euro.

Weitere Informationen zur Förderung des Landes Steiermark finden sich unter: <https://www.wohnbau.steiermark.at/cms/beitrag/12840234/167097041/>

Radiologisches Umweltmonitoring

Zwischenfälle in Kernkraftwerken mit Emissionen von radioaktiven Stoffen können auch das Bundesland Steiermark betreffen. Derartige Kontaminationen können durch das radiologische Umweltmonitoring quantitativ und qualitativ festgestellt und dokumentiert werden.

Dies gilt als Basis für Vergleiche und Abschätzungen eventueller Belastungen, die durch künstliche Radionuklide hinzukommen, die aus den umliegenden kerntechnischen Anlagen emittiert werden.

Zusammen mit den Daten der bundesweiten Radioaktivitätsüberwachung liefern die Ergebnisse des radiologischen Umweltmonitorings eine umfassende Darstellung der bestehenden Strahlenbelastung in der Steiermark.

Damit ist die Basis für Vergleiche und Abschätzungen eventueller neuer Belastungen durch künstliche Radionuklide, die aus kerntechnischen Anlagen emittiert werden, geschaffen.

Somit können später behauptete Vorbelastungen bestätigt beziehungsweise dementiert werden.

Untersuchte Medien

- Luft
- Oberflächenwasser
- Niederschlag
- Bewuchs
- Abwasser

Untersuchungsumfang

Je nach Verfügbarkeit werden für die einzelnen Medien Untersuchungsintervalle festgelegt.

Messung der Ortsdosisleistung

Im Sinne einer Beweissicherung werden auch In-Situ-Strahlungsmessungen in der Steiermark durchgeführt. Dazu wird mit geeichten Messgeräten die Ortsdosisleistung an Stellen gemessen, an denen jährlich die Bewuchsproben entnommen werden. Die Messhöhe beträgt 1 Meter über dem Boden. Die Angabe der Ortsdosisleistung erfolgt in der Einheit $\mu\text{Sv/h}$.

Medium	Intervall	Methode
Luft	monatlich	Luftfilter der Standorte Graz-Nord und Leibnitz
Oberflächenwasser	vierteljährlich	Gewässerproben von 12 Fließgewässern
Niederschlag	vierteljährlich	Niederschlagsproben von 10 Stationen
Bewuchs	jährlich	Bewuchsproben von 18 Standorten
Abwasser	jährlich	Abwasserproben von 11 Kläranlagen

Tabelle 1: Untersuchungsumfang und Methode

Luft

Das Monitoringintervall für die Luft beträgt einen Monat. Die Luftfilter stammen aus der Routineüberwachung der Luftgüte an den Stationen Graz-Nord und Leibnitz. Die Luftfilter des Referats Luftreinhaltung werden für jeweils 24 Stunden besaugt. Somit liegt für jeden Tag eines Monats ein Luftfilter vor. Die Stationen werden alle 2 Wochen mit neuen Filtern bestückt.

Die Luftfilter werden zur Strahlenmesstechnik Graz (staatlich akkreditierte Prüf- und Überwachungsstelle, kurz SMG) gebracht und dort gesammelt gemeinsam spektroskopisch ausgewertet. Erforderlichenfalls können die Luftfilter auch einzeln ausgewertet werden und damit eine tagesbezogene Analyse durchgeführt werden.

Station	PLZ	Gemeinde
1	8051	Graz (Station Graz-Nord)
2	8430	Leibnitz

Tabelle 2: Standorte für die Entnahme von Luftproben

Niederschlag

Für das Monitoring von Niederschlag werden in der Steiermark 10 Messstandorte quartalsweise in den Monaten Februar, Mai, August und November vom Referat Hydrografie beprobt. Die Festlegung der Messstandorte erfolgt durch das Referat Hydrografie.

Die Proben werden von der SMG gammaspektroskopisch untersucht.

Nr.	PLZ	Gemeinde
1	8970	Schladming_NLV
2	8790	Seeau
3	8635	Gollrad (Wegscheid)
4	8844	Schöder
5	8720	Glein
6	8010	Graz (Wartingergasse)
7	8522	Hochgleinz
8	8330	Feldbach
9	8190	Birkfeld (Schule)
10	8271	Waltersdorf in Oststeiermark

Tabelle 4: Standorte für die Entnahme von Niederschlag

Oberflächenwasser

Für das Monitoring werden Gewässerproben von 12 Fließgewässern quartalsweise in den Monaten Februar, Mai, August und November vom Referat Gewässeraufsicht und Gewässerschutz gezogen.

Die Probenahme erfolgt nach den Festlegungen der Gewässeraufsicht. Die Proben werden von der SMG gamma-spektroskopisch untersucht.

Fluss	PLZ	Gemeinde
Koppentraun	8990	Bad Aussee
Enns	8970	Schladming
Enns	8934	Altenmarkt bei St. Gallen
Mur	8862	Stadl-Predlitz
Mur	8471	Spielfeld
Mur	8490	Bad Radkersburg
Mürz	8600	Bruck an der Mur
Kainach	8410	Wildon
Sulm	8430	Wagna
Raab	8350	Fehring
Feistritz	8280	Fürstenfeld
Lafnitz	8280	Fürstenfeld

Tabelle 3: Standorte für die Entnahme von Oberflächenwasser

Bewuchs

Das Monitoring für Bewuchs erfolgt einmal jährlich. Dazu werden 21 Bewuchsproben nach Maßgabe des Probenahmeplans für radiologische Notstandssituationen an definierten Standorten in der Steiermark gezogen.

Die Proben werden für die radiologische Auswertung zur SMG gebracht und gammaspektroskopisch ausgewertet.

Nr.	PLZ	Gemeinde
1	8972	Ramsau/Dachstein
2	8983	Bad Mitterndorf
3	8911	Hall/Admont
4	8921	Mooslandl
5	8794	Praebichl
6	8630	Mariazell
7	8600	Bruck/Mur
8	8832	Oberwölz
9	8732	Seckau
10	8654	Fischbach
11	8230	Hartberg
12	8160	Weiz
13	8580	Köflach
14	8530	Deutschlandsberg
15	8430	Leibnitz
16	8330	Feldbach
17	8490	Bad Radkersburg
18	8073	Graz-Thalerhof (Feldkirchen)
19	8010	Graz, Weinzöttl
20	8054	Graz, St. Martin
21	8010	Graz, Nähe Rettung Münzgrabenstr.

Tabelle 6: Standorte für die Entnahme von Bewuchs

Abwasser

Für das Monitoring von Abwässern aus 11 Kläranlagen werden jährlich Proben vom Referat Abfall- und Abwassertechnik, Chemie gezogen.

KANR	PLZ	Gemeinde
4	8523	Frauental
6	8665	Langenwang/Mürz I
9	8970	Schladming
15	8077	Graz Gössendorf
17	8720	Knittelfeld
29	8850	Murau
117	8940	Liezen
152	8471	Strass
168	8580	Köflach Gradenbachtal
476	8280	Fürstenfeld
91	8501	ARA Lieboch

Tabelle 5: Kläranlagenstandorte für die Entnahme von Abwasserproben

Betrachtete Radionuklide

Für das radiologische Umweltmonitoring werden ausschließlich Radionuklide in Betracht gezogen, die nach Zwischenfällen dauerhaft in Kernanlagen auftreten können. Die in der Natur stets vorhandene Radioaktivität wird in den Proben gammaspektroskopisch stets mitgemessen, in den Prüfberichten aber nicht ausgewiesen. Da die Spektren archiviert werden, ist jedoch jederzeit eine nachträgliche Analyse der Messdaten möglich.

Radionuklide in Zusammenhang mit Zwischenfällen in Kernkraftwerken

Das radiologische Umweltmonitoring zielt in erster Linie auf gammastrahlende Radionuklide ab, die bei Zwischenfällen in Kernkraftwerken auftreten können. Betrachtet werden:

- Cäsium 134 (Cs-134)
- Cäsium 137 (Cs-137)
- Iod 131 (I-131)

Natürliche Radionuklide

Einige der seit der Erdentstehung vorkommenden natürlichen Radionuklide, der sogenannten primordialen Radionuklide, zerfallen nicht unmittelbar zu einem stabilen, nicht radioaktiven Atom, sondern durchlaufen natürliche Zerfallsreihen. Hierbei entstehen zahlreiche, ihrerseits wieder radioaktive, Atome. In der Natur existieren drei derartige natürliche Zerfallsreihen, die nach ihren jeweiligen Ausgangsnukliden benannt werden. Es handelt sich hierbei um die Zerfallsreihen von Uran 238 (U-238), Uran 235 (U-235) und Thorium 232 (Th-232).

Aus diesen Zerfallsreihen stammen beispielsweise Radium 228 (Ra-228) und das Edelgas Radon 222 (Rn-222) vom Ausgangsnuklid U-238. Das Radionuklid Ra-228 stammt aus der Th-232-Zerfallsreihe.

Auch Kalium 40 (K-40) kommt in der Natur vor und findet sich in den untersuchten Proben.

Das Beryllium-Isotop Be-7 tritt auf der Erde in sehr geringen Spuren auf, nämlich als Produkt von Sauerstoff und Stickstoff durch die Einwirkung kosmischer Strahlung. Be-7 zerfällt aber schnell wieder mit einer Halbwertszeit von etwa 53 Tagen. Speziell nach Gewitterereignissen kann Be-7 in Luftfilterproben nachgewiesen werden.

Radionuklide aus der Medizin

Radionuklide, die in der Nuklearmedizin für diagnostische und therapeutische Zwecke eingesetzt werden, können über Patientenausscheidungen in geringen Mengen in das Abwasser gelangen und werden gelegentlich in den Proben nachgewiesen. Zu erwähnen sind hier beispielsweise Technetium 99 (Tc-99m), Iod 131 (I-131) oder Lutetium 177 (Lu-177).

Ergebnisse des radiologischen Umweltmonitoring 2022 und 2023

Die Auswertungen der Proben erfolgen in der staatlich akkreditierten Prüfstelle und behördlich anerkannten Überwachungsstelle Strahlenmesstechnik Graz.

Für die Detektion der Radionuklide werden gamma-spektroskopische Methoden mit hochauflösenden Halbleiterdetektoren angewendet. Damit können extrem niedrige Nachweisgrenzen erzielt werden.

Diese betragen für die Radionuklide Cs-134, Cs-137 und I-131 ca. 0,1 Bq pro Liter für Wasserproben und weniger als 1 Bq pro Kilogramm für Grünbewuchsproben. Die nachweisbare Aktivitätskonzentration in der Luft liegt bei 10 µBq pro Kubikmeter.

Die Auswertungen der Messungen für die Jahre 2022 und 2023 zeigen, dass die Aktivitätskonzentrationen in den untersuchten Proben unter den Nachweisgrenzen lagen.

