

Überwachung der Radioaktivität im Trinkwasser

Antworten auf häufig gestellte Fragen

Einführung

Durch die Dritte Änderung der TrinkwV 2001 sind die bereits bestehenden Regelungen zur Überwachung von Wasserversorgungsanlagen bezüglich radioaktiver Stoffe konkretisiert und EU-konform erweitert worden.

Im Folgenden sollen die häufig gestellten Fragen zur Radioaktivität und zur Überwachung der Radioaktivität im Trinkwasser gemäß Trinkwasserverordnung beantwortet werden.

Warum wurde die Trinkwasserverordnung geändert?

Die Dritte Änderung der Trinkwasserverordnung vom 18. November 2015 setzt die am 22. Oktober 2013 vom Rat der Europäischen Union verabschiedete Richtlinie „2013/51/EURATOM zur Festlegung von Anforderungen an den Schutz der Gesundheit der Bevölkerung hinsichtlich radioaktiver Stoffe in Wasser für den menschlichen Gebrauch“ in nationales Recht um. Mit der neuen Verordnung, die Anforderungen an die Messung und Überwachung der Trinkwasserqualität im Hinblick auf künstliche und natürliche radioaktive Stoffe festgelegt, wird sichergestellt, dass Belastungen mit Radionukliden, die im Einzelfall im Trinkwasser auftreten können, erkannt und beseitigt werden können.

Erlassdatum und Fundstelle

18. November 2015 (BGBl. I S. 2076)

Dritte Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung

Inkrafttreten:

26. November 2015

Anmerkung

Die ab dem 26. November konsolidierte Fassung der Trinkwasserverordnung wurde im Bundesgesetzblatt bekannt gegeben (Bekanntmachung vom 10. März 2016, BGBl.2016, I S. 459)¹.

Wenn die Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch in ihrer aktuellen Fassung zitiert werden soll, kann auch die amtliche Kurzbezeichnung „Trinkwasserverordnung“ oder die amtliche Abkürzung „TrinkwV 2001“ gewählt werden. Wenn es darauf ankommt, die Trinkwasserverordnung in einer bestimmten Fassung zu bezeichnen, so ist das Vollzitat geeignet. Beispielsweise lautet das Vollzitat der aktuell geltenden Fassung wie folgt: „Die Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459, die durch Artikel 4 Absatz 21 des Gesetzes vom 18. Juli 2016 (BGBl. I S. 16666) geändert worden ist.“

¹ http://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s0459.pdf

Was sind radioaktive Stoffe und welche Wirkung haben sie?

Radioaktivität ist die Eigenschaft instabiler Atomkerne, spontan (d.h. ohne äußere Einwirkung) ionisierende Strahlung auszusenden. Der Kern wandelt sich dabei unter Aussendung von Teilchen (Alpha- und Betastrahlung) in einen anderen Kern um oder ändert unter Energieabgabe (Gammastrahlung) seinen Zustand. Je nach Art und Energie wechselwirkt die ausgesendete Strahlung mit Materie. Häufig bewirkt die Strahlung eine Abspaltung von Elektronen (Ionisation). Im biologischen Gewebe kann ionisierende Strahlung zu einer Schädigung von Zellen oder Zellbestandteilen insbesondere der Erbgut tragenden DNS (Desoxyribonukleinsäure) führen. Die biologische Wirksamkeit ist u. A. abhängig von der Strahlenart, der Energie, der chemischen Verbindung, dem Alter der Person und dem Expositionspfad.

Die Strahlenbelastung des Menschen beruht auf zwei Expositionspfaden:

- Die äußere Strahlenexposition durch Gammastrahlung, deren natürlicher Beitrag sich vorwiegend aus kosmischer und terrestrischer Strahlung zusammensetzt.
- Die innere Strahlenexposition, die infolge der Aufnahme radioaktiver Stoffe in den Körper, zum Beispiel durch die Atmung (Inhalation) oder durch Nahrungs- bzw. Trinkwasseraufnahme (Ingestion) erfolgt. Die innere Strahlenexposition wird insbesondere durch Alphastrahlung und Betastrahlung verursacht.

Im Hinblick auf die Herkunft der radioaktiven Stoffe unterscheidet man zwischen natürlicher (in der Natur vorkommenden) und künstlicher (oder zivilisatorischer, vom Menschen erzeugter) Radioaktivität, wobei die biologische Wirkung in beiden Fällen prinzipiell gleich ist.

Wie gelangen natürliche Radionuklide in das Trinkwasser?

Die Hauptursache für die Radioaktivität im Trinkwasser sind die Radionuklide der natürlichen Zerfallsreihen Uran-238 (U-238), Uran-235 (U-235) und Thorium-232 (Th-232). Sie sind in Abhängigkeit der geologischen Verhältnisse in allen Gesteinen und damit in allen Böden enthalten. Durch komplexe Lösungs- und Transportprozesse gelangen diese Radionuklide in unterschiedlichem Umfang in das Grundwasser und Oberflächenwasser und somit auch in das Roh- und Trinkwasser. Die Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide im Trinkwasser sind daher abhängig von den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen, dem genutzten Wasservorkommen und den Gehalten der Untergrundgesteine an Uran und Thorium sowie der Entnahmetiefe. Trinkwasser aus granitisch geprägten Gebieten weist in der Regel höhere Radioaktivitätskonzentrationen auf. Die Aktivitätskonzentrationen der aus Grundwasser gewonnenen Trinkwässer sind im Allgemeinen höher als diejenigen, die im Trinkwasser, welches aus Oberflächenwasser gewonnen wird, zu finden sind. Natürliche Radionuklide, die auf Grund ihrer biologischen Wirksamkeit und Löslichkeit einen relevanten Dosisbeitrag liefern sind Radon-222 (Rn-222), Radium-228 (Ra-228), Radium-226 (Ra-226), Polonium-210 (Po-210), Blei-210 (Pb-210), Uran-238 (U-238) und Uran-234 (U-234). Andere natürliche und künstliche Radionuklide tragen auf Grund der geringen Konzentration und niedrigen Dosiskoeffizienten nur in einem vernachlässigbaren Maß zur Strahlenexposition bei.

Die mittlere jährliche Strahlenexposition durch Radionuklide aus natürlichen Quellen in Deutschland beträgt für die Bevölkerung 2,1 mSv/a (Tabelle 1). Die Studie „Strahlenexposition durch Radionuklide in Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland“² des Bundesamtes für Strahlenschutz zeigt, dass Trinkwasser in Deutschland nur geringfügig zur gesamten jährlichen Strahlenexposition aus natürlichen Quellen beiträgt (mittlere Ingestionsdosis: 0,009 mSv/a bei Erwachsenen; 0,05 mSv/a bei

² „Strahlenexposition durch Radionuklide in Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland“, BfS 2009 (http://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-20100319945/3/BfS_2010_SW_06_09.pdf)

Säuglingen). Die Schwankungsbreite der Aktivitätskonzentrationen und der ermittelten Strahlenexpositionen ist allerdings beträchtlich. In Einzelfällen können daher aus Vorsorgegründen Maßnahmen zur Reduzierung der Aktivitätskonzentrationen angezeigt sein.

Tabelle 1: Effektive Jahresdosis einer Person durch ionisierende Strahlung im Jahr 2014 gemittelt über die Bevölkerung Deutschlands und aufgeschlüsselt nach Strahlenursprung.

(Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Bonn, 2016 "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung Jahresbericht 2014")

	Mittlere effektive Dosis in Millisievert pro Jahr [mSv/a]
Natürliche Strahlenexposition	
kosmische Strahlung	0,3
terrestische Strahlung	0,4
Nahrung	0,3
Inhalation von Radon und Folgeprodukten	1,1
Summe: Natürliche Strahlung	ca. 2,1
Zivilisatorische Strahlenexposition	
Anwendung radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung in der diagnostischen Medizin	1,9
Forschung / Technik / Haushalt	< 0,01
Kerntechnische Anlagen	< 0,01
Reaktorunfall Tschernobyl	< 0,011
Fallout von Kernwaffenversuchen	< 0,01
Summe: Zivilisatorische Strahlenexposition	ca. 1,9

Wird die künstliche Radioaktivität im Trinkwasser überwacht?

Die Überwachung auf künstliche Radionuklide erfolgt nach zwei Prinzipien.

Zum einen werden im Rahmen der allgemeinen Umweltradioaktivitätsüberwachung, auf Grundlage des Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG), durch die amtlichen Stellen der Bundesländer routinemäßig relevante Umweltmedien auf Radionuklide untersucht. Dazu gehören u.a. die Bestimmungen von Alpha-Strahlern (Am-241, U- und Pu-Isotope), Beta-Strahlern (H-3, Sr-90) und Gamma-Strahlern (Cs-137, K-40, I-131) im Roh- und Trinkwasser aus Grundwasser und Oberflächenwasser.

Zum anderen werden -anlagenbezogen-, auf der Grundlage von §48 Strahlenschutzverordnung nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“, die Ableitungen von Radioaktivität in Luft und Wasser sowie die Einhaltung von Dosisgrenzwerten in der Umgebung von kerntechnischen Anlagen durch den Betreiber oder beauftragte Sachverständige überwacht.

In Nordrhein-Westfalen gibt es fünf amtliche Messstellen, die jeweils für einen Regierungsbezirk zuständig sind:

- Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (CVUA MEL): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Münster
- Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Ostwestfalen-Lippe (CVUA OWL): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Detmold
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV): amtliche Messstelle nach StrVG und REI für den Regierungsbezirk Köln
- Landesbetrieb Mess- und Eichwesen (LBME): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Arnsberg
- Landesinstitut für Arbeitsgestaltung (LIA): Inkorporationsmessstelle und amtliche Messstelle nach StrVG und REI für den Regierungsbezirk Düsseldorf

Die Ergebnisse der Untersuchungen in NRW werden jährlich in einem Jahresbericht dokumentiert und auf der Internetseite des LANUV unter <http://www.lanuv.nrw.de/umwelt/strahlung/radioaktivitaet/> veröffentlicht.

Die im Rahmen der Umweltüberwachung erhobenen Untersuchungsergebnisse werden in einem bundesweiten DV-Netz ("Integriertes Mess- und Informationssystem für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt" (IMIS)) zusammengeführt und bereitgestellt. Sie sind Grundlage von Modellrechnungen und Prognosen.

Die Ergebnisse werden in verschiedenen Berichten z.B. Jahresberichte des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit und des Bundesamtes für Strahlenschutz veröffentlicht.³

Messwerte für verschiedene Umweltmedien sind anschaulich über das BfS-Geoportal unter <http://www.imis.bfs.de> abrufbar.

Welche Behörde ist in Nordrhein-Westfalen zuständig für die Überwachung von radioaktiven Stoffen nach Trinkwasserverordnung?

Die Radioaktivitätsüberwachung im Trinkwasser ist gemäß TrinkwV 2001 durch die „zuständige Behörde“ durchzuführen. Die Trinkwasserverordnung überlässt somit den einzelnen Ländern die Entscheidung, welche Behörde zuständig ist.

In NRW wird die Zuständigkeit für den Vollzug der Trinkwasserverordnung in der jeweils geltenden Fassung (TrinkwV 2001) über die Zuständigkeitsverordnung Umweltschutz (ZustVU) NRW vom 3. Februar 2015 (in Kraft getreten am 31.3.2015) geregelt. Gemäß § 4 ZustVU in Verbindung mit Anhang II Nr. 21.4. ist für die Überwachung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser das Gesundheitsamt zuständig.

³ Berichte des Bundesstrahlenschutzes „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“

<https://doris.bfs.de/jspui/handle/urn:nbn:de:0221-2015060312762>

Berichte der Bundesregierung über Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“

<https://www.bfs.de/SharedDocs/Downloads/BfS/DE/fachinfo/parlamentsberichte-dip.html>

Bericht der Leitstellen des Bundes und des Bundesamtes für Strahlenschutz“ (2014) „Umweltradioaktivität in der Bundesrepublik Deutschland: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0221-2015103013753>]

An welche Fachbehörde können sich die Gesundheitsämter NRW bei fachlichen Fragen zur Radioaktivität wenden?

Bei grundsätzlichen fachlichen Fragen zur Radioaktivität und insbesondere bei Fragen zur Umweltradioaktivität können sich die Gesundheitsämter NRW an folgende Behörden wenden:

- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS), Leitstelle für Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Abfälle und Abwasser aus kerntechnischen Anlagen
- Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Münsterland-Emscher-Lippe (CVUA MEL): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Münster
- Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Ostwestfalen-Lippe (CVUA OWL): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Detmold
- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV): amtliche Messstelle nach StrVG und REI für den Regierungsbezirk Köln
- Landesbetrieb Mess- und Eichwesen (LBME): amtliche Messstelle nach StrVG für den Regierungsbezirk Arnsberg
- Landesinstitut für Arbeitsgestaltung (LIA): Inkorporationsmessstelle und amtliche Messstelle nach StrVG und REI für den Regierungsbezirk Düsseldorf

Für welche Anlagen besteht Untersuchungspflicht?

Untersuchungspflicht besteht für Unternehmer und sonstige Inhaber von Wasserversorgungsanlagen nach § 3 Nr. 2 Buchstabe a (zentrales Wasserwerk).

Für Wasserversorgungsanlagen nach § 3 Nr. 2 Buchstabe b (dezentrales Wasserwerk) besteht die Untersuchungspflicht nur bei Anordnung durch das Gesundheitsamt. Die Notwendigkeit der Anordnung ergibt sich dann, wenn z.B. bei einem zentralen Wasserwerk, das unter gleichen oder ähnlichen geologischen und hydrologischen Gegebenheiten Trinkwasser gewinnt, erhöhte Aktivitätskonzentrationen festgestellt wurden.

Für Kleinanlagen zur Eigenversorgung (Wasserversorgungsanlage nach § 3 Nr. 2 Buchstabe c besteht keine Untersuchungspflicht.

Welche Stoffe müssen überwacht werden?

Untersucht werden müssen Radon-222 und die Richtdosis (für natürliche Radionuklide). Da die Überwachung der künstlichen Radionuklide in Deutschland bereits auf Grundlage des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) und der Strahlenschutzverordnung erfolgt, sind in der Regel zusätzliche Untersuchungen des Trinkwassers auf Tritium und andere künstliche Radionuklide nicht erforderlich. Liegen allerdings konkrete Anhaltspunkte (z.B. kerntechnischer Unfall) für eine Überschreitung der festgelegten Parameterwerte für künstliche Radionuklide vor, kann die Behörde ihre Untersuchung anordnen.

Die Trinkwasserverordnung gibt für folgende Parameter Parameterwerte vor.

Tabelle 2: Parameterwerte für Radioaktive Stoffe nach Anlage 3a, Teil I TrinkwV

Parameter	Parameterwert
Radon-222	100 Bq/l
Tritium	100 Bq/l
Richtdosis*	0,1 mSv/a

*Die Richtdosis ist das Produkt aus der jährlichen Aufnahme von 730 Litern Trinkwasser, den veröffentlichten Dosiskoeffizienten (BAnz. Nr.160a und Nr. 160b vom 28. August 2001) und den gemessenen Radionuklid-konzentrationen. Aktivitätskonzentrationen von K-40, Tritium (eigener Parameterwert), Radon-222 (eigener Parameterwert) und seine kurzlebigen Zerfallsprodukte werden nicht berücksichtigt.

Was ist ein „Parameterwert für radioaktive Stoffe“?

Der „Parameterwert für radioaktive Stoffe“ ist kein Grenzwert, sondern ein Vorsorgewert, bei dessen Überschreitung geprüft werden muss, ob ein Risiko für die menschliche Gesundheit besteht und ob Maßnahmen – auch unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit - erforderlich sind.

Die Parameterwerte liegen im gesundheitlichen Vorsorgebereich. Ggf. zu ergreifende Maßnahmen bei Überschreitung der Parameterwerte zielen nicht darauf ab, drohende Gefahren abzuwenden, sondern bereits im gesundheitlichen Vorsorgebereich Risiken für die menschliche Gesundheit soweit mit vertretbarem Aufwand und im Rahmen der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten zu minimieren. Die Entscheidung, ob und in welchem Umfang Maßnahmen zu ergreifen sind, liegt beim zuständigen Gesundheitsamt.

Warum hat Uran zusätzlich einen chemischen Grenzwert?

Uran hat auf Grund seiner chemischen Toxizität einen Grenzwert für die Massenkonzentration in Höhe von 10 µg/l (= 0,010 mg/l). Dieser Wert von 10 µg/l wird praktisch ausschließlich durch das Isotop U-238 verursacht und entspricht einer U-238-Aktivitätskonzentration, die nur einen Bruchteil (1/24) des nuklidspezifischen Referenzwertes von 3 Bq/l ausmacht (10 µg/l entspricht 0,124 Bq/l). Darin kommt die deutlich höhere Relevanz infolge der chemischen Toxizität des Urans im Vergleich zu seiner Radiotoxizität zum Ausdruck. Wird der chemische Grenzwert von Uran eingehalten, ist davon auszugehen, dass die Radioaktivitätskonzentration von U-234 und U-238 gering ist.

Wie ist das Untersuchungskonzept für die Trinkwasserüberwachung aufgebaut?

Das Untersuchungskonzept ist zweistufig aufgebaut.

- **Erstuntersuchung**

Die Erstuntersuchung dient der Ermittlung und Bewertung der im Jahresdurchschnitt vorliegenden Aktivitätskonzentration im Trinkwasser.

Die Erstuntersuchung umfasst 4 Untersuchungen in 4 unterschiedlichen Quartalen innerhalb von 12 Monaten. Dadurch sollen jahreszeitliche und betriebsbedingte Schwankungen erfasst werden. Bei Wasserversorgungsanlagen, die am 26.11.2015 bereits betrieben wurden, ist die Erstuntersuchung bis 26.11.2019 durchzuführen. Das heißt: Für die Übergangsfrist von 4 Jahren nach Inkrafttreten der Verordnung müssen die Erstuntersuchungen bei bestehenden Anlagen nicht innerhalb von 12 Monaten nach Beginn der Erstuntersuchung durchgeführt werden, sondern können sich über einen maximalen Zeitraum von 4 Jahren erstrecken. Obwohl die Streckung der Erstuntersuchung über 4 Jahre rechtlich

möglich ist, ist eine Erstuntersuchung (4 Quartalsmessungen) innerhalb von 12 Monaten erstrebenswert. Nach Ende dieser Übergangsfrist müssen die Erstuntersuchungen in 4 unterschiedlichen Quartalen innerhalb von 12 Monaten durchgeführt werden.

Wesentliche Änderungen bei der Wassergewinnung oder –aufbereitung, die sich auf den Gehalt an Radionukliden nachteilig auswirken können, erfordern erneut eine Untersuchung im Sinn der Erstuntersuchung.

Zu untersuchen sind Radon-222 und die Richtdosis, Untersuchungen auf Tritium und andere künstliche Radionuklide sind i.d.R. nicht erforderlich.

Zur Ermittlung des Jahresdurchschnittes wird der Mittelwert der Messwerte der 4 Untersuchungen in 4 unterschiedlichen Quartalen gebildet.

- *Regelmäßige Untersuchung*

Regelmäßige Untersuchungen sind erforderlich, wenn bei der Erstuntersuchung (d.h. der ermittelte Jahresdurchschnitt) eine signifikante, aus Strahlenschutzgesichtspunkt nicht zu vernachlässigende Überschreitung eines oder mehrerer Parameterwerte nachgewiesen wurde.

Eine regelmäßige Untersuchung ist nicht erforderlich, wenn die Parameterwerte bei der Erstuntersuchung (gemittelter Wert über die 4 Quartale) eingehalten wurden oder nur eine geringfügige Überschreitung zeigen.

Die Mindesthäufigkeit für die regelmäßige Untersuchung ergibt sich aus der Tabelle Anlage 3a Teil III [z.B. sind bei einer abgegebenen Wassermenge von 6000 m³/d 3 Untersuchungen pro Jahr durchzuführen. 1 für die ersten 1000 m³/d + 1 für die weiteren 3300 m³/d + 1 für die verbleibenden 1700 m³/d].

Zeigen die vorherigen Ergebnisse stabile Aktivitätskonzentrationen an natürlich vorkommenden Radionukliden, kann das Gesundheitsamt abhängig von den örtlichen Gegebenheiten eine geringere Untersuchungshäufigkeit festlegen und den Untersuchungsumfang anpassen.

Werden Aufbereitungsmaßnahmen mit dem Ziel den Gehalt an Radionukliden zu reduzieren durchgeführt, muss durch regelmäßige Untersuchungen die Wirksamkeit der Aufbereitungsmaßnahme kontrolliert werden.

Wie wird die Richtdosis ermittelt?

Im Unterschied zu den Parametern Radon-222 und Tritium, die durch Aktivitätsmessungen direkt bestimmt werden, ist der Parameter Richtdosis keine direkt messbare Größe.

Bei der Richtdosis handelt es sich um einen rechnerisch ermittelten Wert für die effektive Dosis und somit ein Maß für das gesundheitliche Risiko durch ionisierende Strahlen. Die Richtdosis ist das Produkt aus der jährlichen Aufnahme von 730 Litern Trinkwasser, den veröffentlichten Dosiskoeffizienten (BAnz. Nr.160a und Nr. 160b vom 28. August 2001) und den gemessenen Radionuklidkonzentrationen. In die Dosisermittlung können grundsätzlich alle künstlichen und natürlichen Radionuklide einbezogen werden, die im Trinkwasser auftreten können. Die Untersuchung der künstlichen Radionuklide erfolgt nur bei Anordnung.

Zur Überprüfung der Einhaltung der Richtdosis durch natürliche Radionuklide können unterschiedliche Verfahren angewendet werden:

Screeningverfahren - Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration

oder

Einzelnuklidbestimmung (Bestimmung der Richtdosis möglich).

Das Screening-Verfahren stellt gegenüber der Einzelnuklidbestimmung eine Erleichterung und Kostenersparnis dar.

Die Erstuntersuchung beginnt daher i.d.R. mit der Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration (Screening-Messungen) (Jahresmittelwert von 4 Untersuchungen in 4 unterschiedlichen Quartalen). Bei Überschreitung des Prüfwertes sind dann nuklidspezifische Untersuchungen erforderlich. Mit der Einzelnuklidbestimmung wird direkt begonnen, wenn - auf Grund vorliegender Daten - erhöhte Aktivitätskonzentrationen zu erwarten sind, oder wenn aus anderen Gründen nuklidspezifische Einzelbestimmungen notwendig erscheinen.

1. Screeningverfahren - Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration

Bei der Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration wird nur die Summe der Aktivitätskonzentrationen der dosisrelevanten alphastrahlenden Radionuklide (U-238, U-234, Ra-226 und Po-210) summarisch erfasst (eine Messung). Über die Höhe des Prüfwertes für $C_{\alpha\text{-ges}}$ oder die erreichbare Nachweisgrenze der Messmethode wird entschieden, ob zusätzlich die dosisrelevanten Betastrahler (Pb-210 und Ra-228) gemessen werden müssen.

a) Einfaches Screening-Verfahren (TrinkwV Anlage 3a Teil III Nr. 2 c) bb)

Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration $C_{\alpha\text{-ges}}$

Ist $C_{\alpha\text{-ges}} \leq 0,05 \text{ Bq/l}$ gilt die Richtdosis als eingehalten.

b) Erweitertes Screening-Verfahren (TrinkwV Anlage 3a Teil III Nr. 2 c) aa)

Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration ($C_{\alpha\text{-ges}}$) und der Einzel-Beta-Aktivitätskonzentrationen von Blei-210 und Radium-228 ($C_{\text{Pb-210}}$, $C_{\text{Ra-228}}$)

Ist $C_{\alpha\text{-ges}} \leq 0,1 \text{ Bq/l}$ und $\frac{C_{\alpha\text{-ges}}}{0,1 \text{ Bq/l}} + \frac{C_{\text{Ra-228}}}{0,2 \text{ Bq/l}} + \frac{C_{\text{Pb-210}}}{0,2 \text{ Bq/l}} \leq 1$ dann gilt die Richtdosis ebenfalls als eingehalten.

Falls eine Untersuchung auf künstliche Radionuklide angeordnet wird, muss zusätzlich die Bedingung $C_{\text{beta-Rest}} < 1,0 \text{ Bq/l}$ eingehalten sein.

2. Einzelnuklidbestimmung (TrinkwV Anlage 3a Teil III Nr. 2 c) cc) und Teil II)

Kann die Einhaltung des Richtdosiswertes über die Gesamt-Alpha-Aktivität nicht nachgewiesen werden, sind Einzelnuklidbestimmungen zur Beurteilung erforderlich. Bestimmt werden müssen im Normalfall nur natürliche Radionuklide (Tabelle 3); Untersuchungen auf künstliche Radionuklide sind in der Regel nicht erforderlich.

Tabelle 3: Die häufigsten natürlichen Radionuklide mit errechneten Referenz-Aktivitätskonzentrationen (siehe TrinkwV Anlage 3a Teil II)

	Natürliche Radionuklide	Berechnete Referenz-Aktivitätskonzentration C_{ref} [Bq/l] für eine Dosis von 0,1 mSv (einzuhaltende Richtdosis)
1	U-238	3
2	U-234	2,8
3	Ra-226	0,5
4	Ra-228	0,2
5	Pb-210	0,2
6	Po-210	0,1

Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen $C_{i \text{ (mess)}}$ (bei der Erstuntersuchung wieder gemittelt über 4 Quartale) werden zur Bewertung mit den entsprechenden Referenzwerten $C_{i \text{ (ref)}}$ verglichen. Für eine Einhaltung der Richtdosis muss gelten: $\sum_{i=1}^n \frac{C_{i \text{ (mess)}}}{C_{i \text{ (ref)}}} \leq 1$.

Bei ausschließlicher Betrachtung der relevanten Radionuklide natürlichen Ursprungs bei der Erstuntersuchung lautet die oben genannte Beziehung vollständig:

$$\frac{\bar{C}_{U-238}}{C_{U-238\text{ref}}} + \frac{\bar{C}_{U-234}}{C_{U-234\text{ref}}} + \frac{\bar{C}_{Ra-226}}{C_{Ra-226\text{ref}}} + \frac{\bar{C}_{Ra-228}}{C_{Ra-228\text{ref}}} + \frac{\bar{C}_{Pb-210}}{C_{Pb-210\text{ref}}} + \frac{\bar{C}_{Po-210}}{C_{Po-210\text{ref}}} \leq 1$$

Ist die Ungleichung erfüllt, sind keine weiteren Untersuchungen erforderlich; der Parameterwert der Richtdosis (0,1 mSv/a) ist eingehalten. Das Ergebnis der Summenbildung multipliziert mit 0,1 mSv/a ergibt die Richtdosis in der Maßeinheit mSv/a.

Die Richtdosis E in mSv/a kann auch durch Multiplikation der gemessenen Radionuklidkonzentrationen und deren Dosiskoeffizienten D bei Annahme eines Konsums von 730 l Wasser pro Jahr errechnet werden.

$$E = (C_{U238} * D_{U238} + C_{U234} * D_{U234} + C_{Ra226} * D_{Ra226} + \dots) * 730 \text{ l/a}$$

Diese Berechnungsvariante hat insbesondere dann eine praktische Bedeutung, wenn das Gesundheitsamt die Untersuchung zusätzlicher Nuklide anordnet.

Die ermittelte Richtdosis in der Maßeinheit mSv/a kann unmittelbar mit dem Parameterwert für Richtdosis in Höhe von 0,1 mSv/a bzw. mit den in Tabelle 5 genannten Dosisbereichen verglichen werden.

3. vereinfachte Einzelnuklidbestimmung

Dieses Verfahren ist in der TrinkwV nicht enthalten sondern wird im „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von Radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung“ als mögliches Verfahren aufgeführt. Die vereinfachte Einzelnuklidbestimmung basiert auf einer Empfehlung aus Sicht des Strahlenschutzes und wurde als rechtlich konform mit den Anforderungen der Trinkwasserverordnung eingestuft.

Zur Anwendung des Verfahrens müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

$$C_{Rn-222} \leq 100 \text{ Bq/l und } C_{alpha-ges} \leq 0,25 \text{ Bq/l}$$

Sind die genannten Bedingungen erfüllt, kann sich die Einzelnuklidbestimmung auf die beiden Radiumnuklide beschränken. Die Prüfbedingung lautet dann:

$$\frac{C_{Ra-226}}{0,5 \text{ Bq/l}} + \frac{C_{Ra-228}}{0,2 \text{ Bq/l}} \leq 0,5$$

Für die Erstuntersuchung werden auch hier die 4 Quartalsmessungen aus 4 unterschiedlichen Quartalen gemittelt.

Die Überwachungsstrategie hinsichtlich der Prüfung der Richtdosis bei der Erstuntersuchung (gestuftes Vorgehen) ist in einem Ablaufschema dargestellt, welches sich im Anhang A-1 des „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von Radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung“ befindet.

Wie wird aus der gemessenen Aktivität die Dosis abgeschätzt?

Die Aktivität ist die Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Einheit für die Aktivität ist Becquerel (Bq); ein Becquerel entspricht einem Zerfall pro Sekunde. Die Aktivitätskonzentration ist der Quotient aus der Aktivität und dem Volumen des Stoffes. Zu beachten ist, dass die Aktivität oder Aktivitätskonzentration nichts über die Strahlenwirkung aussagen.

Als Maß für die biologische Wirkung der absorbierten Strahlung im Körper dient die effektive Dosis. Die Einheit ist Sievert (Sv) bzw. Millisievert (mSv). Die effektive Dosis ist nicht messbar, sondern errechnet sich aus den Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide multipliziert mit den jeweiligen Dosiskoeffizienten. Die Dosiskoeffizienten sind abhängig vom Radionuklid (Strahlenart und Energie), von der Inkorporationsart (Inhalation/Ingestion), von der chemischen Verbindung des Radionuklids sowie vom Alter der Person (betroffene Organe, Verweildauer). Für die dosisrelevanten Radionuklide sind Dosiskoeffizienten veröffentlicht (BAnz. Nr.160a und Nr. 160b vom 28. August 2001) ⁴.

Für die relevanten natürlichen Radionuklide und für Tritium sind die Ingestions-Dosiskoeffizienten für die Altersgruppe über 17 Jahren in Tabelle 4 angegeben.

Tabelle 4: Dosiskoeffizienten in mSv/Bq, für die Altersgruppe > 17 Jahre bei der Aufnahme von Radionukliden durch Ingestion [nach BMU 2001]:

Pb-210	Po-210	Ra-226	Ra-228	U-234	U-238	H-3 (Tritium)
6,9E-4	1,2E-3	2,8E-4	6,9E-4	4,9E-5	4,5E-5	1,8E-8

Im Trinkwasser wird die sog. „Richtdosis“ bestimmt; d.h. die effektive Dosis wird auf einen angenommenen jährlichen Trinkwasserkonsum von 730 l/a bezogen.

Beispiel zur Berechnung der Richtdosis:

Bei einer gemessenen Aktivitätskonzentration von 100 Bq/l Tritium im Trinkwasser ergibt sich für einen Erwachsenen bei einem jährlichen Trinkwasserkonsum von 730 l die effektive Dosis von rund 0,0013 mSv/a (= 1,3 µSv/a). ($E = 100 \text{ Bq/l} * 1,8E-8 \text{ mSv/Bq} * 730 \text{ l/a} = 1,3 \text{ µSv/a}$)

Bei einer Aktivitätskonzentration von 0,5 Bq/l Ra-226 beträgt die Richtdosis 0,1 mSv/a. 0,5 Bq/l ist die sog. Referenz-Aktivitätskonzentration für Ra-226 d.h. die Aktivitätskonzentration, für die sich für Ra-226 eine Dosis von 0,1 mSv errechnet.

⁴ http://www.bfs.de/DE/bfs/gesetze-regelungen/dosiskoeffizienten/dosiskoeffizienten_node.html

Was geschieht, wenn der Parameterwert nicht eingehalten wird?

Die Nichteinhaltung eines oder mehrerer Parameterwerte muss dem Gesundheitsamt unverzüglich angezeigt werden. Das Gesundheitsamt prüft dann unter Abwägung des gesundheitlichen Risikos und unter Berücksichtigung der Verhältnismäßigkeit, ob Maßnahmen erforderlich sind.

Dosiswerte oder Radonaktivitätskonzentrationen, die lediglich geringfügig oberhalb der Parameterwerte liegen, können – ggf. auch dauerhaft - hingenommen werden, wenn nicht mit einfachsten Mitteln eine Reduzierung erreicht werden kann. Von einer „geringfügigen Überschreitung“ ist gemäß des „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung“⁵ dann zu sprechen, wenn der ermittelte Wert den Parameterwert nicht um mehr als das 1,2-fache überschreitet. Die Tabelle 5 enthält Handlungsempfehlungen in Abhängigkeit der Nichteinhaltung der Parameterwerte dar.

Tabelle 5: Empfehlungen bei Überschreitung der Parameterwerte der Richtdosis und / oder der Rn-222-Aktivitätskonzentration

(Quelle: „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung - Empfehlung von BMU, BMG, BfS, UBA, den zuständigen Landesbehörden, DVGW, BDEW; Stand: Januar 2017)

Richtdosis E	Rn-222-Aktivitätskonzentration (Jahresmittelwert)	Empfehlungen / Anmerkungen
$E \leq 0,1 \text{ mSv/a}$	$\bar{C}_{\text{Rn-222}} \leq 100 \text{ Bq/l}$	Parameterwerte sind eingehalten, keine Maßnahmen erforderlich Wiederholungsmessungen bei wesentlichen Änderungen (siehe Kap. 6.2)
$0,1 \text{ mSv/a} < E \leq 0,12 \text{ mSv/a}$	$100 \text{ Bq/l} < \bar{C}_{\text{Rn-222}} \leq 120 \text{ Bq/l}$	Überschreitung der Parameterwerte der Richtdosis und/oder der Rn-222-Aktivitätskonzentration kann dauerhaft hingenommen werden, wenn nicht mit einfachsten Mitteln eine Reduzierung erreicht werden kann. Wiederholungsmessungen nach spätestens 5 Jahren
$0,12 \text{ mSv/a} < E \leq 0,2 \text{ mSv/a}$	$120 \text{ Bq/l} < \bar{C}_{\text{Rn-222}} \leq 300 \text{ Bq/l}$	Unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit Reduzierungsmaßnahmen innerhalb eines Zeitrahmens von 10 Jahren durchführen und prüfen. Nachhaltigkeit der Maßnahmen durch Wiederholungsmessungen nach spätestens 5 Jahren überprüfen
$0,2 \text{ mSv/a} < E \leq 0,3 \text{ mSv/a}$	$300 \text{ Bq/l} < \bar{C}_{\text{Rn-222}} \leq 1000 \text{ Bq/l}$	Unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit Reduzierungsmaßnahmen innerhalb eines Zeitrahmens von 3 Jahren durchführen und prüfen. Nachhaltigkeit der Maßnahmen durch Wiederholungsmessungen nach spätestens 5 Jahren überprüfen
$E > 0,3 \text{ mSv/a}$	$\bar{C}_{\text{Rn-222}} > 1000 \text{ Bq/l}$	Kurzfristig Maßnahmen zur Reduzierung der Richtdosis und/oder der Rn-222-Aktivitätskonzentration durchführen und prüfen. Nachhaltigkeit der Maßnahmen durch Wiederholungsmessungen nach spätestens 5 Jahren überprüfen

⁵ „Leitfaden zur Untersuchung und Bewertung von radioaktiven Stoffen im Trinkwasser bei der Umsetzung der Trinkwasserverordnung - Empfehlung von BMU, BMG, BfS, UBA, den zuständigen Landesbehörden, DVGW, BDEW; Stand: Jan.2017

http://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-2017020114224/3/20170201_Leitfaden%20Trinkwasser_mit_Formblaettern.pdf

Wo sind die Proben zu nehmen?

Die Parameterwerte müssen - wie alle anderen Qualitätsanforderungen - an der Entnahmestelle (Zapfhahn) eingehalten werden.

Der § 14a verpflichtet den Unternehmer und den sonstigen Inhaber einer Wasserversorgungsanlage dazu, festzustellen, dass das Trinkwasser bei der Übergabe in die Trinkwasserinstallation des Verbrauchers den festgesetzten Parameterwert nicht überschreitet. Da sich die Aktivitätskonzentration von Radionukliden während der Verteilung im Verteilungsnetz und in der Trinkwasserinstallation nicht mehr erhöht, kann die Probenahme für die Untersuchung auf Radionuklide nach der Aufbereitung am Wasserwerksausgang erfolgen.

Radon-222 verringert sich in der Regel sogar auf dem Weg bis zum Zapfhahn des Endverbrauchers. Ursache ist zum einen die kurze Halbwertszeit von 3,8 Tagen und zum anderen das Ausgasen in drucklosen Einrichtungen zur Wasserspeicherung (insbesondere bei turbulenten Wassereinflüssen). Werden geringe Überschreitungen am Wasserwerksausgang gemessen, kann es daher sinnvoll sein, die Einhaltung des Parameterwertes für Radon im Verteilungsnetz vor Abgabe in die Trinkwasserinstallation zu messen.

Wer führt die Untersuchung und Probenahme durch?

Trinkwasseruntersuchungen einschließlich der Probennahmen dürfen nur von solchen Trinkwasser-Untersuchungsstellen durchgeführt werden, die hierfür von der zuständigen obersten Landesbehörde oder einer von ihr benannten Stelle zugelassen und in einer Landesliste veröffentlicht wurden.

In NRW ist das LANUV die „benannte“ und "unabhängige Stelle". In dieser Funktion prüft es, ob bei Untersuchungsstellen mit Laborstandort in NRW die Voraussetzungen nach § 15.4 TrinkwV erfüllt sind. Untersuchungsstellen, die die entsprechenden Anforderungen erfüllen, werden zugelassen und in einer Landesliste geführt, die im Internet veröffentlicht und regelmäßig aktualisiert wird. Die Liste enthält neben Adressen und Ansprechpartnern Informationen zu den akkreditierten Untersuchungsbereichen (physikalisch-chemische Parameter, mikrobiologische Parameter, radioaktive Parameter).

Die für die Trinkwasseruntersuchung zugelassenen Untersuchungsstellen sind auf der LANUV-Internetseite abrufbar https://www.lanuv.nrw.de/analytik/trinkw_rv/tw_ustellen/.

Ist eine Untersuchungsstelle in einem Bundesland zugelassen, so kann sie bundesweit Untersuchungen im Rahmen der Trinkwasserverordnung durchführen.

Ringversuche für natürliche und künstliche Radioaktivität im Rahmen der Akkreditierung bietet das Bundesamt für Strahlenschutz an.

Wann kann die Untersuchungspflicht entfallen?

Grundsätzlich besteht Untersuchungspflicht auf Radionuklide bei zentralen Wasserwerken (Wasserversorgungsanlagen nach § 3 Nr. 2 Buchstabe a). Diese grundsätzlich bestehende Untersuchungspflicht kann unter bestimmten Bedingungen entfallen.

Dabei werden zwei Wege unterschieden:

- *Das Gesundheitsamt stellt von Amtswegen fest, dass Untersuchungen für einen von ihr zu bestimmenden Zeitraum nicht erforderlich sind, da radioaktive Stoffe in dem betreffenden Wasserversorgungsgebiet nicht in Konzentrationen auftreten, die eine Überschreitung von Parameterwerten für radioaktive Stoffe erwarten lassen. Diese behördliche Feststellung trifft das Gesundheitsamt auf der Grundlage von repräsentativen Erhebungen, Überwachungsdaten oder*

anderen zuverlässigen Informationen. Die Feststellung kann für einen bestimmten oder unbestimmten Zeitraum getroffen werden.

Solche Daten können bisherige Untersuchungen des Trinkwassers z.B. des Bundesamtes für Strahlenschutz oder der amtlichen Stellen der Länder aus der Umweltüberwachung sein.

Ein Überblick zur regionalen Radioaktivität findet sich in der Studie des Bundesamtes für Strahlenschutz „Strahlenexposition durch Radionuklide in Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland“⁶.

- Das Gesundheitsamt entscheidet auf Antrag des Unternehmers und des sonstigen Inhabers einer Wasserversorgungsanlage, dass Untersuchungen nicht erforderlich sind. Der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage müssen dazu den Nachweis erbringen, dass die Parameterwerte für radioaktive Stoffe nicht überschritten werden. Auf Grundlage von repräsentativen Erhebungen, Überwachungsdaten oder anderen zuverlässigen Informationen können der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage beantragen, dass bereits die Erstuntersuchung entfallen kann.

Liegen bereits erste Untersuchungen vor, die belegen, dass die Parameterwerte eingehalten oder nur geringfügig überschritten sind, können die regelmäßigen Untersuchungen entfallen. Dazu sollten möglichst Messergebnisse für 4 unterschiedliche Quartale vorliegen. Allerdings können die Daten nur verwendet werden, wenn in der Zwischenzeit keine wesentlichen Änderungen im Wassereinzugsgebiet, bei der Wassergewinnung oder -aufbereitung durchgeführt wurden, die Einfluss auf den Gehalt an Radionukliden hatten.

Das Gesundheitsamt entscheidet per Verwaltungsakt nach Sichtung der Anträge und Unterlagen über die Befreiung von der Untersuchungspflicht.

Das Gesundheitsamt kann die Feststellung im Falle wesentlicher Änderungen bei der Wassergewinnung oder -aufbereitung, die sich auf den Gehalt von Radionukliden nachteilig auswirken können, widerrufen.

Wie erfolgt die Überwachung der radioaktiven Stoffe?

Das Gesundheitsamt überwacht die Wasserversorgungsanlagen § 3 Nr. 2 Buchstabe a (zentrale Wasserwerke) und, sofern eine Untersuchung von radioaktiven Stoffen angeordnet wurde, die Wasserversorgungsanlagen § 3 Nr. 2 Buchstabe b (dezentrale Wasserwerke), ob die Anzeige- und Handlungspflichten im Hinblick auf radioaktive Stoffe erfüllt werden. Wasserversorgungsanlagen § 3 Nr. 2 Buchstabe c (Eigenversorgungsanlagen) können in die Überwachung einbezogen werden.

Die Überwachung umfasst:

- Besichtigung der Wasserversorgungsanlagen
- Entnahme und Untersuchung von Wasserproben
- Festlegung der Überwachungshäufigkeit

Das Gesundheitsamt kann die Überwachung auf die Prüfung der Untersuchungsergebnisse, die der Wasserversorger im Rahmen seiner Untersuchungspflicht nach § 14 erhoben hat, beschränken.

Ist es unter Berücksichtigung der Umstände im Einzelfall zum Schutz der menschlichen Gesundheit erforderlich, kann das Gesundheitsamt u.a. häufigere und / oder umfangreichere bzw. bestimmte

⁶ „Strahlenexposition durch Radionuklide in Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland“, BfS 2009 http://doris.bfs.de/jspui/bitstream/urn:nbn:de:0221-20100319945/3/BfS_2010_SW_06_09.pdf

Untersuchungen anordnen sowie Vorgaben für die Probenahme und Untersuchungsdurchführung festlegen.

Die Überwachung entfällt, wenn das Gesundheitsamt festgestellt hat, dass in dem Wasserversorgungsgebiet die Konzentration der radioaktiven Stoffe gering ist und eine Überschreitung der „Parameterwerte für radioaktive Stoffe“ nicht zu erwarten ist.

Besteht eine Informationspflicht bezüglich radioaktiver Stoffe?

Der Unternehmer und der sonstige Inhaber einer Wasserversorgungsanlage müssen den Verbraucher informieren, wenn in einer Wasserversorgungsanlage eine signifikante Überschreitung der Parameterwerte für radioaktive Stoffe festgestellt und behördliche Abhilfemaßnahmen angeordnet wurden.

Das Gesundheitsamt muss die Inhaber von Kleinanlagen zur Eigenversorgung informieren, wenn Untersuchungsergebnisse in benachbarten Wasserwerken desselben Wassereinzugsgebiets signifikante Überschreitungen von Parameterwerten für radioaktive Stoffen zeigen und dadurch Anhaltspunkte für ein mögliches Risiko für die menschliche Gesundheit unter dem Gesichtspunkt des Strahlenschutzes bestehen.

Gibt es Informationen des DVGW zur Radioaktivität in Verbindung mit der Wasserversorgung?

Der DVGW-Hinweis W 263 „Trinkwasserversorgung und Radioaktivität“ (2008-12) enthält Informationen über das Auftreten und Verhalten von natürlichen und künstlichen Radionukliden im Wasser, soweit diese einen Einfluss auf die Trinkwasserversorgung ausüben können.