

Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland

Fachbereich
Strahlenschutz und Umwelt

M. Beyermann

T. Bünger

K. Gehrcke

D. Obrikat



Bundesamt für Strahlenschutz

BfS-SW-06/09

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokuments immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-20100319945

BfS-Berichte und BfS-Schriften können von den Internetseiten des Bundesamtes für Strahlenschutz unter <http://www.bfs.de> kostenlos als Volltexte heruntergeladen werden.

Salzgitter, Dezember 2009

Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland

**Fachbereich
Strahlenschutz und Umwelt**

M. Beyermann

T. Bünger

K. Gehrcke

D. Obrikat

Teil I

Zusammenfassende Darstellung und Bewertung

STRAHLENEXPOSITION DURCH NATÜRLICHE RADIONUKLIDE IM TRINKWASSER

Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse der Trinkwasser-Studie des BfS

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat im Auftrag des Bundesumweltministeriums eine umfangreiche Untersuchung zur Bestimmung der durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser hervorgerufenen Strahlenexposition durchgeführt. Für Deutschland wie auch für andere europäische Länder fehlten bisher auf Grund des hohen analytischen Aufwandes solcher Untersuchungen ausreichend belastbare Daten über den Gehalt natürlicher Radionuklide in Trinkwässern.

Das BfS hat damit erstmals eine aussagekräftige Übersicht über die Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik vorgelegt. Untersucht wurden 582 Trinkwasserproben. Mit der Beprobung wurden große Teile des Bundesgebiets erfasst. Zur Untersuchung von Trinkwässern in Ballungsgebieten wurden vorwiegend größere Wasserversorgungsanlagen beprobt. Die Proben repräsentieren in solchen Gebieten zum Teil Trinkwässer, die von mehreren Millionen Menschen genutzt werden. Zusätzlich wurden zur Erfassung der oberen Aktivitätsbereiche gezielt Trink- und Rohwässer von Wasserversorgungsanlagen in Gebieten mit erhöhter natürlicher Radioaktivität der Bundesländer Bayern, Sachsen, Baden-Württemberg, Thüringen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt beprobt. Aufgrund dieser Herangehensweise sind die im Rahmen der Untersuchungen gewonnenen Daten repräsentativ im Sinne der Aufgabenstellung.

Sämtliche Wässer wurden auf ihre Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration sowie auf die Aktivitätskonzentrationen von U-238, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210 und Rn-222 untersucht. Lagen die U-238-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 mBq/l, wurden zusätzlich die beiden Uranisotope U-234 und U-235 alphaspektrometrisch bestimmt. Auf die Bestimmung der Thoriumisotope wurde mit Ausnahme einiger Wässern mit erhöhten Ra-228-Aktivitätskonzentrationen verzichtet.

Aufgrund des Umfangs der Messungen im Gesamtgebiet der Bundesrepublik sowie der erstmaligen Einbeziehung aller dosisrelevanten Radionuklide und gleichzeitiger Verbesserung der Nachweisgrenzen ist mit dieser Studie eine neue Qualität bei der Beurteilung der Strahlenexposition durch Radionuklide beim Verzehr von Trinkwasser erreicht worden. Sie bildet damit eine Grundlage für Entscheidungen über derzeit noch offene Fragen der Ermittlung und Bewertung der natürlichen Radioaktivität und der Strahlenexposition durch den Verzehr von Trinkwasser einschließlich der Festlegung geeigneter Überwachungsstrategien unter Einbeziehung dosisbezogener maximaler Aktivitätskonzentrationen für die relevanten Radionuklide.

Als wesentliches Ergebnis dieser Studie ist festzustellen, dass das Trinkwasser in Deutschland nur geringfügig zur gesamten mittleren jährlichen Strahlenexposition aus natürlichen Quellen von 2,1 mSv beiträgt. Die aus den Daten auf der Grundlage der Berechnungsgrundlagen der deutschen Strahlenschutzverordnung bestimmten *mittleren* Werte der Strahlenexposition (Ingestionsdosis) liegen für den Erwachsenen bei etwa 0,009 mSv pro Jahr, für den Säugling bei etwa 0,05 mSv pro Jahr. Die Schwankungsbreite der Aktivitätskonzentrationen und der ermittelten Strahlenexpositionen ist allerdings beträchtlich. Eine Gefahr für die Gesundheit der Bevölkerung besteht aber auch bei höheren Konzentrationen nicht, obwohl aus Gründen der radiologischen Vorsorge zum Teil Handlungsbedarf besteht.

Rechtlich verbindliche Vorgaben für die Anwendung der Trinkwasserverordnung, einschließlich notwendiger Vorgaben für die Dosisermittlung, die eine Messung und Überwachung der Radioaktivität im Trinkwasser erst möglich machen, existieren bislang nicht. Zwar legt die EU-Trinkwasserrichtlinie u. a. Richtwerte für die Aktivitätskonzentration von Tritium von 100 Bq/l und für die Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv pro Jahr fest, die auch mit der Trinkwasserverordnung von 2001 in das deutsche Recht umgesetzt wurden. Um die Einhaltung dieser Richtwerte kontrollieren zu können, bedarf es jedoch der Festlegung von Referenzaktivitätskonzentrationswerten der relevanten Radionuklide, die von der angenommenen Trinkwasserverzehrmenge pro Jahr einer bestimmten Bezugsperson abhängen. Diese zur Messung der Radioaktivitätsparameter notwendigen Referenzkonzentrationswerte (ebenso wie die zugrunde zu legende Trinkwasserverzehrmenge) sind bislang nicht durch europäische oder nationale Vorschriften festgelegt worden. Sie fehlen daher auch in der Trinkwasserverordnung.

Die europäischen Vorgaben berücksichtigen bei der Ermittlung der Gesamtrichtdosis nicht die Dosisbeiträge durch Tritium, Kalium-40, Radon und Radonzerfallsprodukte. Gemäß einer Empfehlung der EU-Kommission zum Schutz der Bevölkerung vor Radon im Trinkwasser aus dem Jahr 2001 sollten allerdings auch Radon und seine Zerfallsprodukte in die Bewertungen einbezogen werden.

Das BfS hat vor dem Hintergrund fehlender spezifischer Regelungen im Bereich des Trinkwassers und allgemeiner Vorgaben im Rahmen des Strahlenschutzrechts unterschiedliche Bewertungsansätze seiner Prüfung zugrunde gelegt, die in den folgenden Texten und Tabellen erläutert werden. Wird für eine Bewertung der Ergebnisse die aktuelle Fassung der EU-Trinkwasserrichtlinie zusammen mit dem EU-Richtlinien-Entwurf zu Mess- und Berechnungsverfahren vom April 2008 zugrunde gelegt, der von einer erwachsenen Bezugsperson mit einem jährlichen Trinkwasserkonsum von 730 l ausgeht und Radon und Radonfolgeprodukte nicht berücksichtigt (Ansatz 1), so erfüllt eines der untersuchten Wasserwerke die Anforderungen nicht. Wird dagegen in die Bewertung die Ingestion von Radon und seinen Zerfallsprodukten einbezogen (Ansatz 2), so ist bei 57 der untersuchten Wasserwerke (etwa 10 %) eine Überschreitung festzustellen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Anzahl und Prozente der Überschreitungen der jeweiligen Dosiswerte bei den Bewertungsansätzen 1 und 2

Bewertungsansatz	Anzahl (Prozentsatz) der untersuchten Wasserwerke mit Überschreitung der jeweils zugrunde gelegten Dosiswerte
Ansatz 1: EU-Trinkwasserrichtlinie/deutsche Trinkwasserverordnung bei Zugrundelegung des 2008 vorgelegten EU-Entwurfes zu Mess- und Berechnungsverfahren der Gesamtrichtdosis von 0,1 Millisievert pro Jahr ohne Berücksichtigung der Ingestionsdosis von Radon und Radon-Folgeprodukten, Verzehrswerten (730 l/a) und Dosiskoeffizienten für Erwachsene	1 (0,2 %)
Ansatz 2: EU-Trinkwasserrichtlinie/deutsche Trinkwasserverordnung bei Zugrundelegung des 2008 vorgelegten EU-Entwurfes zu Mess- und Berechnungsverfahren der Gesamtrichtdosis von 0,1 Millisievert pro Jahr mit zusätzlicher Berücksichtigung der Ingestionsdosis von Radon und Radon-Folgeprodukten, Verzehrswerten (730 l/a) und Dosiskoeffizienten für Erwachsene	57 (9,8 %)

Obwohl die Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) keine Festlegungen von Qualitätsanforderungen für Trinkwasser enthält, hat das BfS bei der Auswertung seiner Untersuchung, insbesondere hinsichtlich der wissenschaftlichen Vergleichbarkeit und der Weiterentwicklung des Trinkwasserrechts, auch die für den Schutz der Bevölkerung vor natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffe in der StrlSchV verwendeten Verzehrswerten für die dort angegebenen Altersklassen, einschließlich der Säuglinge und Kleinkinder, herangezogen und die diesbezüglichen Dosiskoeffizienten verwendet (siehe Tabelle 2). Entsprechend diesem Bewertungsansatz (Ansatz 3) ergibt sich für Säuglinge in 131 (22 %) der untersuchten Wasserwerke eine Überschreitung. Dabei handelt es sich zumeist um kleinere Anlagen. Eine akute Gefährdung besteht aber auch für Säuglinge und Kleinkinder nicht.

Tabelle 2: Anzahl und Prozente der Überschreitungen der Dosiswerte bei dem Bewertungsansatz für Säuglinge

Bewertungsansatz	Anzahl (Prozentsatz) der untersuchten Wasserwerke mit Überschreitung der jeweils zugrunde gelegten Dosiswerte
Ansatz 3: EU-Trinkwasserrichtlinie/deutsche Trinkwasserverordnung bei Zugrundelegung des 2008 vorgelegten EU-Entwurfes zu Mess- und Berechnungsverfahren der Gesamtrichtdosis von 0,1 Millisievert pro Jahr mit Berücksichtigung der Ingestionsdosis von Radon und Radon-Folgeprodukten, Verzehrswerten (170 l/a) und Dosiskoeffizienten für Säuglinge	131 (22,5 %)

Unter Abwägung der den rechtlichen Rahmenbedingungen der EU-Trinkwasserrichtlinie zu Grunde liegenden Prinzipien und unter Zuhilfenahme von Parameterangaben der Strahlenschutzverordnung empfiehlt das BfS,

- alle Radionuklide zu berücksichtigen, die zur Ingestionsdosis beitragen,
- alle Altersgruppen zu betrachten,
- einheitliche Werte für Verzehrswerten festzulegen, die auf den realen Verzehrsgewohnheiten in Deutschland basieren und die der Dosisermittlung zugrunde zulegen sind,
- den Richtwert der Gesamtdosis von 0,1 mSv/a auch für die besonders strahlensensible Altersgruppe der Säuglinge zu beachten.

Weiterhin empfiehlt das BfS, die Ergebnisse der Trinkwasserstudie in die laufende vom Bundesgesundheitsministerium federführend betriebene Novellierung der Trinkwasserverordnung einzubringen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen:

Für den betrachteten **Ansatz 1** (EU-Trinkwasserrichtlinie und deutsche Trinkwasserverordnung, ohne Berücksichtigung des Radons und seiner Folgeprodukte, Erwachsene) sind die Fallzahlen unter statistischen Gesichtspunkten gering. Sie können nicht auf die Gesamtzahl der Wasserwerke Deutschlands extrapoliert werden. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass Dosisüberschreitungen bei **Ansatz 1** eher Ausnahmecharakter haben werden. Regional kann sich allerdings aufgrund der geogenen Bedingungen ein anderes Bild ergeben. Damit verglichen wäre bei **Ansatz 2** unter Einbeziehung von Radon und Radon-Folgeprodukten eine erheblich höhere Zahl von Wasserwerken betroffen. Würde hingegen nach **Ansatz 3** entsprechend den Empfehlungen des BfS der Vorsorgewert von 0,1 mSv/a auch auf Säuglinge bezogen, wären bei beinahe einem Viertel der untersuchten Wässer Überschreitungen zu verzeichnen.

Anhang

Maximale Radionuklidkonzentrationen bei unterschiedlichen Bewertungsansätzen

Für den praktischen Vollzug der Trinkwasserverordnung werden zukünftig – wie international üblich – messbare Werte in Gestalt maximal zulässiger Konzentrationswerte für die relevanten Radionuklide benötigt. Tabelle 3 zeigt die aus den Schutzzielen und Anforderungen der Ansätze 1 bis 3 abgeleiteten diesbezüglichen Werte.

Für die Herleitung der Werte der Tabelle 3 wurde angenommen, dass ausschließlich das betrachtete Radionuklid im Trinkwasser vorhanden ist. Zur Einhaltung der jeweiligen Gesamtdosis bei Nuklidgemischen, wie sie im Trinkwasser üblicherweise vorliegen, ist deshalb die Erfüllung der folgenden Bedingung erforderlich:

$$\frac{C_1}{C_{1,\max}} + \frac{C_2}{C_{2,\max}} + \dots \leq 1,$$

bei der $C_1, C_2, \dots$ die jeweils gemessenen Radionuklidkonzentrationen sowie $C_{1,\max}, C_{2,\max}, \dots$ die Maximalkonzentrationen aus Tabelle 3 sind.

Tabelle 3: Maximale Konzentrationen (gerundet) in Trinkwässern für die bei Ingestion dosisrelevanten Radionuklide, abgeleitet für die jeweiligen Bedingungen der hier betrachteten Bewertungsansätze

Nuklid	$C_{r,\max}$ bei Ansatz 1 und 2 (Erwachsene)	$C_{r,\max}$ bei Ansatz 3 (Säuglinge)
U-238	3,0 Bq/l	1,7 Bq/l
U-234	2,8 Bq/l	1,6 Bq/l
Ra-226	0,5 Bq/l	0,125 Bq/l
Ra-228	0,2 Bq/l	0,02 Bq/l
Rn-222	0,1 Bq/l	0,2 Bq/l
Pb-210	0,2 Bq/l	0,07 Bq/l
Po-210	0,1 Bq/l	0,02 Bq/l

Teil II

Detaillierte Darstellung der Ergebnisse

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG	5
1.1	Vorkommen natürlicher Radionuklide im Trink- und Grundwasser	5
1.2	Strahlenexposition durch natürliche Radioaktivität im Trinkwasser (Literaturwerte)	8
1.3	Supranationale und nationale Regelungen über natürliche Radioaktivität im Trinkwasser	8
1.4	Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG)	10
1.5	Vergleich der Regelungen verschiedener Staaten	11
2	DURCHFÜHRUNG DES TRINKWASSERMESSPROGRAMMS	13
2.1	Anlass und Ziel der Untersuchung	13
2.2	Beprobung der Wasserwerke	13
2.3	Radionuklidanalysen	14
2.4	Berechnung der Ingestions-Folgedosis	16
2.5	Berechnung der Inhalations-Folgedosis infolge der Rn-222-Freisetzung	19
2.6	Festlegung und Begründung des Nuklidvektors	20
3	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	21
3.1	Radionuklidkonzentrationen und Aktivitätsverhältnisse	21
3.1.1	Ra-226, Ra-228, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und Gesamt-Alpha-Aktivitäten im Trinkwasser	21
3.1.2	Radionuklidkorrelationen und Aktivitätsverhältnisse	23
3.1.3	Statistische Auswertung nach Bundesländern	24
3.1.4	Statistische Auswertung nach der Wasser- und Gesteinsart	25
3.1.5	Vergleich von Roh- und Reinwässern	26
3.1.6	Bewertung der Summenparameter „Gesamt- α - und Gesamt- β -Aktivität“ als Indikatorparameter für die natürliche Radioaktivität in Trinkwasser	27
3.2	Berechnung der internen Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide in den untersuchten Trinkwässern	29
3.2.1	Ingestions- und Inhalations-Folgedosis infolge der Radionuklide Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, U-238, U-234 und Rn-222 – Einzelwerte, Mediane, Minimal- und Maximalwerte	29
3.2.2	Nuklidspezifische Dosisanteile an der Gesamt-Ingestionsdosis – Mittel-, Minimal- und Maximalwerte	30
3.2.3	Strahlenexposition durch Trinkwasser und durch andere natürliche Quellen	32
3.3	Zahl der Trinkwässer mit Überschreitungen ausgewählter Dosiswerte	32

3.4	Zahl der Trinkwässer mit Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Rn-222-, Pb-210- und Po-210-Richtwerte der EU-Radon-Empfehlung	34
3.5	Zahl der Trinkwässer mit Uran-Konzentrationen oberhalb nationaler und internationaler Richtwerte	34
LITERATUR		35
ANHANG A: ÜBERSICHTSTABELLEN		41
ANHANG B: ABBILDUNGEN		49
ANHANG C: EINZELWERTE		61
ANHANG D: VERWENDETE ABKÜRZUNGEN		125

1 EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Wasser ist als wichtigstes Lebensmittel lebensnotwendig und nicht zu ersetzen. Die Schaffung und Einhaltung hoher Qualitätsstandards für Trinkwasser sind deshalb für die Gesundheit der Bevölkerung von besonderer Bedeutung. Trinkwasser wird im europäischen Raum überwiegend aus Grundwasservorkommen gewonnen, in Deutschland beträgt der Grundwasseranteil an der öffentlichen Wasserversorgung etwa 75 % [1]. Der durchschnittliche Wasserverbrauch der deutschen Bevölkerung liegt bei ca. 120 Liter pro Person und Tag, wobei nur ein bis drei Liter davon zum Trinken bzw. Kochen verwendet werden.

Die mikrobiologischen und chemischen Anforderungen an die Qualität von Trinkwasser werden seit 1980 für die Mitgliedstaaten der EU auf europäischer Ebene festgelegt. Mit der „Richtlinie 98/83/EG des Rates der Europäischen Union über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998“ (EU-Trinkwasserrichtlinie) [2] wurden mit den radioaktivitätsbezogenen Indikatorparametern „Gesamtrichtdosis“ und „Tritium“ erstmals Regelungen über eine Begrenzung der Strahlenexposition durch künstliche und natürliche Radionuklide im Trinkwasser eingeführt. Da die Strahlenexposition durch künstliche Radionuklide im Trinkwasser gegenüber derjenigen durch natürliche Radionuklide vernachlässigbar niedrig ist [4, 5], geht es bei der Einhaltung der Gesamtrichtdosis in der Regel um eine Begrenzung der natürlichen Radioaktivität in Trinkwasser. Die EU-Trinkwasserrichtlinie wurde mit der „Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 21. Mai 2001 (TrinkwV 2001) [3] in nationales Recht umgesetzt. Dennoch wird in Deutschland die natürliche Radioaktivität in Trinkwasser nach dem Kenntnisstand des BfS derzeit nicht überwacht, da die EU bis heute noch keine verbindlichen Vorschriften zur Berechnung dosisbezogener maximal zulässiger Aktivitätskonzentrationen von Ra-226, Ra-228 und der Uranisotope sowie zur Begrenzung der Aktivitätskonzentrationen von Radon und der Radonfolgeprodukte festgelegt hat. Mess- und Berechnungsvorschriften sind jedoch Voraussetzung für die Festlegung geeigneter Überwachungsmethoden.

Im Auftrag des BMU hat das BfS mit Unterstützung von Behörden der Bundesländer eine umfangreiche Untersuchung zur Bestimmung der durch Trinkwasser hervorgerufenen Strahlenexposition durchgeführt. Dazu war es erforderlich, die Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide Ra-226, Ra-228, Po-210, Pb-210, Rn-222, U-234, U-235 und U-238 zu bestimmen. Für Deutschland wie auch für andere europäische Länder fehlen bisher auf Grund des hohen analytischen Aufwandes belastbare Daten über den Gehalt natürlicher Radionuklide in Trinkwässern [6]. Eine Zusammenstellung der bis zum Jahr 2005 veröffentlichten Untersuchungsergebnisse in [7] zeigt, dass dies insbesondere für das Vorkommen der natürlichen Radionuklide Ra-228, Pb-210 und Po-210 zutrifft.

1.1 Vorkommen natürlicher Radionuklide im Trink- und Grundwasser

In Abhängigkeit von den jeweiligen geologischen Verhältnissen enthalten alle Gesteine und damit alle Böden langlebige natürliche Radionuklide der drei Zerfallsreihen, die vom Uran-238, Uran-235 und Thorium-232 ausgehen (Abbildungen B1, B2, B3 in Anhang B). Durch komplexe Lösungs- und Transportvorgänge gelangen diese Radionuklide in die mit den Niederschlägen der Erdoberfläche zugeführten Wässer und damit in unterschiedlichem Umfang in alle Oberflächen- und Grundwässer (einschließlich Uferfiltrat, Kluft- und Stollenwässer). Die Aktivitätskonzentrationen der natürlichen Radionuklide in diesen Wässern und die relativen Aktivitätsanteile der Einzelnuklide variieren in weiten Grenzen und sind unter anderem abhängig von

- der Entnahmetiefe und Beschaffenheit des Wassers,
- dem Uran- und Thorium-Gehalt der Gesteine des Aquifers (Grundwasserleiter),
- der Gesteinsart und den örtlichen hydrogeologischen Verhältnissen des Wasservorkommens,
- der Halbwertszeit des Radionuklids,

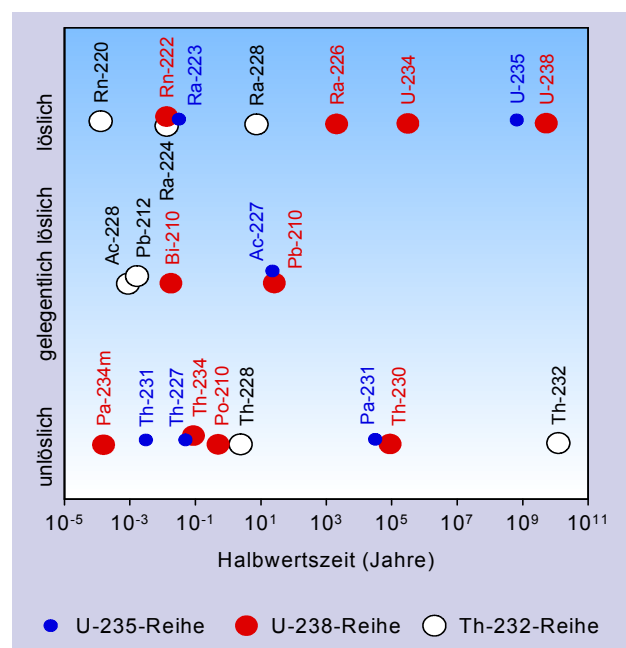


Abbildung 1: Löslichkeitsverhalten der natürlichen Radionuklide im Grundwasser nach [8]

- den elementspezifischen chemisch-physikalischen Eigenschaften (z. B. Löslichkeits-, Sorptions-, Komplexbildungsverhalten, Oxidationsstufen) des Radionuklids,
- den jahreszeitlichen Schwankungen und der Niederschlagsmenge.

Die Mobilität der natürlichen Radionuklide im Grundwasser ist anhand der Löslichkeit schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Es ist allgemein bekannt, dass radioaktives Gleichgewicht zwischen Mutter- und Tochternukliden in Grundwässern nicht erwartet werden kann; so sind z. B. die Aktivitätskonzentrationen von Ra-226 und Ra-228 meist

ohne direkte Beziehung zu den Aktivitätskonzentrationen der Ausgangsnuklide U-238 und Th-232.

Tabelle 1: Spezifische Aktivitäten von Ra-226 und Th-232 in Gesteinen [9]

Gesteinsart	Spezifische Aktivität in Bq/kg			
	Ra-226		Th-232	
	Mittelwert	von - bis	Mittelwert	von - bis
Granit	100	30 – 500	120	17 – 311
Gneis	75	50 – 157	43	22 – 50
Basalt	26	6 – 36	29	9 – 37
Kalkstein	24	4 – 41	5	2 – 20
Sandstein	20	13 – 70	29	9 – 37
Sand, Kiessand	15	1 – 39	16	1 – 64

Mit Ausnahme des Rn-222 liegen die mittleren Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide im Grundwasser in der Größenordnung von 1/10.000 der Radionuklidkonzentrationen der Untergrundgesteine, die sich aus dem Produkt der spezifischen Aktivitäten aus der Tabelle 1 mit einer mittleren Dichte von ca. 2 kg/l ergeben. Demgegenüber liegt die Größenordnung der mittleren Rn-222-Konzentrationen um etwa den Faktor 1000 über den Konzentrationen der anderen natürlichen Radionuklide.

Aus früheren Untersuchungen [10 bis 13] ist bekannt, dass erhöhte Aktivitätskonzentrationen in Wässern aus granitisch geprägten Gebieten auftreten, in Deutschland z. B. im Erzgebirge, Vogtland, Fichtelgebirge, Bayerischen Wald, Oberpfälzer Wald, im Harz und im Schwarzwald.

Von besonderem Interesse für die Beurteilung der natürlichen Strahlenexposition sind die Radionuklide U-238, Ra-226, Rn-222, Pb-210 und Po-210 der Uran-Radium-Zerfallsreihe sowie das Radium-228 aus der Thorium-232-Zerfallsreihe. Beim Mutternuklid U-238 der Uran-Radium-Zerfallsreihe überwiegt gegenüber dem radiologischen das chemisch-toxische Gefährdungspotential.

Uran

Uran ist ein auf der Erde weit verbreitetes, radioaktives und reaktionsfreudiges Schwermetall aus der Reihe der Aktiniden, das in der Natur nur in Verbindungen vorkommt. Die entstehenden Uranverbindungen sind abhängig vom pH-Wert, dem Reduktions-Oxidationspotenzial (Eh-Wert), dem Sauerstoffgehalt, der Ionenstärke, der Ligandenart sowie den chemisch-kinetischen Daten wie Komplexbildungskonstante und Löslichkeitsprodukt. Uran kommt in der Natur in verschiedenen Wertigkeiten vor (+2, +3, +4, +5 und +6), gewöhnlich aber unter aeroben (oxidativen) Bedingungen in der sechswertigen Form gebunden an Sauerstoff als stabiles Uranyl-Ion (UO_2^{2+}). Das Uranyl-Ion bildet mit Carbonat-, Phosphat- und Sulfat-Ionen lösliche Komplexe, die eine hohe Mobilität von Uran erzeugen. Bei einem Wechsel vom oxidierenden zum reduzierenden Milieu des Grundwasserleiters, bei Änderung des pH-Wertes oder der Temperatur können dagegen unlösliche Salze oder Hydrolyseprodukte gebildet werden und zur Ausfällung des Urans führen.

Das in der Erdkruste vorkommende Natururan besteht aus den drei primordialen Uranisotopen U-238 und U-234 der Uran-

Tabelle 2: Spezifische Aktivitäten von U-238, U-235 und U-234 bezogen auf 1 µg Natururan

Uran-Isotop	Zerfallsart	Massenanteil in %	Halbwertszeit in Jahren	Spezifische Aktivität in mBq/µg Natururan
U-238	α	99,28	$4,47 \cdot 10^9$	12,35
U-235	α	0,72	$7,04 \cdot 10^8$	0,576
U-234	α	0,0056	$2,46 \cdot 10^5$	12,35
Σ		100	—	25,28

Radium-Zerfallsreihe sowie dem U-235 der Uran-Actinium-Zerfallskette. Beim radioaktiven Kernzerfall werden Alpha-Teilchen und z. T. auch Gammaquanten emittiert. Die auf 1 µg Natururan bezogenen spezifischen Aktivitäten lassen sich aus den Massenanteilen der Einzelisotope und deren Halbwertszeiten berechnen (Tabelle 2). Auf Grund des radioaktiven Gleichgewichtes der beiden Isotope U-238 und U-234 in Gesteinen sind ihre spezifischen Aktivitätswerte

identisch. Demgegenüber ergibt sich in Grundwässern und ganz allgemein im aquatischen System für das Aktivitätsverhältnis U-234/U-238 häufig ein Wert > 1.

Radium

Radium ist ein Erdalkalielement. Es bildet ausschließlich 2-wertige Ra^{2+} -Ionen. Ra^{2+} ähnelt in seinem chemischen Verhalten dem Ba^{2+} -Ion. Zusammen mit Barium- und Sulfat-Ionen bildet Ra^{2+} ein schwerlösliches $\text{Ba}(\text{Ra})\text{SO}_4$, wobei die Ra^{2+} -Ionen statistisch verteilt in das BaSO_4 -Gitter eingebaut sind. Auch in andere Kristallgitter kann Ra^{2+} diadoch eintreten: es kann Pb^{2+} , Sr^{2+} und teilweise auch Ca^{2+} vertreten.

Vom Radium existiert kein stabiles Isotop. Da sämtliche Radium-Isotope im Vergleich zu den Ausgangsnukliden relativ kurzlebig sind, kommt Radium in der Natur nur in nahezu masselosen Mengen vor. Für (fast) masselose Substanzen gelten die normalen chemischen Regeln nur eingeschränkt.

In der Natur existieren vier Radiumisotope (Tabelle 3): Ra-226 mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren aus der Uran-Radium-Zerfallsreihe, Ra-228 mit einer Halbwertszeit von 5,8 Jahren und Ra-224 mit einer Halbwertszeit von 3,7 Tagen aus der Th-232-Zerfallsreihe sowie Ra-223 mit einer Halbwertszeit von 11 Tagen aus der U-235-Zerfallsreihe. Den beiden kurzlebigen Radiumisotopen Ra-224 und Ra-223 kommt im Strahlenschutz nur eine untergeordnete Bedeutung zu. Ra-226, ein Alpha-Strahler, galt lange Zeit als Leitnuklid für die natürliche Radioaktivität in Umweltmedien, über das Vorkommen von Ra-228, einen Beta-Strahler, liegen deshalb vergleichsweise wenig Informationen vor. Gelangt Radium in den menschlichen Körper, wird es teilweise in den Apatit der Knochen eingebaut und dort insbesondere in der Wachstumsphase akkumuliert.

Radium ist unter normalen Randbedingungen gut löslich und besitzt damit eine hohe Mobilität im Grundwasser, es wird maßgebend durch eine Kombination von α -Rückstoß und Desorption in Form eines Kationenaustauschprozesses aus dem

Wirtsgestein herausgelöst. Als Austauschpartner dienen häufig Barium- und Strontium-Ionen, aber auch andere zwei- und einwertige Kationen wie Na^+ oder K^+ . Die Mobilisierung des Radiums wird durch die im Wasser anwesenden Anionen ebenfalls beeinflusst, durch größere Nitrationen z. B. mehr begünstigt als durch kleinere Chloridionen. Es ist bekannt [7, 8], dass die Radiumkonzentrationen in Grundwässern wesentlich enger mit der Chemie des Wassers verbunden sind als mit dem Radium-Gehalt des Untergrundes. So können salinare Wässer aus Gebieten mit geringem Uran-Gehalt des Gesteins hohe Radiumkonzentrationen aufweisen, ebenso treten geringe Radiumkonzentrationen in gering salinaren Wässern aus Gebieten mit erhöhten spezifischen Aktivitäten natürlicher Radionuklide auf. Radium ist in natürlichen Wässern überwiegend an Partikel und Kolloide gebunden.

Radium neigt sehr stark zur Mitfällung bzw. Sorption an Eisen- und Manganoxidhydraten. Daher reichert es sich in mehr oder weniger starken Umfang in den bei der Trinkwasseraufbereitung (insbesondere der oxidativen Enteisung/Entmanganung anaerober Grundwässer) anfallenden Filterrückspülschlamm an [76, 77, 78]. Starke Aufkonzentrierungen von Ra-226 und Ra-228 findet man z. B. auch in den Auflagen/Inkrustationen auf den Filterkörnern und in Wasserleitungen.

Radon, Pb-210 und Po-210

Radon ist ein Edelgas und chemisch inert. Neben Uran und Radium ist auch Radon gut in Wasser löslich. Insbesondere in kaltem Wasser unter höherem Druck kann ein großes Volumen des Edelgases gelöst werden. Erheblich besser als in Wasser löst sich Radon in unpolaren Stoffen, z. B. in Fetten oder in organischen Lösungsmitteln.

Rn-222 entsteht als Tochterprodukt beim Alpha-Zerfall des Ra-226 aus der Uran-Radium-Zerfallsreihe. Als Edelgas ist es äußerst mobil, kann sich leicht vom Entstehungsort entfernen und über weite Strecken migrieren. Dadurch verarmt der Bildungsort an Radon und seinen Folgeprodukten, die sich andererseits an Stellen anreichern können, an die sie aufgrund ihrer chemischen und physikalischen Eigenschaften sonst nicht gelangen würden.

Tabelle 3: Kernphysikalische Daten der natürlichen Radiumisotope nach [14]

Radium-Isotop	Zerfalls-art	Halbwerts-zeit	Energie/Maximal-energie (keV)	Emissionswahr-scheinlichkeit (%)
Ra-223	α	11 d	α 5716 5607 5747 5540	52,6 25,7 9,2 9,2
Ra-224	α	3,7 d	α 5685 5449	94,9 5,1
Ra-226	α	1600 a	α 4784 4601	94,5 5,5
Ra-228	β	5,8 a	β 39 15	60 40

Rn-222 ist ein Alpha-Strahler mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen. Das erste, dem Rn-222 folgende längerlebige Radionuklid ist Pb-210, ein Beta-Strahler mit einer Halbwertszeit von 22 Jahren. Bei ungestörten Bedingungen ist das Aktivitätsverhältnis von Rn-222 und Pb-210 nach vollständigem Zerfall des Rn-222 dem Verhältnis der Halbwertszeiten der beiden Nuklide umgekehrt proportional; das bedeutet, 1 Bq Pb-210 entsteht aus 2130 Bq Rn-222. Ein weiteres, im Strahlenschutz relevantes Folgenuklid des Rn-222 ist Po-210, ein Alpha-Strahler mit einer Halbwertszeit von 138 Tagen.

Für das Auftreten von Pb-210 und Po-210 im Grundwasser kommt sowohl das durch zirkulierendes Wasser bedingte Auswaschen aus dem Untergrundgestein als auch der radioaktive Zerfall des im Wasser gelösten Rn-222 in Betracht. Von Blei- und Poloniumverbindungen in natürlichen Wässern wird allgemein eine geringe Löslichkeit angenommen. Beide Radionuklide sind häufig an organische oder anorganische Kolloide gebunden. Während Pb-210 auch lösliche Verbindungen mit organischen Komplexen bildet und dadurch Mobilität erhält, wird Po-210 wegen der bevorzugten Adsorption an Oberflächen hauptsächlich partikelgebunden transportiert oder dem Wasser entzogen [7].

1.2 Strahlenexposition durch natürliche Radioaktivität im Trinkwasser (Literaturwerte)

Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser setzt sich im Wesentlichen zusammen aus der Summe der Ingestions-Folgedosen (kurz auch Folgedosis oder Ingestionsdosis), die durch die dosisrelevanten natürlichen Nuklide Ra-228, Ra-226, Po-210, Pb-210 sowie Rn-222 hervorgerufen werden, und der Inhalations-Folgedosis, die durch Inhalation von Rn-222 bedingt ist. Während die Ingestionsdosis direkt durch die Aktivitätszufuhr der im Trinkwasser enthaltenen Radionuklide verursacht wird, ist die Inhalations-Folgedosis auf die Erhöhung der Rn-222-Konzentration der Raumluft infolge der Nutzung radonhaltigen Leitungswassers (z. B. Duschen) zurückzuführen. Die altersabhängige Ingestionsdosis ergibt sich aus der Multiplikation der Größen Radionuklidkonzentration, Trinkwassermenge und Ingestions-Folgedosiskoeffizient. Die altersunabhängige radonbedingte Inhalations-Folgedosis kann aus der Rn-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser bei Berücksichtigung der Expositionszeit, des Inhalations-Folgedosiskoeffizienten und des Rn-222-Transferfaktors Luft/Wasser abgeschätzt werden [15]. Der Transferfaktor berücksichtigt u. a. typische Werte für die Luftwechselrate des Raumes, die täglich pro Person verbrauchte Wassermenge und das Wohnraumvolumen.

Mit den Aktivitätskonzentrationen aus einer Reihe von Untersuchungsprogrammen in verschiedenen Ländern [7, 10, 16, 17] lassen sich bei Berücksichtigung aller dosisrelevanten natürlichen Radionuklide mittlere Werte der Ingestions-Folgedosis für Säuglinge und Erwachsene von ca. 20 – 50 $\mu\text{Sv/a}$ bzw. 5 – 10 $\mu\text{Sv/a}$ abschätzen, wenn man von einer jährlichen Trinkwassermenge von 350 Liter für Erwachsene und von 170 Liter für Säuglinge ausgeht. Das radioaktive Edelgas Rn-222 verursacht bei mittleren Konzentrationen von 4 – 10 Bq/l neben der Ingestionsdosis zusätzlich eine mittlere Inhalations-Folgedosis von 14 – 35 $\mu\text{Sv/a}$. In Regionen erhöhter natürlicher Radioaktivität können sich Maximalwerte der Ingestionsdosis oberhalb von 500 $\mu\text{Sv/a}$ und 100 $\mu\text{Sv/a}$ für Säuglinge bzw. Erwachsene ergeben. Die durch Rn-222 bedingte altersunabhängige Inhalationsdosis kann auf Werte oberhalb von 3000 $\mu\text{Sv/a}$ ansteigen.

Eine Reduzierung der Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Trinkwasser erfordert insbesondere bei größeren Wasserwerken einen hohen technologischen Aufwand zur Verringerung der Gehalte von Ra-228, Ra-226, Po-210 und Pb-210 [18, 19, 20, 21]. Demgegenüber kann der Radon-Gehalt durch Belüftungsprozesse im Wasserwerk vergleichsweise kostengünstig herabgesetzt werden [22,79].

1.3 Supranationale und nationale Regelungen über natürliche Radioaktivität im Trinkwasser

Ein international einheitliches Konzept zum Schutz der Bevölkerung vor dem aus dem Konsum von Trinkwasser resultierenden Strahlenexposition durch künstliche und natürliche Radionuklide existiert bisher nicht. Den rechtlichen Rahmen für nationale Regelungen bilden folgende Regelwerke:

WHO-Trinkwasserempfehlung

Mit den „WHO Guidelines for drinking water quality, second edition (1993), Vol. 1, 4. Radiological aspects“ (WHO-Trinkwasserempfehlung) [23a] wurde erstmals eine Empfehlung zur Begrenzung radioaktiver Stoffe im Trinkwasser eingeführt. Auf der Grundlage einer Dosisempfehlung („committed effective dose“) von 0,1 mSv pro Jahr für den Erwachsenen und eines angenommenen Trinkwasserverzehrs von 730 l pro Jahr werden Aktivitätskonzentrationen künstlicher und einiger natürlicher Radionuklide abgeleitet; in diesem Zusammenhang werden Kalium-40 und Radon nicht betrachtet. Radiologische Grundlage ist die Akzeptanz eines Lebenszeitriskos von etwa 10^{-4} über den Trinkwasserverzehr bei einem angenommenen Risiko einer Krebsmortalität von 5 % pro Sievert.

Als Screening-Parameter für die praktische Trinkwasserüberwachung werden 0,1 Bq/l Gesamt- α - und 1 Bq/l Gesamt- β -Aktivitätskonzentration eingeführt (ohne Beitrag von Tritium). Die WHO-Guidelines wurden 2004 überarbeitet (third edition) [23]: Die Grundprinzipien blieben unverändert, der Parameterwert für die Gesamt- α -Aktivität wurde auf 0,5 Bq/l erhöht, 1 Bq/l für die Gesamt- β -Aktivität wurde beibehalten und für Radon-222 wurde neu ein Richtwert der Aktivitätskonzentration von 100 Bq/l festgelegt.

EU-Trinkwasserrichtlinie

Mit der Verabschiedung der Richtlinie 98/83 EG des Rates über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch vom 3. November 1998 (EU-Trinkwasserrichtlinie) [2] wurden auf Forderung des europäischen Parlaments die WHO-Guidelines (second edition) in etwas modifizierter Form in den Regelungsbereich der EU aufgenommen. In die EU-Trinkwasserrichtlinie eingeführt wurden als gesundheitsrelevante Indikatorparameter (Anhang I, Teil C) Richtwerte für die Aktivitätskonzentration für Tritium von 100 Bq/l und für die Gesamtrichtdosis („Total Indicative Dose“) von 0,1 mSv pro Jahr. Bei der Dosisermittlung nicht zu berücksichtigen sind die Dosisbeiträge durch Tritium, Kalium-40, Radon und die Radonzerfallsprodukte (Anhang I, Teil C, Anmerkung 9). Bisher fehlen allerdings nach wie vor europaweite Mess- und Berechnungsvorschriften, ohne die ein Vollzug der Vorschriften nicht möglich ist.

Zur Präzisierung von Anhang II (Kontrollhäufigkeit, Kontrollmethoden und geeignete Überwachungsstandorte) und Anhang III (Nachweisgrenzen) der Richtlinie wurden seit 1999 von der Kommission mehrere Entwürfe vorgelegt. Konform zur WHO-Empfehlung wurden auf der Grundlage der Gesamtrichtdosis von 0,1 mSv pro Jahr für den Erwachsenen und einem angenommenen Trinkwasserverzehr von 730 l pro Jahr, aber neuer Dosiskoeffizienten (ICRP 1993, EURATOM 1996) [52], Aktivitätskonzentrationen relevanter künstlicher und natürlicher Radionuklide abgeleitet. Als erster Schritt einer mehrstufig aufgebauten Überwachungsstrategie zur Trinkwasserüberwachung wurden die Screening-Parameter 0,1 Bq/l Gesamt- α - und 1 Bq/l Gesamt- β -Aktivitätskonzentration übernommen. Eine Verabschiedung der Anhänge II und III nach Artikel 12 der EU-Trinkwasserrichtlinie ist bisher nicht erfolgt. Es ist beabsichtigt [2b], den Komplex der Radioaktivität im Trinkwasser künftig auf der Grundlage des EURATOM-Vertrages [2c] zu regeln. Die Europäische Kommission hat im Frühjahr 2008 den entsprechenden Entwurf einer Richtlinie erarbeitet [2d]. Die Expertengruppe nach Artikel 31 des EURATOM-Vertrages hat am 12. Juni 2008 hierzu zustimmend Stellung genommen, aber gefordert, dass bei laufender Zusammenführung aller Strahlenschutzrichtlinien Radon, Radonzerfallsprodukte und das Kleinkind als Referenzperson berücksichtigt werden.

EU-Radon-Empfehlung

Auf Veranlassung von Finnland und Schweden hat die EU-Kommission darüber hinaus die Empfehlung 2001/928/EURATOM vom 21.12.2001: Schutz der Öffentlichkeit vor der Exposition gegenüber Radon im Trinkwasser [28] gegeben. Empfohlen wurden Referenzkonzentrationen für Radon-222 im Bereich von 100 Bq/l – 1000 Bq/l sowie für die Radonfolgeprodukte Polonium-210 und Blei-210 von 0,1 Bq/l bzw. 0,2 Bq/l. Oberhalb dieser Referenzkonzentrationen sollte geprüft werden, ob ein Gesundheitsrisiko vorliegt. Die angegebenen Aktivitätskonzentrationen von Polonium-210 und Blei-210 sind Referenzkonzentrationen, die beim Erwachsenen zu einer Dosis von jeweils 0,1 mSv pro Jahr führen, wenn man einen Trinkwasserkonsum von 730 l pro Jahr annimmt.

Die EU-Radon-Empfehlung leitet sich aus der Richtlinie 96/29 EURATOM ab und fällt demnach unter Strahlenschutzrecht. Sie muss von den Mitgliedsstaaten – anders als die EU-Trinkwasserrichtlinie – nicht zwingend umgesetzt werden; in Deutschland wurde sie bislang nicht umgesetzt. In einer Stellungnahme der Strahlenschutzkommission (SSK) von 2003 zur EU-Radon-Empfehlung [15] wird ein Referenzwert der Rn-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser von 100 Bq/l empfohlen.

Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001

Die Ermächtigung zum Erlass der Trinkwasserverordnung leitet sich aus dem Infektionsschutzgesetz ab und liegt in der Zuständigkeit des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG), der Vollzug in der Zuständigkeit der Gesundheitsbehörden der Bundesländer.

Mit der Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001) vom 21. Mai 2001 [3] wurden die radioaktivitätsbezogenen Parameter „Tritium“ (100 Bq/l) und „Gesamtrichtdosis“ (0,1 mSv/a) der EU-Trinkwasserrichtlinie in nationales Recht übernommen. In Abschnitt 2 der Verordnung (§ 4 ff) werden Anforderungen an die Beschaffenheit des Wassers für den menschlichen Gebrauch festgelegt, speziell legt § 7 Anforderungen an Indikatorparameter fest. Anlage 3 Lfd. Nr. 19 und 20 zu § 7 TrinkwV 2001 definiert unter dem Begriff „Grenzwert/Anforderung“ die Anforderungen an den zulässigen Gehalt von Tritium bzw. die Gesamtrichtdosis. Die Gesamtrichtdosis nach EU-Trinkwasserrichtlinie und TrinkwV 2001 ist im Gegensatz zur Aktivitätskonzentration keine direkt messbare Größe. Bei ihrer Berechnung sind künstliche sowie die natürlichen Radionuklide Ra-226, Ra-228 und die Uranisotope im Trinkwasser einzubeziehen, nicht jedoch Tritium, Kalium-40, Radon und Radonzerfallsprodukte.

Nach Anlage 3, Anmerkung 2 TrinkwV 2001 werden die Kontrollhäufigkeit, die Kontrollmethoden und die relevanten Standorte zu einem späteren Zeitpunkt gemäß dem nach Artikel 12 der Trinkwasserrichtlinie festgesetzten Verfahren festgelegt. Hierfür angekündigte EU-Vorschriften sind bisher nicht in Kraft getreten. § 7 TrinkwV 2001 setzte Grenzwerte und Anforderungen für die Indikatorparameter „Tritium“ und „Gesamtrichtdosis“ am 1. Dezember 2003 in Kraft. Nach einem Schreiben des BMG an die für Trinkwasser zuständigen obersten Landesbehörden vom 27. November 2003 ist deshalb die Überwachung der radioaktivitätsbezogenen Parameter gemäß § 7 TrinkwV 2001 aber ausgesetzt, da bisher keine EU-Vorgaben vorliegen und eigene nationale Regelungen hierzu fehlen.

1.4 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) und Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG)

Die Strahlenschutzverordnung gilt nur mittelbar für Trinkwasser, nicht aber für die Bewertung natürlicherweise darin vorkommender Radionuklide. Der Schutz des Trinkwassers/Rohwassers – wie aller übrigen Wasservorkommen und der Umwelt – erfolgt indirekt über die Begrenzung der Ableitung radioaktiver Stoffe (§ 47 StrlSchV) und der Emissions- und Immissionsüberwachung bei Tätigkeiten (§ 48 StrlSchV) sowie nach dem StrVG im Rahmen der allgemeinen Umweltradioaktivitätsüberwachung. Im Vordergrund steht hier die künstliche Radioaktivität.

Obwohl die StrlSchV direkt keine Festlegungen von Qualitätsanforderungen an Trinkwasser enthält, hat das BfS bei seiner Untersuchung zur wissenschaftlichen Vergleichbarkeit seiner ermittelten Ergebnisse und im Hinblick auf eine mögliche künftige Weiterentwicklung des Trinkwasserrechts seine Ergebnisse auch anhand der für den Schutz der Bevölkerung vor natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen zu verwendenden Verzehrsmengen für die dort angegebene Altersklassen einschließlich Säuglinge und Kleinkinder betrachtet.

In der StrlSchV Anlage VII zu §§ 29 und 47 sind Annahmen zur Berechnung der Strahlenexposition festgelegt. Gemäß Anlage XII, Teil D, zu §§ 97 bis 102 sind für die Ermittlung der Strahlenexposition der Bevölkerung bei natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen ebenfalls die in Anlage VII, Teil B, Tabelle 1 genannten Werte für den jährlichen Trinkwasserverzehr zu verwenden, und zwar ohne Sicherheitsfaktor. Für Säuglinge (Alter 0 bis 1 Jahr), die nicht gestillt werden, sind das 170 Liter pro Jahr und für Erwachsene 350 Liter pro Jahr. Zu Grunde gelegt werden die Dosiskoeffizienten nach ICRP 1993 und EURATOM 1996 [52].

Bei der Berechnung der Strahlenexposition über den Trinkwasserpfad nach der „Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 Strahlenschutzverordnung: Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“ (AVV90) sind die Verzehrsmengen an Trinkwasser mit dem Sicherheitsfaktor 2 zu multiplizieren (StrlSchV Anlage VII, Teil B). Dies entspricht einem jährlichen Trinkwasserverzehr für Säuglinge von 340 Liter pro Jahr und für Erwachsene von 700 Liter pro Jahr. Als wesentlicher Grund dafür ist zu sehen, dass dieses für Genehmigungsverfahren entwickelte Rechenverfahren darauf abzielt, real auftretende Strahlenexpositionen systematisch zu überschätzen. Um eine ähnliche Überschätzung bei der Ermittlung der Strahlenexpositionen aus natürlichen Quellen zu vermeiden, ist nach einer Empfehlung der SSK stets mit mittleren Parametern (nicht konservativen Annahmen, Sicherheitsfaktor 1) zu rechnen. Für den Trinkwasserverzehr entspricht dies jährlichen Verzehrsmengen von 170 Litern für den Säugling und von 350 Litern für Erwachsene. Gleiche Überlegungen liegen z. B. den „Berechnungsgrundlagen zur Ermittlung der Strahlenexposition infolge bergbaubedingter Umweltradioaktivität (Berechnungsgrundlagen – Bergbau)“ von 1999 sowie Freigaberegulungen von NORM-Stoffen (Naturally occurring radioactive material) zu Grunde.

Überwachungsmessungen von Trinkwässern auf Tritium und auf künstliche Radionuklide nach TrinkwV 2001 sind in Deutschland nicht erforderlich, da im Rahmen der allgemeinen Umweltradioaktivitätsüberwachung nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz (StrVG) [41, 42] und nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen [43] ausgewählte Wasserwerke regelmäßig überwacht werden und in der Regel nur sehr geringe Aktivitätskonzentrationen künstlicher Radionuklide im Wasser nachgewiesen werden. Die daraus resultierenden Werte für die Strahlenexposition liegen unter 0,001 mSv pro Jahr.

Da einerseits bisher keine Umsetzung der radioaktivitätsbezogenen Regelungen in Deutschland erfolgte und andererseits auf Grund von Nachfragen aus der Bevölkerung Handlungsbedarf bei den Gesundheitsämtern und Betreibern von Wasserversorgungsanlagen besteht, wurde ein Diskussionsprozess in verschiedenen Gremien initiiert, der zu unterschiedlichen Positionen über die Durchführung von Überwachungsmaßnahmen führte [38, 39, 40]. Während das Bayerische Landesamt für Umweltschutz in [39] den „Erwachsene“ als Referenzperson zur Berechnung von maximalen Aktivitätskonzentrationen betrachtet und die Summenparameter „Gesamt-Alpha-Aktivität“ und „Gesamt-Beta-Aktivität“ diskutiert werden, legen die Ausführungen des TÜV Rheinland in [38] den „Säugling“ als Referenzperson und nuklidspezifische Aktivitätsbestimmungen nahe.

1.5 Vergleich der Regelungen verschiedener Staaten

In Tabelle 4 werden die oben aufgeführten grundlegenden Regelwerke sowie eingeführte Regelungen mehrerer Staaten über Richtwerte/Grenzwerte natürlicher Radionuklide in Trinkwasser zusammengefasst. Der Vergleich der genannten supranationalen Regelwerke sowie einiger europäischer und nicht europäischer Länder zeigt, dass

- unterschiedliche Radionuklide berücksichtigt,
- maximal zulässige Radionuklidkonzentrationen ohne und mit Bezug auf einen Dosisrichtwert festgelegt und
- unterschiedliche Dosisrichtwerte für den Konsum von Trinkwasser verwendet wurden.

Die Dosisrichtwerte liegen im Bereich von 0,1 mSv/a bis 1 mSv/a wobei bisher ausschließlich der Erwachsene als Referenzperson betrachtet wird. Die Konzentrationsgrenzwerte einzelner Radionuklide unterscheiden sich – wie nachfolgend dargestellt – bis zu einem Faktor von ca. 30 voneinander:

Uran

Die Konzentrationsbegrenzung für das Element Uran erfolgt auf der Grundlage der chemischen Toxizität. Die World Health Organisation (WHO) und die amerikanische Environmental Protection Agency (EPA) empfehlen Werte von 15 µg/l bzw. 30 µg/l. Daraus folgen U-238-Aktivitätskonzentrationen von 0,185 Bq/l [23] bzw. 0,375 Bq/l [24, 25]. Dagegen sind in der Schweiz U-238-Aktivitätskonzentrationen von bis zu 10 Bq/l (800 µg/l Uran) [26] und in Finnland 20 Bq/l (1600 µg/l Uran) [27] zulässig, die auf das radiologische Gefährdungspotential zurückzuführen sind.

Ra-226 und Ra-228

Für die maximal zulässigen Konzentrationen der Radionuklide Ra-226 und Ra-228 ergeben sich für die einzelnen Länder/Organisationen Spannweiten von 185 mBq/l (USA) bis 1000 mBq/l (WHO) bzw. 100 mBq/l (WHO) bis 1000 mBq/l (Schweiz).

Pb-210 und Po-210

Rechtlich verbindliche Regelungen existieren für die Radionuklide Pb-210 und Po-210 nur in Finnland, Kanada und der Schweiz. Hierbei schwanken die maximalen Konzentrationen für Pb-210 zwischen 100 mBq/l (Kanada) und 1000 mBq/l (Schweiz) sowie für Po-210 zwischen 200 mBq/l (Kanada) und 3000 mBq/l (Finnland). Demgegenüber werden in der WHO-Empfehlung [23] für beide Radionuklide Aktivitätskonzentrationen von 100 mBq/l und in der „Empfehlung der Kommission vom 20. Dezember 2001 über den Schutz der Öffentlichkeit vor der Exposition gegenüber Radon im Trinkwasser“ (2001/928/EURATOM)“ (EU-Radon-Empfehlung) [28] 200 mBq/l für Pb-210 und 100 mBq/l für Po-210 vorgeschlagen.

Rn-222

Die EU-Radonempfehlung [28] gibt übereinstimmend mit der WHO [23] und anderen nationalen Regelungen (z. B. [29, 30]) für das im Wasser gelöste Edelgas Rn-222 einen Richtwert von 100 Bq/l an sowie einen Maximalwert von 1000 Bq/l, bei dessen Überschreitung Maßnahmen zur Reduzierung der Radonkonzentration geprüft werden sollten.

Tabelle 4: Internationale Regelungen über Grenzwerte natürlicher Radionuklide in Trinkwasser^{*)}

Land/Organisation	Referenz- person	Geregelte Größe		U-238 mBq/l	Ra-228 mBq/l	Ra-226 mBq/l	Po-210 mBq/l	Pb-210 mBq/l	Rn-222 Bq/l	G-Alpha mBq/l	G-Beta mBq/l
WHO, 2004 ^[23] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X	Uran Radon	185	100	1.000	100	100	100	500	1.000
USA – EPA, 2000 ^[24]	altersunabhängig		X	375	185	185	—	—	11/150 ^{**)}	560	—
EU-Trinkwasserrichtlinie, 1998 ^[2] 0,1 mSv/a	?	X		?	?	?	—	—	—	—	—
EU, 2005 ^[2a] Entwürfe Anhänge II+III zur EU-Trinkwasserrichtlinie	Erwachsener	X		3.000	200	500	—	—	—	100	1.000
EU-Radon-Empfehlung, 2001 ^[28]	—		X	—	—	—	100	200	100–1.000	—	—
SSK, 2004 ^[15] 0,4 mSv/a	altersunabhängig		Radon	—	—	—	—	—	100	—	—
Nordische Länder, 2000 ^[31] 1,0 mSv/a	?	X	Radon	?	?	?	?	?	100–1.000		
Finnland, 2000 ^[27a] 0,5 mSv/a	Erwachsener	X	X	20.000	—	3.000	3.000	500	300–1.000	—	—
Dänemark, 2001 ^[29] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X	Radon	3.000	200	500	—	—	100	100	1.000
England, 2005 ^[32] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X		3.000	200	500	—	—	—	100	1.000
Schweiz, 2006 ^[26] Radionuklidgruppen	—		X	10.000	1.000	1.000	1.000	1.000	—	—	—
Frankreich, 2001 ^[33] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X		3.000	200	500	100	200	—	100	1.000
Spanien, 2003 ^[34] 0,1 mSv/a	?	X		—	—	—	—	—	—	100	1.000
Österreich, 2005 ^[36] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X	X	—	200	500	—	—	—	—	—
Kanada, 2006 ^[37] 0,1 mSv/a	Erwachsener	X	Uran	500	500	600	200	100	—	100	1.000
Die angegebene Konzentration ist der Maximalwert dieses Radionuklides und resultiert aus einer Richtdosis. Bei Anwesenheit mehrerer Radionuklide ist die Summenformel anzuwenden.											
Die Maximalwerte der Konzentrationen sind nicht direkt auf eine Richtdosis zurück zuführen. Die Summenformel ist anzuwenden.											
Die maximale Konzentration ist bei jedem Radionuklid zulässig. Die Summenformel gilt nicht.											

*) „?“ bzw. „—“ symbolisieren fehlende Ausführungsbestimmungen bzw. keine Berücksichtigung der Altersklasse oder des Radionuklids.

**) Wasserversorgungsunternehmen für mehr/weniger als 10.000 versorgte Personen.

2 DURCHFÜHRUNG DES TRINKWASSERMESSPROGRAMMS

2.1 Anlass und Ziel der Untersuchung

Mit den Erlassen des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) vom 3.7.2002 und 10.7.2003 wurde das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) beauftragt, repräsentative Messungen des Gehaltes an natürlichen Radionukliden im Trinkwasser durchzuführen. Da für die dosisrelevanten Nuklide bisher in Deutschland nur sporadisch ermittelte Messwerte vorlagen [10, 11, 12, 75] und in Abhängigkeit von lokalen geologischen und hydrogeologischen Gegebenheiten in einigen Regionen hohe Aktivitätskonzentrationen zu erwarten waren, dienen die Ergebnisse der Erhebungsmessungen als Grundlage für die Bewertung der Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide in Trinkwasser. Deshalb wurden in den Jahren 2003 bis 2007 von den Leitstellen für „Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffe und Abfälle“ und „Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität“ des BfS bundesweite Untersuchungen der Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide in Trinkwasser mit folgender Zielsetzung durchgeführt:

- Ermittlung von Daten über die Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide im Trinkwasser der Bundesrepublik Deutschland, die für deren Variabilität als repräsentativ gelten können.
- Berechnung der Strahlenexpositionen infolge des Trinkwasserkonsums für Personen aller Altersgruppen der Bevölkerung und deren Bewertung.
- Erarbeitung von Grundlagen für ein wissenschaftlich begründetes Konzept zur praktischen Umsetzung der EU-Trinkwasserrichtlinie 98/83/EG in nationales Recht.
- Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse, um dem Informationsbedürfnis der Bevölkerung gerecht zu werden.

Für diesen Bericht werden die Ergebnisse der Probennahmen bis einschließlich September 2007 erfasst.

2.2 Beprobung der Wasserwerke

Wasserversorgungsanlagen im Sinne der TrinkwV 2001 sind Anlagen mit einer täglichen Wasserproduktion von weniger als 3 m³ bis zu einigen 100.000 m³, wobei für die Überwachung von Kleinanlagen mit einer Produktion von < 3 m³ pro Tag von den örtlichen Gesundheitsämtern Sonderregelungen erlassen werden können. Die Anzahl der in Deutschland betriebenen Wasserversorgungsanlagen mit einer Produktion oberhalb von 3 m³/Tag liegt bei etwa 15.000. Die Untersuchungen des BfS konzentrierten sich auf solche Anlagen. Ein Großteil dieser Anlagen ist im Bundesverband der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft (BGW, zwischenzeitlich in BDEW umbenannt) in 1725 Wasserversorgungsunternehmen zusammengeschlossen. Da eine lückenlose Ermittlung der Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide im Trinkwasser von ca. 15.000 Wasserversorgungsanlagen durch das BfS nicht realisierbar war und auf Grund der in weiten Teilen Deutschlands gegebenen geologischen Situation auch nicht erforderlich schien, wurden für das Messprogramm folgende Schwerpunkte gesetzt:

1. Untersuchungen von Trinkwässern aus Wasserversorgungsanlagen in Ballungsgebieten mit normalem natürlichem Untergrund.
2. Trinkwasseruntersuchungen in ausgewählten Gebieten mit erhöhter natürlicher Radioaktivität.

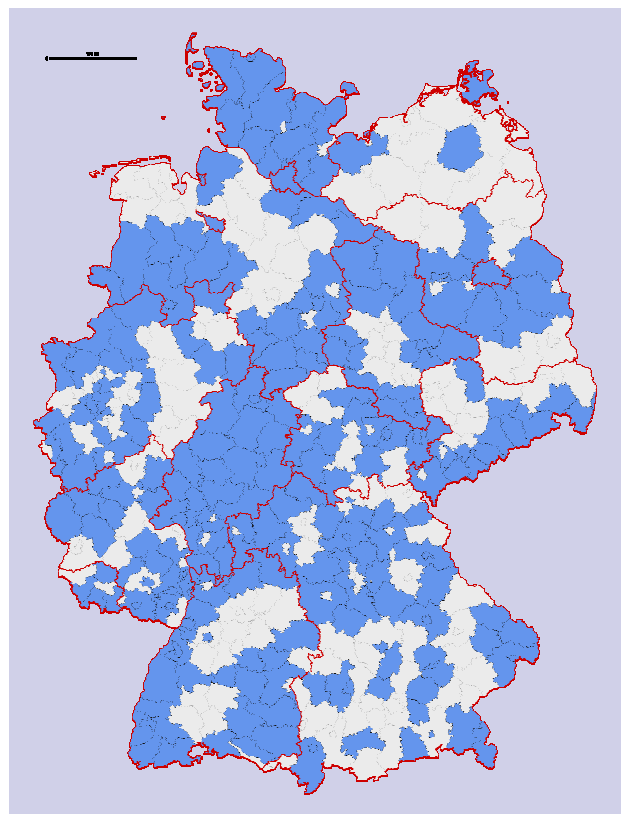


Abbildung 2: In die Beprobung einbezogene Landkreise (blau markiert, Stand September 2007)

3. Auswahl von Wasserversorgungsanlagen im gesamten Bundesgebiet mit dem Ziel, die Mehrzahl der 439 Landkreise zu beproben.

Zur Untersuchung von Trinkwässern in Ballungsgebieten sollten vorwiegend größere Wasserversorgungsanlagen beprobt werden, die einen großen Teil des Trinkwasserbedarfs der dortigen Bevölkerung abdecken. Dagegen sollten zur Erfassung der oberen Aktivitätsbereiche gezielt Trink- und Rohwässer von Wasserversorgungsanlagen in Gebieten mit erhöhter natürlicher Radioaktivität der Bundesländer Bayern, Sachsen, Baden-Württemberg, Thüringen, Rheinland-Pfalz und Sachsen-Anhalt beprobt werden. Aufgrund dieser Herangehensweise sind die im Rahmen der Untersuchungen gewonnenen Daten repräsentativ im Sinne der Aufgabenstellung. Aussagen über einzelne Anlagen können aber auf ihrer Grundlage nicht getroffen werden. Eine Übersicht über die Anzahl der Proben aus den einzelnen Bundesländern und über die Anzahl der durchgeführten nuklidspezifischen Analysen geben Tabelle A1 (Roh- und Reinwasser) und Tabelle A2 (Trinkwasser) im Anhang A. In Abbildung 2 ist der nach Abschluss des Messprogramms erreichte Beprobungsgrad in einer Übersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland veranschaulicht. Sie zeigt, dass mit den Untersuchungen große Teile des Bundesgebietes erfasst wurden. Insgesamt wurden 582 Trink- und 565 Rohwässer aus 564 Wasserversorgungsanlagen analysiert. Der Anteil der untersuchten Trinkwässer, die aus Grundwasservorkommen gewonnen werden, betrug etwa 80 %. Die Proben repräsentieren in Ballungsgebieten z. T. Trinkwässer, die von mehreren Millionen Menschen genutzt werden.

Unterstützung bei der Probenbeschaffung erhielt das BfS durch die Landesumwelt- und Landesgesundheitsministerien, die örtlichen Gesundheitsbehörden, die Landesumweltämter und durch die amtlichen Landesmessstellen, die im Rahmen des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) [41] tätig sind und insbesondere durch die Wasserversorgungsunternehmen. Eine Reihe von Proben wurde auch durch die HGN Hydrogeologie GmbH bereitgestellt. Bei der Probenahme wurde jeder Wasserversorgungsanlage ein Probenbegleitbogen übergeben (B9 in Anhang B). Hierdurch konnten u. a. Angaben zur Herkunft des Wassers (Grund- oder Oberflächenwasser), zur Geologie des Untergrundleiters, zur Entnahmetiefe, zum Aufbereitungsverfahren und zur Anzahl der versorgten Personen erfasst werden. In der Regel wurden jeweils 20-l-Proben entnommen, mindestens jedoch ein Volumen von 10 Litern. Die Probenahme für die Rn-222-Bestimmung erfolgte separat, dafür wurden weitgehend gasdichte 0,5 l-Flaschen aus Polyethylen-Terephthalat (PET) verwendet.

2.3 Radionuklidanalysen

Sämtliche Wässer wurden auf ihre Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration sowie auf die Aktivitätskonzentrationen von U-238, Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210 und Rn-222 untersucht. Lagen die U-238-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 mBq/l, wurden zusätzlich die beiden Uranisotope U-234 und U-235 alphaspektrometrisch bestimmt. Auf die Bestimmung der Thoriumisotope wurde mit Ausnahme von 56 Wässern mit erhöhten Ra-228-Aktivitätskonzentrationen verzichtet. Eine Übersicht über die angewandten Verfahren zur Bestimmung der Radionuklidkonzentrationen, die notwendigen Probevolumina und die erreichbaren Nachweisgrenzen gibt Tabelle 5.

Tabelle 5: Zusammenfassende Darstellung der angewandten Verfahren zur Trinkwasseranalyse

Radionuklid/Element	Bestimmungsmethode	Volumen in l	Nachweisgrenze in mBq/l
Rn-222	Flüssigszintillationsmessung nach [14]	0,015	ca. 1000
Gesamt- α	Phosphatfällung, Flüssigszintillationsmessung nach [44]	0,3	ca. 20
Ra-226	Mitfällung an Bariumsulfat, Emanometrie, Messung der α -Strahlung nach [14]	1,0	ca. 1
Pb-210 Po-210	Spontane Abscheidung auf Nickelplättchen, Low-level-Beta-Messung (Bi-210), Alpha-Messung (Po-210) nach [45]	4,0	ca. 2 ca. 1
Ra-228	Mitfällung an Bariumsulfat und Überführung in das Carbonat, Extraktionschromatographie, Low-level-Beta-Messung (Ac-228) nach [14]	10	1 – 2
Uran	Kinetische Phosphoreszenz-Analyse nach [45]	0,02	0,7
U-234, U-235, U-238	Extraktionschromatographie, Alphaspektrometrie nach [14]	0,30	5 – 10
Th-228, Th-230, Th-232	Extraktionschromatographie, Alphaspektrometrie nach [14]	0,80	1 – 5

Die Wasserproben wurden unmittelbar nach dem Eingang im Labor belüftet, um das im Wasser gelöste Rn-222 auszutreiben (Entemanierung durch Ausstrippen) und damit eine Neubildung von Pb-210 zu verhindern. Die Bearbeitungszeit der Proben einschließlich der erforderlichen Lagerung betrug in der Regel ein bis zwei Monate. Nach Abschluss der analytischen Untersuchungen wurden die Wasserversorger bzw. die zentralen Ansprechpartner der Behörden oder Institute in schriftlicher Form über die ermittelten Aktivitätskonzentrationen der Wässer und über die berechneten Dosiswerte informiert.

Rn-222

Für die Bestimmung von Rn-222 war zu beachten, dass ein Aktivitätsverlust durch Emanation (Ausgasen) bei der Probenahme und beim Transport der Proben zu vermeiden ist [14]. Ein Volumen von 15 ml der Wasserprobe wurde mit einem organischen Szintillatorcocktail gemischt und nach einer Wartezeit von etwa 3 Stunden zur Einstellung des radioaktiven Gleichgewichtes von Rn-222 und den kurzlebigen Folgenukliden im Flüssigszintillationszähler (LSC) gemessen. Bei üblichen Zeiten von 2 bis 3 Tagen zwischen Probenahme und Messbeginn betrugen die Nachweisgrenzen der Rn-222-Aktivitätskonzentration etwa 1 bis 2 Bq/l.

Gesamt-Alpha-Aktivität

Ein Volumen von 300 ml der Wasserprobe wurde unter Rühren zum Sieden gebracht und nach Zusatz von Ammoniumhydrogenphosphat-Lösung bis zu einem pH-Wert von 10 mit Ammoniak versetzt, um Uran, Radium und Polonium zusammen mit Calciumphosphat auszufällen. Der Niederschlag wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung mit einem Szintillatorcocktail gemischt und die Probe im Flüssigszintillationszähler (LSC) gemessen, wobei α - und β -Strahlung getrennt registriert und nur die durch α -Strahlung hervorgerufenen Impulse ausgewertet wurden. Die Wartezeiten zwischen Probenaufbereitung und Messung und die Messzeiten wurden so gewählt, dass die Neubildung von Rn-222 aus dem vorhandenen Ra-226 vernachlässigt werden konnte. Bei Messzeiten von 100 Minuten betrugen die Nachweisgrenzen etwa 20 mBq/l.

Ra-226

Radium wurde durch gemeinsame Fällung mit Bariumsulfat aus der zum Sieden gebrachten 1-l-Wasserprobe abgetrennt, der Niederschlag anschließend gelöst und die Lösung zur Neubildung des Rn-222 etwa 14 Tage in einem Emaniergefäß aufbewahrt. Danach wurde das Rn-222 in eine Szintillationskammer überführt und nach einer Wartezeit von 3 Stunden die Alpha-Aktivität von Rn-222 und seinen kurzlebigen Folgenukliden gemessen. Es wurden Nachweisgrenzen von etwa 1 mBq/l erreicht.

Pb-210 und Po-210

3 bis 4 Liter der Wasserprobe wurden unter ständigem Rühren eingedampft und der Rückstand anschließend in Salzsäure gelöst; aus dieser Lösung erfolgte die Abscheidung von Bi-210 und Po-210 auf einem Nickelplättchen. Nach einer Wartezeit von 5 Stunden, die das Abklingen von störenden Radionukliden wie Bi-214/Po-214 aus der U-238-Zerfallsreihe und Bi-212/Po-212/Tl-208 aus der Th-232-Zerfallsreihe gewährleistet, wurde die Bi-210-Aktivität in einer nach dem Antikoinzidenzprinzip arbeitenden Low-level-Beta-Messeinrichtung gemessen. Zur Absorption der α -Strahlung des Po-210 wurden die Messproben mit einer Aluminiumfolie (etwa 7 mg/cm²) abgedeckt. Die α -Strahlung des Po-210 wurde anschließend mit einer Szintillationssonde mit ZnS(Ag)-Szintillator gemessen. Die Nachweisgrenzen betrugen für die Pb-210-Bestimmung ca. 2 mBq/l, für die Po-210-Bestimmung ca. 1 mBq/l.

Ra-228

Aus 10 l der Wasserprobe wurde Radium durch Mitfällung an Bariumsulfat angereichert und nach Überführung in das leichter lösliche Carbonat durch Extraktionschromatographie an einem spezifischen Träger für Seltene Erden (RE-Spec™) vom Tochternuklid Ac-228 abgetrennt. Der im Vergleich zum Ra-228 ($E_{\beta_{max}}$: 0,04 MeV) energiereichere Beta-Strahler Ac-228 ($E_{\beta_{max}}$: 2,1 MeV) wurde anschließend durch Mitfällung an Cerfluorid isoliert und die Aktivität in einer nach dem Antikoinzidenzprinzip arbeitenden Low-level-Beta-Messeinrichtung im Takt von 60 Minuten über einen Zeitraum von 16 Stunden gemessen. Bei den üblichen Parametern der Analyse wie chemische Ausbeute, Wartezeit zwischen der Abtrennung von Ac-228 und dem Messbeginn wurden Nachweisgrenzen der Ra-228-Aktivitätskonzentration von 1 bis 2 mBq/l erreicht.

Uran

Die Urankonzentrationen wurden durch Messung der laserangeregten Phosphoreszenz von komplexierten Uranyl-Ionen mit einem „Kinetic Phosphorescence Analyzer“ (KPA) bestimmt. In den meisten Fällen mussten die Rohwässer vor der Messung etwa 2- bis 10-fach verdünnt werden, um störende Matrixeffekte auszuschließen. Der jeweiligen Verdünnung entsprechend wurden Nachweisgrenzen der Urankonzentration von 0,06 bis 0,6 µg/l erzielt. Basierend auf der natürlichen Isotopenzusammensetzung von Uran wurden aus den Messergebnissen die U-238-Aktivitätskonzentrationen berechnet (1 µg Uran entspricht 12,3 mBq U-238).

U-234, U-235 und U-238

Zur alphaspektrometrischen Bestimmung der drei Uranisotope U-234, U-235 und U-238 wurden 300 ml der Wasserprobe nach Zusatz von U-232-Tracer eingedampft und der Rückstand in einer Salpetersäure-Aluminiumnitrat-Lösung gelöst. Mit einem extraktionschromatographischen Verfahren wurde Uran aus der Lösung an einem geeigneten Trägermaterial (UTEVA™) abgetrennt und anschließend elektrochemisch auf Edelstahlplättchen abgeschieden. Die alphaspektrometrische Messung erfolgte mit Silizium-Halbleiterdetektoren. Bei Messzeiten von 60.000 Sekunden wurden Nachweisgrenzen der Aktivitätskonzentration von etwa 5 bis 10 mBq/l erreicht.

Berechnung der mittleren U-238-Aktivitätskonzentration

Bei U-238-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 mBq/l lagen in der Regel separate Messwerte X_1 , X_2 der beiden Bestimmungsmethoden „Kinetischen Phosphoreszenz-Analyse“ und „Alphaspektrometrie“ vor, die sich hinsichtlich der Aktivitätskonzentration und der Messunsicherheit unterschieden. Nach Feststellung der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der beiden unabhängigen Methoden durch t-Test bei paarweise verbundenen Stichproben nach [46] mit $t_{100; 0,975} = 1,976$ (Tabellenwert: 1,984) wurde aus den beiden Werten X_1 , X_2 ein gewichteter Mittelwert X der U-238-Aktivitätskonzentration mit der zugehörigen Messunsicherheit δ_x nach [47] berechnet:

$$X = X_1 \cdot \frac{s_1^{-1}}{s_1^{-1} + s_2^{-1}} + X_2 \cdot \frac{s_2^{-1}}{s_1^{-1} + s_2^{-1}}$$

$$s_x^{-1} = s_1^{-1} + s_2^{-1}$$

$$\delta_x = \sqrt{s_x} \quad \text{mit}$$

X = gewichteter Mittelwert

X_1 = Ergebniswert nach Methode 1

X_2 = Ergebniswert nach Methode 2

s_x = Varianz des Wertes i

δ_x = Standardabweichung des Wertes X

Th-228, Th-230 und Th-232

Zur Bestimmung der Thoriumisotope wurden 800 ml der Wasserprobe nach Zusatz von Th-234-Tracer eingedampft und der Rückstand in Salpetersäure gelöst. Nach dem Zusatz von Ammoniumhydrogenphosphat wurden die Phosphate mit Ammoniak gefällt und der Rückstand anschließend in einer Salpetersäure-Aluminiumnitrat-Lösung gelöst. Thorium wurde mit einem extraktionschromatographischen Verfahren an geeignetem Trägermaterial (TEVA™) aus der Lösung abgetrennt und anschließend elektrochemisch auf Edelstahlplättchen abgeschieden. Die Messzeiten der alphaspektrometrischen Messung mit Silizium-Halbleiterdetektoren lagen bei 150.000 Sekunden. Damit wurden Nachweisgrenzen von ca. 2 bis 5 mBq/l erzielt.

2.4 Berechnung der Ingestions-Folgedosis

Mit dem Trinken werden die im Wasser enthaltenen natürlichen Radionuklide vom Organismus aufgenommen und bewirken dadurch eine interne Strahlenexposition des Menschen. Diese Strahlenexposition H_{i,RN_r} (Ingestions-Folgedosis, vereinfacht auch als Folgedosis oder Ingestionsdosis bezeichnet) ist abhängig von der Aktivitätskonzentration, von den alters- und nuklidspezifischen Dosiskoeffizienten und von der Menge des konsumierten Wassers. Sie berechnet sich für das Radionuklid RN_r nach

$$H_{i,RN_r} = C_r \cdot g_{i,r} \cdot U_i \quad (1)$$

mit den Größen

C_r = Aktivitätskonzentration des Radionuklides r im Trinkwasser in Bq/l

$g_{i,r}$ = Ingestions-Folgedosiskoeffizient für Personen der Altersgruppe i und das Radionuklid r in Sv/Bq

U_i = konsumierte Trinkwassermenge in l

Durch Summation der Ingestionsdosen H_{i,RN_r} der Einzelnuklide Ra-228, Ra-226, Po-210, Pb-210, U-234, U-235, U-238 und Rn-222 ergibt sich für Personen der Altersgruppe i eine Gesamtgestionsdosis von

$$H_i = \sum_{r=1}^8 H_{i,RN_r} \quad (2)$$

Zum Vergleich Säugling / Erwachsener: Die Ingestionsdosiskoeffizienten berücksichtigen die unterschiedlichen chemischen Eigenschaften und physiologischen Verhaltensweisen der Radionuklide in den Organen des menschlichen Körpers und ermöglichen die Berechnung der Ingestions-Folgedosis aus der im Alter i aufgenommenen Aktivität $C_i \cdot U_i$. Die Ingestions-Folgedosiskoeffizienten errechnen sich beim Erwachsenen aus der Summation der jährlichen Dosisbeiträge für einen Zeitraum von 50 Jahren nach der Ingestion. Bei Kindern werden die der Ingestion folgenden 70 Jahre in die Berechnung der Folgedosis einbezogen. Bei diesem Modell der ICRP [48, 49] wird die gesamte Folgedosis dem Jahr der Aktivitätsaufnahme angerechnet.

In Tabelle 6 sind die in Deutschland gesetzlich festgelegten Dosiskoeffizienten zusammengestellt [50], die von einer einmaligen Aktivitätsaufnahme (akute Zufuhr) zu Beginn eines jeden Lebensjahres ausgehen. Beim Säugling wird angenommen, dass die Aktivitätsaufnahme am 100. Tag erfolgt. Demgegenüber ergeben sich bei der realistischeren Annahme einer chronischen, d. h. täglichen Aktivitätszufuhr nach Berechnungen des BfS [51] die in Tabelle 7 aufgeführten Dosiskoeffizienten.

Tabelle 6: Gesetzlich festgelegte Folgedosiskoeffizienten g_{lr} bei Radionuklidaufnahme durch Ingestion (akute Aufnahme) in $\mu\text{Sv/Bq}$ nach [49, 50, 52]

Altersgruppe	Ra-226	Ra-228	Ra-224	U-238	U-235	U-234	Pb-210	Po-210	Rn-222
0 – 1 a	4,7	30	2,7	0,34	0,35	0,37	8,4	26	0,04
1 – 2 a	0,96	5,7	0,66	0,12	0,13	0,13	3,6	8,8	0,0035
2 – 7 a	0,62	3,4	0,35	0,080	0,085	0,088	2,2	4,4	0,0035
7 – 12 a	0,80	3,9	0,26	0,068	0,071	0,074	1,9	2,6	0,0035
12 – 17 a	1,5	5,3	0,20	0,067	0,070	0,074	1,9	1,6	0,0035
> 17 a	0,28	0,69	0,065	0,045	0,047	0,049	0,69	1,2	0,0035

Tabelle 7: Dosiskoeffizienten g_{lr} bei Radionuklidaufnahme durch Ingestion (chronische Aufnahme) in $\mu\text{Sv/Bq}$ nach [51]

Altersgruppe	Ra-226	Ra-228	U-238	U-235	U-234	Pb-210	Po-210
0 – 1 a	3,6	21	0,27	0,28	0,30	5,7	24
1 – 2 a	0,95	5,3	0,12	0,12	0,13	3,1	7,8
2 – 7 a	0,73	3,9	0,086	0,090	0,095	2,2	4,8
7 – 12 a	0,91	3,8	0,071	0,073	0,078	1,8	2,8
12 – 17 a	1,6	4,0	0,072	0,072	0,077	1,8	1,7
> 17 a	0,28	0,65	0,033	0,033	0,035	0,60	1,2

Die Dosiskoeffizienten in Tabelle 6 zeigen, dass bei akuter identischer Aktivitätszufuhr der betrachteten Radionuklide die Ingestions-Folgedosen für Säuglinge um das 7- bis 40-fache höher als bei Erwachsenen sind. Die höchsten Folgedosen ergeben sich für Säuglinge durch den Beta-Strahler Ra-228, gefolgt von dem Alpha-Strahler Po-210. Bei Erwachsenen kehrt sich die Reihenfolge dieser Radionuklide um. Die durch Ra-226 hervorgerufenen Folgedosen sind gegenüber denen der Radionuklide Ra-228, Po-210 und Pb-210 bei allen Altersgruppen erheblich niedriger. Für alle Personengruppen sind die Dosiskoeffizienten der drei Uran-Isotope im Vergleich zu Ra-228, Po-210, Pb-210 und Ra-226 um mehr als das 10-fache niedriger.

Bei chronischer, d. h. täglicher Aktivitätszufuhr ergeben sich für Säuglinge niedrigere Dosiskoeffizienten gegenüber der akuten Aktivitätszufuhr. Die Abnahme beträgt bei Ra-228 und Pb-210 ca. 30 %, bei allen anderen Radionukliden zwischen 10 und 20 %. Eine Gegenüberstellung der Dosiskoeffizienten aus den Annahmen der einmaligen und der chronischen Aufnahme gibt Tabelle 8.

Die bei der Ermittlung der Strahlenexposition durch den Verzehr von Trinkwasser in Deutschland gemäß Anlage VII der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [53] zu Grunde zu legenden jährlichen Trinkwassermengen U_i für die 6 ver-

schiedenen Altersgruppen [48] sind in Tabelle 9 aufgeführt. Danach trinkt die Referenzperson „Erwachsener“ im Durchschnitt 350 Liter pro Jahr, das Kleinkind der Altersgruppe „0 – 1 a“ 170 Liter.

Eine besondere Situation ergibt sich beim Rn-222, da das flüchtige Edelgas beim Kochen des Wassers fast vollständig entweicht. Die durch Rn-222 hervorgerufene Ingestionsdosis wird deshalb nur durch den Konsum von direkt aus der Wasserleitung entnommenem Trinkwasser bestimmt. Dieser Anteil wird nach [15] für alle Altersgruppen oberhalb von 2 Jahren auf 50 % des in Tabelle 9 angegebenen jährlichen Trinkwasserkonsums geschätzt. Für die Altersklasse „1 – 2 a“ wird angenommen, dass ca. 80 % der Trinkwasseraufnahme über gekochte Getränke erfolgt, für die Altersklasse „0 – 1 a“ wird der Anteil von 80 % auf die Trinkwassermenge von 55 l/a bezogen. Damit ergeben sich die in Tabelle 10 angegebenen jährlichen Verzehrsmengen von direkt aus der Leitung entnommenem Trinkwasser.

Da die deutsche Trinkwasserverordnung die Vorgaben der EU-Trinkwasserrichtlinie umzusetzen hat, werden im Rahmen dieses Berichts Expositionen unter Zugrundelegung der Schutzziele und Berechnungsmethoden dieser Richtlinie ermittelt und diskutiert. Zum Vergleich werden die Strahlenexpositionen nach Vorschriften der Strahlenschutzverordnung bestimmt. Neben einem Vergleich der beiden historisch gewachsenen Schutzphilosophien ermöglicht dies Vorgehen zusätzlich einen Vergleich mit den sonstigen im Bereich des Schutzes vor ionisierender Strahlung aus natürlichen Quellen ermittelten Strahlenexpositionen.

Tabelle 9: Mittlerer jährlicher Trinkwasserkonsum U_j in Liter nach StrlSchV, Anlage VII [53]

Altersgruppe	0 – 1 a	1 – 2 a	2 – 7 a	7 – 12 a	12 – 17 a	> 17 a
Trinkwasserkonsum	55 (170) ¹⁾	100	100	150	200	350

1) Zur jährlichen Trinkwassermenge des Säuglings von 55 l kommen 115 l hinzu, wenn angenommen wird, dass der Säugling nicht gestillt wird, sondern nur Milchprodukte erhält

Wie aus den Ausführungen des Abschnitts 1.3 hervorgeht, wird in den Empfehlungen der WHO ebenso wie in der EU-Trinkwasserrichtlinie für die dort betrachtete Altersgruppe des „Erwachsenen“ mit 730 l pro Jahr ein im Vergleich mit dem Wert der Strahlenschutzverordnung von 350 l pro Jahr deutlich höherer Trinkwasserkonsum angenommen.

Solche Differenzen der in den verschiedenen Regelwerken benutzten Verzehrsmengen reflektieren unterschiedliche, historisch gewachsene Schutzphilosophien und Konventionen, zum Teil auch unterschiedliche Verzehrsgewohnheiten oder Kenntnisstände¹. Grundsätzlich scheint es erforderlich, einheitliche Verzehrsmengen festzulegen, die der Dosisermittlung zugrunde zu legen sind.

Tabelle 10: Mittlerer jährlicher Verzehr von Leitungswasser in Liter nach [15]

Altersgruppe	0 – 1 a	1 – 2 a	2 – 7 a	7 – 12 a	12 – 17 a	> 17 a
Verzehr	11	20	50	75	100	175

¹ Neueste Untersuchungen in Deutschland für Kinder im Alter von 3 bis 14 Jahren ergaben für einige Altersgruppen mittlere Verzehrsmengen, die die in Tabelle 9 zitierten Werte der Strahlenschutzverordnung übersteigen [82]. Die höchste Diskrepanz ergibt sich für die in [82] genannte Altersklasse der 3- bis 5-jährigen, für die der (arithmetische) Mittelwert der Verzehrsmenge um einen Faktor zwei über der in [53] für die Altersgruppe „2 – 7 Jahre“ festgelegten liegt.

2.5 Berechnung der Inhalations-Folgedosis infolge der Rn-222-Freisetzung

Die altersunabhängige Rn-222-Inhalations-Folgedosis beruht auf den beiden Expositionsszenarien „Inhalation des trinkwasserbedingten Radons in der Raumluft der Wohnung“ und „Exposition während des Duschens im Badezimmer“. Die Erhöhung der Radonkonzentration in der Raumluft ist in erster Linie eine Folge der Radonfreisetzung durch das Duschen und des Wasserverbrauchs beim Betrieb von Geschirrspülern und Waschmaschinen.

Die Inhalationsdosis durch die Freisetzung des Radons aus dem Trinkwasser in die Raumluft ergibt sich aus der Beziehung [15]

$$H_{W,Rn-Inh}^{Raum} = f \cdot C_{W,Rn-222} \cdot F \cdot g \cdot t_{exp} = C_{W,Rn-222} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mSv/a}}{\text{Bq/l}} \quad (3)$$

mit den Größen

$$f = \frac{C_{L-Rn-222}}{C_{W-Rn-222}} = 1,5 \cdot 10^{-4}, \text{ Faktor für den Transfer des Radons vom Trinkwasser in die Raumluft, wobei von einem Raumluftvolumen von } 88 \text{ m}^3, \text{ einer Standardluftwechselzahl von } 0,7/\text{h} \text{ und einem mittleren Wasserverbrauch von } 0,0054 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{Person}) \text{ ausgegangen wird,}$$

$$C_{L-Rn-222} = \text{Rn-222-Konzentration in der Raumluft,}$$

$$C_{W-Rn-222} = \text{Rn-222-Konzentration im Wasser,}$$

$$F = 0,4; \text{ Gleichgewichtsfaktor,}$$

$$g = 6,1 \text{ (nSv/h/Bq/m}^3\text{), Inhalations-Folgedosiskoeffizient,}$$

$$t_{exp} = 7000 \text{ h/a, Expositionszeit pro Jahr.}$$

Aus (3) folgt bei $C_w = 100 \text{ Bq/l}$ eine raumluftbezogene Inhalationsdosis $H_{W,Rn-Inh} = 0,25 \text{ mSv/a}$.

Zusätzlich zur Inhalation nach Gleichung (3) ist die Strahlenexposition während des Duschens durch die Badezimmerluft zu berücksichtigen. Geht man davon aus, dass eine Person viermal pro Woche duscht, ergibt sich die jährliche Inhalationsdosis [15] zu

$$H_{W,Rn-Inh}^{Bad} = C_{W,Rn-222} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mSv/a}}{\text{Bq/l}}, \quad (4)$$

entsprechend $0,1 \text{ mSv/a}$ bei $C_w = 100 \text{ Bq/l}$.

Die durch Radon-222 und seine Folgeprodukte bedingte Inhalations-Folgedosis beträgt nach den Gleichungen (3) und (4) somit für Personen aller 6 Altersgruppen insgesamt

$$H_{W,Rn-Inh} = C_{W,Rn-222} \cdot 3,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{mSv/a}}{\text{Bq/l}} \quad (5)$$

damit ergeben sich $0,35 \text{ mSv/a}$ bei $C_w = 100 \text{ Bq/l}$.

Eine Zusammenstellung der zu erwartenden Strahlenexposition der Bevölkerung durch Inhalation und Ingestion von Rn-222 und Radonfolgeprodukten bei einer angenommenen Rn-222-Aktivitätskonzentration von 100 Bq/l in Trinkwasser gibt die Tabelle 11. Es wird deutlich,

Tabelle 11: Mittlere effektive Dosen (in mSv/a) durch Ingestion und Inhalation bei einer Rn-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser von 100 Bq/l [15]

Expositionspfad	0 - 1 a	1 - 2 a	2 - 7 a	7 - 12 a	12 - 17 a	> 17 a
Ingestion	0,044	0,046	0,050	0,044	0,042	0,061
Inhalation	0,35					

lich, dass die resultierende Strahlenexposition als Summe der Inhalations- und Ingestionsdosis mit etwa $0,4 \text{ mSv/a}$ für

Personen aller 6 Altersgruppen nahezu identisch ist; der dominierende Anteil (88 %) ist auf den Expositionspfad der Inhalation zurückzuführen.

2.6 Festlegung und Begründung des Nuklidvektors

Auf Grund des für die Berechnung der Ingestionsdosis maßgeblichen nuklidabhängigen Produktes $g_{i,r} \cdot U_i$ (Abbildung 3) des Dosiskoeffizienten $g_{i,r}$ mit den Verzehrswerten U_i und der zu erwartenden Aktivitätskonzentrationen, mussten die dosisrelevanten Radionuklide Ra-228, Ra-226, Pb-210, Po-210 und Rn-222 in unsere Untersuchungen einbezogen werden. Der Dosisbeitrag der Uranisotope U-234, U-238 und U-235 zur Ingestionsdosis ist in der Regel vernachlässigbar niedrig. Allerdings treten in einigen Regionen sehr hohe Urankonzentrationen auf, die auf Grund der hohen chemischen Toxizität des Urans für die Beurteilung der Qualität von Trinkwasser von Bedeutung sind [55]. Im Gegensatz zu den Empfehlungen in [38] wurde das Radionuklid Ac-227 aus der U-235-Zerfallsreihe nicht berücksichtigt, da

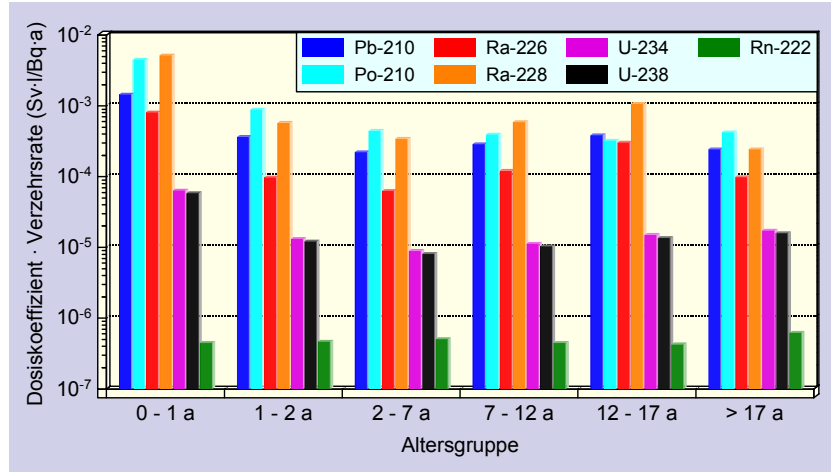


Abbildung 3: Produkt der nuklidspezifischen Ingestionsdosiskoeffizienten (nach [11, 12]) und der altersbezogenen Verzehrswerten (nach [13])

- die U-235-Aktivität aufgrund der natürlichen Isotopenzusammensetzung von Uran nur etwa 5 % der U-238-Aktivität beträgt und erhöhte Aktivitätskonzentrationen von Ac-227 im Grundwasser nicht auftreten,
- der zu vernachlässigende Dosisbeitrag durch Ac-227 bei den vorangegangenen Mineralwasseruntersuchungen des BFS [54] bereits bestätigt wurde.

Ra-224 aus der Th-232 Zerfallsreihe wurde in dieser Arbeit ebenfalls nicht betrachtet, da dieses kurzlebige Radionuklid im Vergleich zum Ra-228 von untergeordneter Bedeutung ist. Die Dosiskoeffizienten für Ra-224 betragen bei allen Altersgruppen nur etwa 1/10 der Dosiskoeffizienten für Ra-228. Aufgrund der kurzen Halbwertszeit von 3,7 Tagen erfolgt kein weiträumiger Transport und keine Anreicherung im Grundwasser. Die Ra-224-Aktivitätskonzentrationen sollten deshalb maximal die Werte der Aktivitätskonzentration von Ra-228 erreichen. Diese Annahme wird durch Untersuchungsergebnisse in [56] und [16] bestätigt.

Zusätzlich zu den Aktivitätskonzentrationen der einzelnen dosisrelevanten natürlichen Radionuklide wurde auch der Summenparameter Gesamt-Alpha-Aktivität in den Trinkwasserproben bestimmt, da der Gesamt-Alpha-Aktivität als Screening-Parameter im Entwurf zu Anhang II der EU-Trinkwasserrichtlinie eine zentrale Bedeutung zur Beurteilung eventueller Überschreitungen der „Gesamtrichtdosis“ beigemessen wird.

3 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

3.1 Radionuklidkonzentrationen und Aktivitätsverhältnisse

Auf Grund der verwendeten Messverfahren und der für die Analysen eingesetzten Wasservolumina wurden sehr niedrige Nachweisgrenzen erzielt, so dass der überwiegende Teil der Messwerte oberhalb der jeweiligen Nachweisgrenze lag. Für die phosphorimetrischen Uranbestimmungen war der Anteil der ermittelten Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze mit 38 % am höchsten. Bei Rn-222 und Po-210 konnten nur für 10 % und bei Ra-226 nur für 4 % der Proben keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenzen bestimmt werden (Tabelle 12). Die Häufigkeitsverteilungen

Tabelle 12: Anteil der Proben mit Messwerten oberhalb der Nachweisgrenzen

Ra-226	Ra-228	U-238	Pb-210	Po-210	Rn-222
96 %	85 %	62 %	69 %	90 %	90 %

gen der Radionuklidkonzentrationen von Ra-226, Ra-228, Rn-222, Po-210 und U-238 dargestellt als Säulengrafiken in Abbildung B4, Anhang B sowie als Summenhäufigkeitsverteilungen im Wahrscheinlichkeitsnetz (Abbildungen B5, B6,

B7, Anhang B) zeigen, dass 90 % der Messwerte weitgehend einer logarithmischen Normalverteilung entsprechen. Etwa 10 % der Messwerte im oberen Aktivitätsbereich weichen bei den Radionukliden Ra-226, Ra-228, Po-210 und Rn-222 systematisch von der jeweiligen Verteilung in Richtung höherer Aktivitätskonzentrationen und bei U-238 in Richtung niedrigerer Aktivitätskonzentrationen ab. Die Summenhäufigkeits-Verteilung der Pb-210-Messwerte zeigt gegenüber denen der anderen Radionuklide eine stärkere Abweichung von einer Lognormalverteilung.

Zur Kurzcharakterisierung der Häufigkeitsverteilungen werden im Folgenden die Median- (50. Perzentil) und 95. Perzentilwerte sowie die Minimal- und Maximalwerte verwendet.

3.1.1 Ra-226, Ra-228, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und Gesamt-Alpha-Aktivitäten im Trinkwasser

Medianwerte

Eine zusammenfassende Darstellung der Radionuklidkonzentrationen mit Angabe der Median- und 95. Perzentilwerte sowie der von/bis-Bereiche der 582 untersuchten Trinkwässer aus der gesamten Bundesrepublik gibt Tabelle 13. Die Aktivitätskonzentrationen von Ra-226, Ra-228 und U-238 im Trinkwasser sind mit Medianwerten von 5,6 mBq/l, 4,6 mBq/l bzw. 3,2 mBq/l vergleichsweise [38] niedrig. Allerdings wurden für Rn-222 bei anderen Untersuchungen, bei denen 1500 Proben analysiert wurden, ca. 20 % niedrigere Medianwerte gefunden [57]. Die Probenahme erfolgte hier nicht im Wasserwerk, sondern vorrangig beim Endverbraucher. Die Differenz der Radonwerte kann mit der Aktivitätsabnahme auf dem Weg zum Verbraucher infolge der kurzen Halbwertszeit des Rn-222 erklärt werden [78].

Tabelle 13: Aktivitätskonzentrationen als Median- und 95. Perzentilwerte mit der Angabe der von/bis-Bereiche von 582 Trinkwässern aus 16 Bundesländern

Radionuklid	Bereich	Median	95. Perzentil
Ra-226 (mBq/l)	< 0,8 – 350	5,6	41
Ra-228 (mBq/l)	< 0,7 – 120	4,6	26
U-238 (mBq/l)	< 0,7 – 320	3,2	100
Pb-210 (mBq/l)	< 0,6 – 250	2,3	24
Po-210 (mBq/l)	< 0,2 – 180	1,4	10
Rn-222 (Bq/l)	< 1,3 – 1800	7,3	140
Gesamt-α (mBq/l)	< 1,3 – 970	28	380

Die Medianwerte von Pb-210 und Po-210 sind mit 2,3 und 1,4 mBq/l erheblich kleiner als die Medianwerte der Radiumisotope. Von anderen Autoren [10, 81] werden z. T. größere Werte angegeben, jedoch sind diese Angaben auf Grund einer sehr geringen Probenanzahl nicht repräsentativ.

Wertebereiche der Aktivitätskonzentrationen

Die Wertebereiche der Aktivitätskonzentrationen, charakterisiert durch die Minimal- und Maximalwerte, sind bei den einzelnen Radionukliden sehr verschieden. So überdeckt der Wertebereich beim Radionuklid Ra-228 etwa zwei und bei Rn-222 etwa drei Größenordnungen. Verwendet man für die Charakterisierung der Spannweite der Aktivitätskonzentrationen den Quotienten 95. Perzentil/Median als Indikatorparameter, ergeben sich für die Radionuklide

Ra-228, Po-210 und Ra-226 Werte von 5,6, 7,1 bzw. 7,3. Wesentlich höhere Werte weisen dagegen die Quotienten für die Radionuklide Pb-210, Rn-222 und U-238 mit 10,4, 19 bzw. 31 auf. Dies bedeutet, dass der Messwertebereich zwischen dem Median und dem 95. Perzentilwert bei U-238 etwa 6-fach größer ist als bei Ra-228.

Entsprechende Unterschiede ergeben sich zwischen den Maximalwerten und den Medianen. So übertreffen die ermittelten Maximalwerte die Medianwerte bei Rn-222, Po-210 und U-238 um das 250-, 130- bzw. 100-fache. Kleinere Differenzen wurden zwischen den Maximal- und Medianwerten bei den Radionukliden Ra-226, Pb-210 und Ra-228 gefunden. Hierbei ergab sich das 62-, 61- und 26-fache.

Der Medianwert für die Gesamt-Alpha-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser wurde mit 28 mBq/l bestimmt. Bei einer Spanne von < 13 bis 970 mBq/l lagen 20 % der Messergebnisse über 100 mBq/l und 5 % über 380 mBq/l.

Einzelwerte der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide

Eine vollständige Zusammenstellung aller Aktivitätskonzentrationen der untersuchten Radionuklide und der Gesamt-Alpha-Aktivität für die untersuchten 1051 Roh- und Trinkwässer, sortiert nach Bundesländern, enthält die Tabelle C1 im Anhang C. Im Einzelnen werden folgende Informationen gegeben:

- Nach der fortlaufenden Nummer folgt die im BFS verwendete Probenkennzeichnung mit der Nummer des Probeneingangs, der Abkürzung für das jeweilige Bundesland sowie die Kennzeichnungen „10, 11 oder 12“ für Rohwasser und „20, 21, 22, 30“ für Rein- bzw. Trinkwasser, wenn im Wasserwerk eine Aufbereitung des Rohwassers erfolgte. Da in zahlreichen Wasserversorgungsanlagen eine Aufbereitung nicht stattfindet und deshalb unaufbereitetes Rohwasser als Trinkwasser abgegeben wird, sind alle dem Datenkollektiv Trinkwasser zugeordneten Proben zusätzlich mit „T“ gekennzeichnet.
- Angabe des Landkreises bzw. der kreisfreien Stadt des beprobten Wasserwerkes.
- Anzahl der Einwohner, die durch das Wasserwerk mit Trinkwasser versorgt werden.
- Die Analysenergebnisse beinhalten die gemessenen Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Ra-226, Ra-228, U-238, U-235, U-234, Pb-210, Po-210 und Rn-222 sowie der Gesamt-Alpha-Aktivität mit den jeweiligen prozentualen Gesamtunsicherheiten der Messwerte. Aktivitätskonzentrationen für die Uranisotope U-234 und U-235 wurden nur an den Proben alphaspektrometrisch bestimmt, wenn die Uran-Konzentration nach phosphorimetrischer Bestimmung größer als 0,85 µg/l (10 mBq/l U-238) war.

Betrachtet man in der Tabelle C1 (Anhang C) die Maximalwerte einzelner Radionuklidkonzentrationen von Trinkwasserproben, kann man feststellen, dass bei diesen Proben auch häufig die Konzentrationen der anderen Radionuklide weit über den dazugehörigen Medianwerten liegen. Dies ist eine Folge des Bestehens von Korrelationen zwi-

Tabelle 14: Ausgewählte Trinkwässer mit Angabe der maximalen Aktivitätskonzentrationen in mBq/l und dem Vielfachen des Medianwertes der einzelnen Radionuklide

Maximale Aktivitätskonzentration in mBq/l	Probenherkunft Landkreis	Konzentration als Vielfaches des Medianwertes					
		Ra-226	Ra-228	U-238	Pb-210	Po-210	Rn-222
Ra-226: 350 Pb-210: 250	Altenburger Land (TH)	62	1,9	22	11	20	31
Ra-228: 120	Weißenburg-Gunzenhausen (BY)	7,7	26	78	108	< 1	< 1
U-238: 320	Lichtenfels (BY)	46	12	100	< 1	6	< 1
Po-210: 180	Merseburg-Querfurt (ST)	5,7	3,9	7,5	< 1	128	—
Rn-222: 1.800.000	Wunsiedel/Fichtelgebirge (BY)	1,7	3,7	10	12	2,5	246
Maximale Aktivitätskonzentration							
Aktivitätskonzentration liegt unter dem Medianwert							
Aktivitätskonzentration liegt zwischen dem Median- und dem 95. Perzentilwert							
Aktivitätskonzentration liegt über dem 95. Perzentilwert							

schen einzelnen Radionukliden, die unter 3.1.2 diskutiert werden (siehe Abbildungen B8). In der Tabelle 14 wurden die 5 Trinkwasserproben mit den jeweils höchsten Aktivitätskonzentrationen für die Radionuklide Ra-226, Ra-228, U-238, Pb-210, Po-210 oder Rn-222 mit Angabe der Probenherkunft (Landkreis) und dem Vielfachen des Medianwertes der Radionuklide zusammengestellt. Dabei ergab sich für die Mehrzahl der ausgewählten Proben insgesamt ein vergleichsweise hohes Aktivitätsniveau. Neben den Maximalkonzentrationen wurden in der Regel auch für die fünf weiteren Radionuklide überdurchschnittlich hohe Aktivitätskonzentrationen ermittelt. So ergaben sich insgesamt 7 Konzentrationswerte oberhalb des 95. Perzentils, 11 Werte im Bereich zwischen dem Median und dem 95. Perzentilwert und nur 5 Aktivitätskonzentrationen unterhalb des entsprechenden Medianwertes.

Thoriumisotope

Die Bestimmung der Thoriumisotope von 56 Wässern mit erhöhten Ra-228-Aktivitätskonzentrationen ergaben niedrige Th-228-, Th-230- und Th-232-Aktivitätskonzentrationen. Die Einzelergebnisse sind in Tabelle C2 (Anhang C) zusammengestellt. Die für Th-228 ermittelten Messwerte sind in der Regel auf das in der Zeit zwischen Probenahme und Analysenbeginn aus dem Ra-228 nachgebildete Th-228 zurückzuführen. Deutliche Abweichungen um mehr als einen Faktor von 2 zwischen den erwarteten und den gemessenen Th-228-Aktivitätskonzentrationen ergaben sich nur bei sechs Wässern, wobei die maximale, nicht auf eine Nachbildung zurückzuführende Th-228-Aktivitätskonzentration etwa 6 mBq/l betrug. Lediglich bei drei Wässern wurden Th-230-Aktivitätskonzentrationen von maximal 1,6 mBq/l bestimmt und nur in einem Fall wurde Th-232 mit einer Aktivitätskonzentration von 4 mBq/l nachgewiesen.

3.1.2 Radionuklidkorrelationen und Aktivitätsverhältnisse

Die Prüfung auf einen statistisch nachweisbaren Zusammenhang zwischen den Aktivitätskonzentrationen der einzelnen Radionuklide im **Rohwasser** erfolgte mit dem verteilungsunabhängigen Rangkorrelationstest nach Spearman (Abbildungen in B8, Anhang B). Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit anderen, in der Literatur [7, 58] beschriebenen Untersuchungsergebnissen überein. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,01$ ergaben sich signifikante Korrelationen zwischen den Radionuklidkonzentrationen von U-234/U-238 (Rangkorrelations-Koeffizient $\rho = 0,8388$), Ra-228/Ra-226 ($\rho = 0,7898$), Pb-210/Rn-222 ($\rho = 0,7672$), Po-210/Pb-210 ($\rho = 0,4778$), Po-210/Rn-222 ($\rho = 0,3307$), Rn-222/U-238 ($\rho = 0,2871$), Ra-226/U-238 ($\rho = 0,2440$) und Pb-210/Ra-226 ($\rho = 0,1841$). Medianwerte, 95. Perzentile und Spannweiten der Aktivitätsverhältnisse von Ra-226/Ra-228, U-234/U-238, Rn-222/Pb-210 und Pb-210/Po-210 für die untersuchten Trinkwässer sind in Tabelle 15 zusammengestellt.

U-234/U-238

Ein linearer Zusammenhang besteht zwischen den beiden Uranisotopen U-238 und U-234. Der Medianwert des Aktivitätsverhältnisses U-234/U-238 beträgt 1,65; als Minimal- und Maximalwerte wurden 0,9 und 10 ermittelt. In der Literatur [59] wurden U-234/U-238-Aktivitätsverhältnisse in Grundwässern Ostdeutschlands bis zu einem Maximalwert von 12,6 angegeben. Osmond und Cowart [60] begründen die überwiegend höheren Uran-234-Konzentrationen mit Rückstoßprozessen infolge des α -Zerfalles von Uran-238, die an der Phasengrenze fest/flüssig des Grundwasserleiters zu einer stärkeren Uran-234-Auslaugung des vom Grundwasser durchströmten Gesteins führen.

Tabelle 15: Kenndaten der Aktivitätsverhältnisse von Ra-226/Ra-228, U-234/U-238, Rn-222/Pb-210 und Pb-210/Po-210 in 582 Trinkwässern aus 16 Bundesländern

Pb-210/Po-210

Für diese Radionuklide kann aus der Abbildung B8 entnommen werden, dass bei Proben mit hohen Pb-210-Werten auch die Po-210-Aktivitätskonzentrationen häufig erhöht sind. Der Umkehrschluss gilt dagegen nicht, denn bei Proben mit hohen Po-210-Konzentrationen treten z. T.

auch sehr kleine Pb-210-Messwerte auf. Beispielsweise lagen bei einer Probe aus dem Landkreis Merseburg-Querfurt die Po-210-Konzentration bei 180 mBq/l und der Pb-210-Wert lediglich bei 2 mBq/l. Nach erneuter Probenahme und Analyse wurde dieser extreme Wert des Aktivitätsverhältnisses bestätigt.

Aktivitätsverhältnis	n	Bereich	Median	95. Perzentil
Ra-226/Ra-228	464	0,2 – 40	1,2	3,7
U-234/U-238	211	0,9 – 10	1,7	5,8
Rn-222/Pb-210	315	120 – 64000	3800	11000
Pb-210/Po-210	371	0,01 – 32	2,5	7,8

Im Mittel betragen die Pb-210-Konzentrationen etwa das 2,5-fache derjenigen des Po-210. Die Spannweite der Aktivitätsverhältnisse Pb-210/Po-210 war auf Grund der unterschiedlichen chemischen Eigenschaften der Elemente Blei und Polonium mit 0,01 bis 32 wesentlich größer als bei den Aktivitätsquotienten von Ra-226/Ra-228 und von Rn-222/Pb-210.

Ra-226/Ra-228

Das Aktivitätsverhältnis Ra-226/Ra-228 mit einem Medianwert von 1,2 schwankt in einem weiten Bereich von 0,2 bis 40. Bei ca. 20 % der untersuchten Trinkwässer lag das Aktivitätsverhältnis oberhalb von 2, wobei nur in zwei Einzelfällen der Wert von 10 überschritten wurde. Zwei- bis maximal fünffach höhere Ra-228-Aktivitätskonzentrationen ergaben sich lediglich für ca. 5 % der untersuchten Wässer, der mit 0,2 kleinste Wert des Ra-226/Ra-228-Aktivitätsverhältnisses trat bei einer Ra-226-Aktivitätskonzentration von 7 mBq/l auf. Der Vergleich von Grund- und Oberflächenwässern bezüglich des Ra-226/Ra-228-Aktivitätsverhältnisses lieferte bedingt durch den mit ca. 10 % geringen Anteil der untersuchten Oberflächenwässer keine Unterschiede.

3.1.3 Statistische Auswertung nach Bundesländern

Die Minimal-, Maximal- und Medianwerte der gemessenen Aktivitätskonzentrationen für die Wässer aus den einzelnen Bundesländern sind in den Tabellen A3 (Trinkwasser) und A4 (Rohwasser) im Anhang A zusammengefasst. In Abbildung 4 werden die berechneten Medianwerte und die gemessenen Maximalwerte der Aktivitätskonzentrationen von Ra-226, Ra-228, U-238, Rn-222, Pb-210 und Po-210 im Trinkwasser der einzelnen Bundesländer grafisch dargestellt.

Große regionale Unterschiede sind beim Vergleich der **Maximalwerte** (untere Grafik) der einzelnen Bundesländer sichtbar. So tritt die höchste Rn-222-Konzentration (1800 Bq/l) in Bayern auf, sie ist um den Faktor 530 höher als der Maximalwert von Wässern aus Bremen (3,4 Bq/l). Auch bei U-238 ist der Maximalwert mit 320 mBq/l in Bayern und Sachsen um das 265-fache höher als der mit 1,2 mBq/l in Hamburg gefundene Wert. Wesentlich geringere Unterschiede ergeben sich für das zur Th-232-Zerfallsreihe gehörende Radionuklid Ra-228. Hier wurden in Wässern aus Bayern (120 mBq/l) und Bremen (3,6 mBq/l) jeweils Maximalwerte registriert, die sich nur um das ca. 30-fache voneinander unterscheiden.

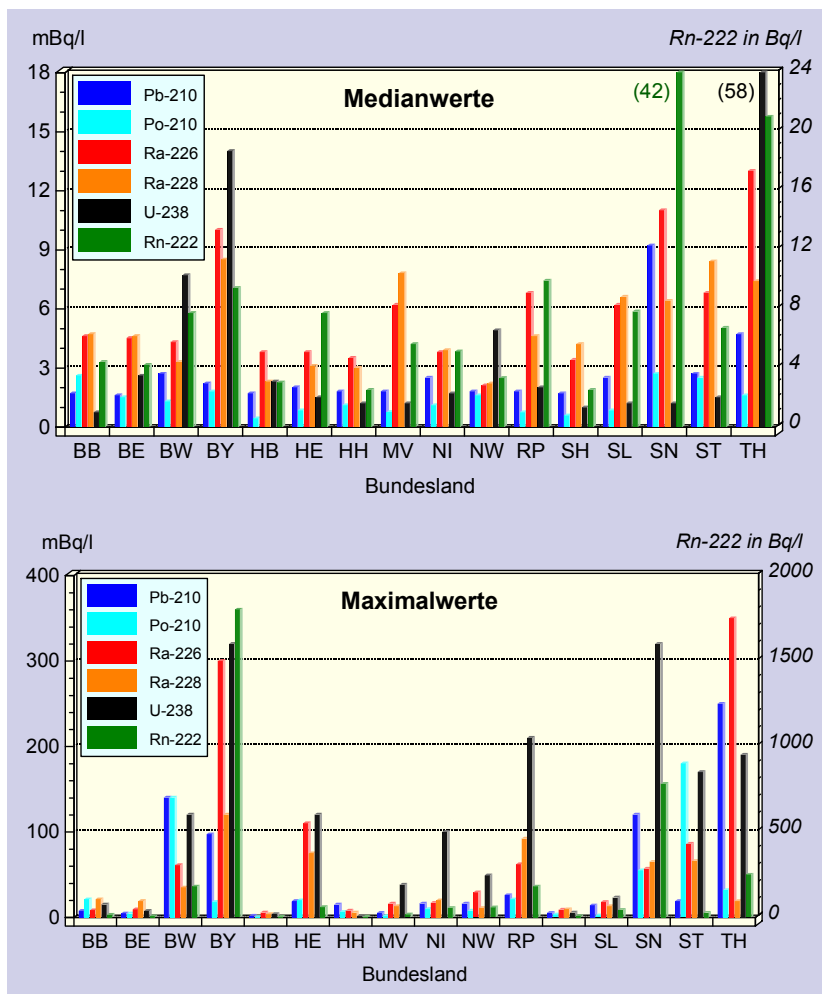


Abbildung 4: Mittlere und maximale Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Pb-210, Po-210, Ra-226, Ra-228, U-238 und Rn-222 im Trinkwasser, geordnet nach Bundesländern

Demgegenüber ergeben sich beim Vergleich der **Medianwerte** (obere Grafik) wesentlich geringere Differenzen zwischen den einzelnen Bundesländern. So unterscheiden sich die niedrigsten und höchsten Werte beim Ra-228 (Bremen: 2,3 mBq/l; Bayern: 9,5 mBq/l) um das 4-fache, beim Rn-222 (Hamburg: 2,5 mBq/l; Sachsen: 42 mBq/l) um das 17-fache. Eine Ausnahme ist hier das Radionuklid U-238, da der Medianwert von Wässern aus Brandenburg mit < 0,7 mBq/l hohen Werten in Thüringen (58 mBq/l) und Bayern (14 mBq/l) gegenüber steht.

Generell kann festgestellt werden, dass hohe bis sehr hohe Konzentrationen einzelner Radionuklide in Sachsen, Bayern, Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt und in Teilen von Hessen und Rheinland-Pfalz ermittelt wurden. Die Konzentrationswerte natürlicher Radionuklide sind dagegen in den Bundesländern Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Hamburg, Bremen, Niedersachsen und in Teilen von Nordrhein-Westfalen mit großen Flächenanteilen der Norddeutschen Tiefebene wesentlich geringer. Aber auch in diesen Regionen existieren geologische Verhältnisse, die lokal zu höheren Werten führen können.

Ra-228

Überdurchschnittlich hohe Medianwerte von 8,5 und 8,4 mBq/l ergaben sich für das in der Altersgruppe „0 – 1 a“ dosisbestimmende Radionuklid Ra-228 für die Bundesländer Bayern und Sachsen-Anhalt. Die Medianwerte der Länder Nordrhein-Westfalen, Bremen, Hamburg, Hessen und Baden-Württemberg liegen mit 2,2 bis 3,3 mBq/l weit unter dem Medianwert für Deutschland (4,6 mBq/l). Die nicht zu erwartenden niedrigen Medianwerte in Hessen, Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen sind darauf zurückzuführen, dass in diesen Bundesländern neben Gebieten mit höheren auch großflächige Regionen mit niedrigen Einzelwerten anzutreffen sind. Die höchsten Ra-228-Maximalwerte von 120, 92 und 85 mBq/l wurden in Trinkwässern aus den Landkreisen Weißenburg-Gunzenhausen (Bayern), Donnersbergkreis (Rheinland-Pfalz) und Fürth (Bayern) bestimmt.

Ra-226

Verglichen mit Ra-228 ergaben sich für Ra-226 mit 13 und 11 mBq/l deutlich höhere Medianwerte für die Trinkwässer aus Thüringen bzw. Sachsen. Auch der Median für alle Messwerte liegt mit 5,6 mBq/l um ca. 20 % über dem Median von Radium-228. Die höchsten Ra-226-Aktivitätskonzentrationen wurden mit 350, 300 und 110 mBq/l in einzelnen Trinkwässern aus dem Altenburger Land (Thüringen), aus Lichtenfels (Bayern) und der kreisfreien Stadt Kassel (Hessen) registriert. Vergleichsweise niedrige Medianwerte traten bei Wässern aus den Bundesländern auf, die auch niedrige Ra-228-Werte aufwiesen.

U-238

Bei U-238 unterscheiden sich die Medianwerte der Bundesländer stark. Den höchsten Werten mit 58 und 14 mBq/l in Thüringen bzw. Bayern stehen sehr niedrige Mediane von $< 0,7$, < 1 und 1,2 in Brandenburg, Schleswig-Holstein bzw. Mecklenburg-Vorpommern gegenüber. Für Deutschland beträgt der Median 3,2 mBq/l (0,26 µg/l). Hohe Einzelwerte traten bei Wässern aus den Landkreisen Zwickauer Land (Sachsen) mit 320 mBq/l, Lichtenfels (Bayern) mit 320 mBq/l, Haßberge (Bayern) mit 290 mBq/l und Weißenburg-Gunzenhausen (Bayern) mit 280 mBq/l auf. Dagegen lagen 36 % der Analysenwerte aller untersuchten Trinkwässer unter der Nachweisgrenze von 0,7 mBq/l. Uran-Konzentrationen oberhalb von 10 µg/l – das entspricht einer U-238-Aktivitätskonzentration von 125 mBq/l – wurden in erster Linie in Trinkwässern aus Bayern und Thüringen nachgewiesen, in geringerem Umfang auch in Wässern aus Rheinland-Pfalz, Sachsen und Sachsen-Anhalt. Im Vergleich zur geringen radiologischen Relevanz des Radionuklids U-238 führte die chemische Toxizität des Urans in den letzten Jahren zu Empfehlungen, die Uran-Konzentrationen im Trinkwasser zu begrenzen [70, 71, 72].

Pb-210 und Po-210

Die Medianwerte für die Aktivitätskonzentrationen von Pb-210 und Po-210 in Trinkwasser liegen mit 1,6 bis 2,7 mBq/l bzw. 0,6 bis 2,7 mBq/l in der Regel deutlich unter denen der Radiumwerte. Ausnahmen für das Pb-210 sind die hohen Medianwerte von 9,2 und 4,7 mBq/l für Sachsen bzw. Thüringen. Hohe Einzelwerte traten für Polonium-210 in den Landkreisen Merseburg-Querfurt (Sachsen-Anhalt) mit 180 mBq/l und Waldshut (Baden-Württemberg) mit 140 mBq/l sowie für Blei-210 im Altenburger Land (Thüringen) mit 250 mBq/l und ebenfalls in Waldshut (Baden-Württemberg) mit 140 mBq/l auf.

Rn-222

In Übereinstimmung mit hohen Aktivitätskonzentrationen von Radium-226 in Wasserproben in Sachsen und Thüringen wurden auch für Rn-222 hohe Medianwerte mit 42 bzw. 21 Bq/l in diesen Ländern ermittelt. Überdurchschnittlich hohe Rn-222-Konzentrationen wurden auch in Trinkwässern aus Rheinland-Pfalz (9,9 Bq/l) und Bayern (9,4 Bq/l) gefunden. Die höchsten Einzelwerte traten in den Landkreisen Wunsiedel im Fichtelgebirge (Bayern) mit 1800 Bq/l, Annaberg (Sachsen) mit 780 Bq/l, Bayreuth mit 420 Bq/l, Aue-Schwarzenberg (Sachsen) mit 380 Bq/l und im Mittleren Erzgebirgskreis (Sachsen) mit 330 Bq/l auf. Vergleichsweise hohe Kreismittelwerte oberhalb von 100 Bq/l treten häufig im Erzgebirge (Sachsen), im Fichtelgebirge (Bayern) und im Thüringer Gebirge auf.

Gesamt-Alpha-Aktivität

Hohe Einzelwerte weisen in erster Linie auf hohe Uran-, Ra-226- und Po-210-Konzentrationen hin. Sehr hohe Werte der Gesamt-Alpha-Aktivität wurden mit 970 mBq/l, 940 mBq/l und 740 mBq/l in Trinkwässern aus den Landkreisen Lichtenfels (Bayern), Zwickauer Land (Sachsen) und Altenburger Land (Thüringen) gemessen.

3.1.4 Statistische Auswertung nach der Wasser- und Gesteinsart

Eine Zusammenstellung der Median- und Maximalwerte der untersuchten **Rohwässer** für unterschiedliche Wasserarten und Untergrundgesteine gibt Tabelle A5 im Anhang A. Nach der Herkunft des Wassers wurden hauptsächlich Grundwässer, Oberflächenwässer und Stollenwässer betrachtet. Etwa ein Viertel der untersuchten Rohwässer konnte wegen unzureichender bzw. fehlender Angaben nicht zugeordnet und deshalb statistisch nicht ausgewertet werden. Wie erwartet ergaben sich für **Oberflächenwässer** im Vergleich zu den Medianwerten aller Wässer niedrige Aktivi-

tätskonzentrationen bei den Radionukliden Ra-226, Ra-228, Uran-238 und Rn-222 sowie bei der Gesamt-Alpha-Aktivität. Die Mediane von Pb-210 und Po-210 unterscheiden sich nur geringfügig von den jeweiligen Gesamtmedienen.

Im Vergleich zum Oberflächenwasser wurden für **Grundwasser** etwa 4-fach höhere Medianwerte der Aktivitätskonzentrationen von U-238 (5,4 mBq/l) und von Rn-222 (15 mBq/l) und etwa 2-fach höhere Werte bei Ra-226 (8,4 mBq/l) und Ra-228 (7,8 mBq/l) ermittelt. Dagegen ergaben sich vergleichbare Medianwerte der Aktivitätskonzentrationen für Grund- und Oberflächenwasser bei Pb-210 (2,7 mBq/l) und Po-210 (1,6 mBq/l). Die Unterschiede bei den Maximalwerten der Radionuklide sind wesentlich größer. So ergaben sich im Grundwasser für Po-210, U-238, Ra-226 und Rn-222 33-, 16-, 12- und 9-fach höhere Maximalwerte. Geringere Unterschiede wurden bei Ra-228 und Pb-210 mit dem 5- und 3-fachen gefunden.

Bei den Radionuklidkonzentrationen der untersuchten **Stollenwässer** wurden keine signifikanten Abweichungen im Vergleich zu den Grundwässern festgestellt, bemerkenswert ist lediglich der höhere Medianwert der Pb-210-Aktivitätskonzentration von 5 mBq/l. Allerdings ist die Anzahl der Stollenwässer mit $n = 20$ im Vergleich zur Zahl der untersuchten Grund- und Oberflächengewässer gering

Im unteren Teil der Tabelle A5 sind die Median- und Maximalwerte der Aktivitätskonzentrationen nach der **Gesteinsart** des Grundwasserleiters zusammengestellt. Auf Grund der z. T. sehr geringen Probenzahl sind statistisch gesicherte Aussagen nur in beschränktem Umfang möglich. Hervorzuheben sind jedoch für die Untergrundgesteine *Granit und Sandstein* erhöhte Medianwerte für die Radionuklide Ra-226 (12 mBq/l), Ra-228 (11 bzw. 9,3 mBq/l), Pb-210 (9,5 bzw. 3,6 mBq/l), Po-210 (2 bzw. 2,9 mBq/l) und Rn-222 (20 bzw. 24 mBq/l). Demgegenüber wurden für *Basalt und Schiefer* vergleichsweise *niedrige Medianwerte* bei allen Radionukliden erhalten. *Mittlere Medianwerte*, die sehr nahe an den Gesamtmedianwerten liegen, ergaben sich für *Sand* und die unspezifische Kategorie „sonstige Gesteine“.

3.1.5 Vergleich von Roh- und Reinwässern

Als Folge der Aufbereitung und der damit verbundenen Reinigung des Rohwassers im Wasserwerk werden die Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide des in die Trinkwasserleitungsnetze eingespeisten Reinwassers tendenziell herabgesetzt. Durch den Vergleich der Radionuklidkonzentrationen der Roh- und Reinwasserproben kann die Verminderung der Aktivitätskonzentrationen für jedes einzelne Wasserwerk und im Mittel für alle untersuchten Wasserwerke quantitativ bestimmt werden. Bei dem direkten Vergleich der Messwerte für jede einzelne Wasserversorgungsanlage sind die in Tabelle C1 (Anhang C) angegebenen Aktivitätskonzentrationen für Rohwässer (Probennummer-Kennzeichnung „10, 11, 12“ und für Reinwässer Kennzeichnung „20, 21, 22, 30“) heranzuziehen. In einigen Fällen waren die ermittelten Aktivitätskonzentrationen im aufbereiteten Trinkwasser höher als im Rohwasser. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Neben den analytischen Messunsicherheiten kann auch eine unterschiedliche Herkunft der Roh- und Reinwasserproben dafür verantwortlich sein, z. B. Mischwasser oder Wässer verschiedener Brunnen. Möglich sind aber auch Fälle, bei denen die Reinwässer Spuren suspendierter Filterschlämme enthielten (wenn die Probenahme z. B. unmittelbar nach der Filterrückspülung erfolgte) oder die Probenahmearmaturen nicht ausreichend von sedimentierten Schlammpartikeln freigespült wurden. Darüber hinaus ist bekannt, dass sich Reinwässer während der Verweilzeit im Filter aus dem Radiumdepot in den Filterschlamm und den Inkrustationen der Filterkörner mit Rn-222 aufladen können [78, 79].

Tabelle 16: Verminderung der Aktivitätskonzentrationen des Rohwassers durch die Trinkwasseraufbereitung im Wasserwerk

Radionuklid	Aktivitätsverminderung in %
Ra-226	22
Ra-228	27
U-238	2
Pb-210	18
Po-210	21
Rn-222	33
Gesamt- α	8

Die Verhältnisse der Aktivitätskonzentrationen zwischen Roh- und Reinwasser variieren in beträchtlichem Umfang. Die Tabelle 16 enthält die mittleren (Medianwerte) prozentualen Abweichungen der Aktivitätskonzentrationen zwischen Roh- und Reinwässern. Die Angaben sind auf die Aktivitätswerte im Rohwasser bezogen. Mit im Mittel 33 % wurde die höchste Aktivitätsverringerung beim radioaktiven Edelgas Rn-222 festgestellt. Sie ist eine direkte Folge der Belüftung des Rohwassers bei seiner Aufbereitung. Bei den beiden Radiumisotopen Ra-226 und Ra-228 wurde die Rohwasseraktivität im Mittel um 22 bzw. 27 % und bei den Radionukliden Pb-210 und Po-210 um 18 bzw. 21 % abgesenkt. Eine geringere mittlere Reduktion ergab sich mit 8 % für die Gesamt-Alpha-Aktivität und nur ca. 2 % für U-238.

Eine Bewertung von Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung hinsichtlich der Reduktion der Radionuklidgehalte konnte im Rahmen dieser Arbeit aufgrund der Vielfalt und der unterschiedlichen Qualität der übermittelten Angaben nicht vorgenommen werden. Zu dieser Fragestellung wird auf die Literatur verwiesen [61, 76, 77, 80].

Techniken zur gezielten Reduzierung der Gehalte an natürlichen Radionukliden finden in Deutschland – abgesehen von einigen Versuchsanlagen – bisher keine Anwendung. Die Wasserversorgungsanlagen wurden ausgelegt nach der erforderlichen Produktionskapazität, der Art des genutzten Wasservorkommens (Rohwasserbeschaffenheit) und den nach der Trinkwasserverordnung einzuhaltenden hygienischen Parametern. Allerdings konnte auch durch unsere Untersuchungen gezeigt werden, dass bei den gegenwärtig eingesetzten Verfahren zur Aufbereitung von Trinkwässern die Konzentrationen natürlicher Radionuklide in der Regel abnehmen. Im Einzelfall können wesentlich höhere Reduktionen der Aktivität als die in der Tabelle 16 angegebenen erhalten werden. Untersuchungen in Bayern [61] zeigen, dass die Radiumkonzentrationen des Rohwassers in Wasserwerken insbesondere mit Anlagen zur Enteisung/Entmanganung in einem weiten Bereich zwischen 1 % und 80 % verringert werden, bei Entsäuerungsanlagen mit Kalk/Dolomit betrug die Reduktion maximal 40 %.

3.1.6 Bewertung der Summenparameter „Gesamt- α - und Gesamt- β -Aktivität“ als Indikatorparameter für die natürliche Radioaktivität in Trinkwasser

Dem Entwurf zu Anhang II der EU-Trinkwasserrichtlinie folgend, werden Messungen der Gesamt-Alpha- und der Gesamt-Beta-Aktivitätskonzentration des Trinkwassers in einigen Ländern bereits routinemäßig durchgeführt (in Großbritannien z. B. seit 2005), um die Einhaltung der „Gesamtrichtdosis“ von 100 $\mu\text{Sv/a}$ zu überwachen. Es wird davon ausgegangen, dass der Dosisrichtwert für die Referenzperson „Erwachsener“ eingehalten wird, wenn die Gesamt-Alpha- und die Gesamt-Beta-Aktivitätskonzentration die Werte 0,1 Bq/l bzw. 1 Bq/l unterschreiten. Allerdings ist diese Annahme nur dann gerechtfertigt, wenn für den Quotienten der Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Ra-228 und Ra-226 die Bedingung $A_{\text{Ra-228}}/A_{\text{Ra-226}} < 2$ erfüllt ist. Dies gilt für 95 % der untersuchten Trinkwässer.

Der Nachweis der Gesamt-Alpha- bzw. der Gesamt-Beta-Aktivität beruht auf einer integralen Messung aller Beiträge der α - bzw. β -Strahlung emittierenden Radionuklide im Trinkwasser. Eine Identifizierung und Quantifizierung einzelner Nuklide ist nicht möglich. Die bei der Messung in Betracht zu ziehenden natürlichen Radionuklide sind zusammen mit ihren physikalischen Eigenschaften in Tabelle 17 aufgelistet. Für dosisrelevante Radionuklide sind außerdem die abgeleiteten Aktivitätskonzentrationen angegeben, die zu einer Ingestionsdosis von 0,1 mSv/a führen.

Bestimmung der Gesamt-Alpha-Aktivität

Die Gesamt-Alpha-Aktivität im Trinkwasser wird vorrangig nach einem Standardverfahren [63], das bei Abwassermessungen in kerntechnischen Anlagen Anwendung findet, durch direkte Messung der auf einem Schälchen eingedampften Probe bestimmt. Große Messunsicherheiten ergeben sich erfahrungsgemäß durch die ungleichmäßige örtliche Aktivitätsverteilung sowie durch inhomogene Massenbelegung auf der Messschale und praktisch nicht zu vermeidende Schwankungen der Korngrößenverteilung. Außerdem kommt es im Vergleich zur Kalibriermessung häufig zu einer stärkeren Absorption der α -Strahlung im Probenmaterial und damit zu einer Unterschätzung der α -Aktivität. Um diese Nachteile zu vermeiden, werden zur Erfassung der Gesamt-Alpha-Aktivität natürlicher Radionuklide in zunehmendem Maße Flüssigszintillationsmessungen (LSC) mit unterschiedlichen Methoden der Probenvorbereitung eingesetzt [64 bis 68].

Neben den zu bestimmenden α -Strahlern U-238, U-234 und Ra-226 können je nach verfahrenstechnischem Ablauf der Analyse weitere Radionuklide bei der Messung erfasst werden:

- das leicht flüchtige Po-210, wenn Eindampfrückstände oder Fällungsniederschläge nicht über 100 °C erhitzt werden,
- das kurzlebige Ra-224 (Halbwertszeit $t_{\text{Ra-224}} = 3,7$ Tage) mit seinen Folgenukliden Rn-220 ($t_{\text{Rn-220}} = 56$ Sekunden), Po-216 ($t_{\text{Po-216}} = 0,15$ Sekunden), Bi-212 ($t_{\text{Bi-212}} = 61$ Minuten) und Po-212 ($t_{\text{Po-212}} = 3 \cdot 10^{-7}$ Sekunden) wenn die Analyse unmittelbar nach der Probenahme durchgeführt wird,
- nachwachsendes Rn-222 ($t_{\text{Rn-222}} = 3,8$ Tage) mit den kurzlebigen Folgenukliden Po-218 ($t_{\text{Po-218}} = 3$ Minuten) und Po-214 ($t_{\text{Po-214}} = 1,6 \cdot 10^{-4}$ Sekunden), wenn Ra-226 vorhanden ist und längere Wartezeiten zwischen der Herstellung der Messprobe und dem Beginn der Messung auftreten und/oder wenn lange Messzeiten gewählt werden.

Bei der im BfS angewandten Methode sollten die Messwerte der Gesamt-Alpha-Aktivität ($G\alpha$) im Wesentlichen der Summe der Aktivitäten von U-238, U-234, Ra-226 und Po-210 ($\Sigma\alpha$) entsprechen. Die zur Beurteilung des Verfahrens berechneten Quotienten $Q = G\alpha/\Sigma\alpha$ sind als Funktion der Aktivitätskonzentration in Abbildung 5 dargestellt. Für 313

Trink- und Rohwässer mit Alpha-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 30 mBq/l ergab sich der Maximal-, Minimal- bzw. Medianwert von Q zu 2,4, 0,53 bzw. 1,03. Ein Einfluss der Aktivitätskonzentration auf Q wurde nicht festgestellt.

Die Summe der Einzelnuclide lag bei etwa 70 % aller Wässer unterhalb von 30 mBq/l; bei 40 % der Untersuchungen wurden $G\alpha$ -Messwerte unterhalb der Nachweisgrenzen ermittelt. Nur in Einzelfällen ($n = 5$) wurden Alpha-Aktivitätskonzentrationen ($\Sigma\alpha$) bis maximal 30 mBq/l mit Messergebnissen ($G\alpha$) unterhalb von Nachweisgrenzen zwischen 17 mBq/l und 23 mBq/l nicht erfasst.

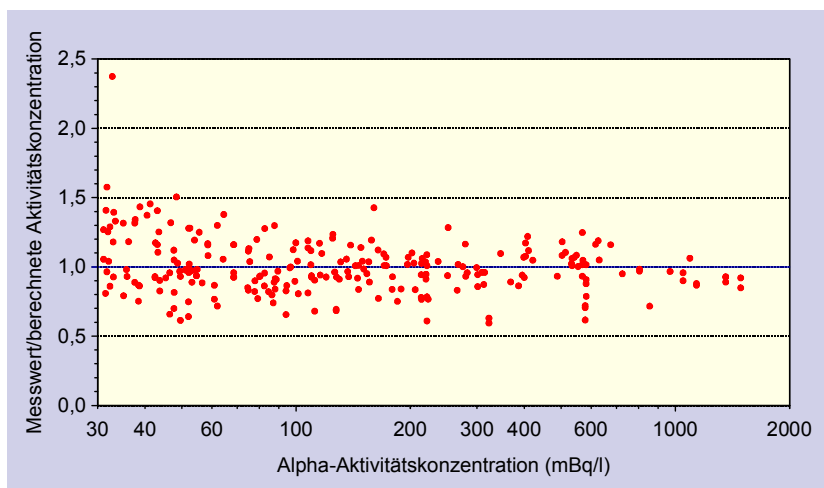


Abbildung 5: Quotient von gemessener und berechneter Gesamt-Alpha-Aktivität bei 313 Wasserproben mit Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 30 mBq/l

Bestimmung der Gesamt-Beta-Aktivität

Die Gesamt-Beta-Aktivität im Trinkwasser wird ebenso wie die Gesamt-Alpha-Aktivität nach einem Standardverfahren [69] durch direkte Messung einer auf einem Schälchen eingedampften Teilprobe bestimmt. Da bei der Direktmessung das natürliche Kalium-40 zur Impulsrate beiträgt, sind stets zur Korrektur der Messergebnisse auch Bestimmungen der

Tabelle 17: Natürliche Radionuklide, die bei Bestimmungen der Gesamt-Alpha- bzw. Gesamt-Beta-Aktivität im Trinkwasser zu berücksichtigen sind

Radionuklid	Art der Strahlung	Energie in MeV ¹⁾	Halbwertszeit	Aktivitätskonzentration ²⁾ in mBq/l		
				> 17 a ³⁾	> 17 a ⁴⁾	0 - 1 a ⁴⁾
U-238	α	4,2	$4,5 \cdot 10^9$ a	3050	6350	1730
U-234	α	4,8	$2,5 \cdot 10^5$ a	2800	5830	1590
Ra-226	α	4,8	1600 a	490	1020	125
Rn-222	α	5,5	3,9 d	100.000	200.000	200.000
Po-218	α	6,0	3 min			
Po-214	α	7,7	$2 \cdot 10^{-4}$ s			
Ra-224	α	5,7	3,7 d			
Rn-220	α	6,3	56 s			
Po-216	α	6,8	0,2 s			
Po-212	α	12	$3 \cdot 10^{-7}$ s			
Po-210	α	5,3	138 d	114	238	22
		Maximalenergie in MeV¹⁾				
Th-234/Pa-234m	β	0,2 / 2,3	24 d / 7 h			
Bi-214	β	1,5	20 min			
Ra-228	β	0,04	5,8 a	200	414	19
Ac-228	β	2,1	6,1 h			
Pb-212	β	0,3	11 h			
Bi-212	β	2,3	61 min			
Pb-210	β	0,02	22 a	200	414	70
Bi-210	β	1,2	5 d			
K-40	β	1,3	$1,3 \cdot 10^9$ a			

1) Emissionswahrscheinlichkeit > 70 %

2) abgeleitete Aktivitätskonzentrationen als Maximalwerte bei einem Dosisrichtwert von 0,1 mSv/a für Erwachsene (> 17 a) und Kleinkinder (< 1 a)

3) jährlicher Trinkwasserkonsum nach EU-Richtlinie [2]

4) jährlicher Trinkwasserkonsum nach Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [53]

Kaliumkonzentration der Wässer erforderlich. Kritisch zu sehen ist die Anwendung dieses Summenparameters als ein Maßstab zur Beurteilung von Trinkwässern aus folgenden Gründen:

1. Der messtechnische Nachweis einer summarischen Beta-Aktivität ist wegen der unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften wie Maximalenergie und Energieverteilung der infrage kommenden Radionuklide und wegen der ständig wechselnden Aktivitätsverhältnisse in den zu untersuchenden Wässern kaum realisierbar.
2. Wie aus Tabelle 17 hervorgeht, liegt der Richtwert der Gesamt-Beta-Aktivität mit 1 Bq/l deutlich oberhalb der für die Radionuklide Ra-228 und Pb-210 abgeleiteten maximalen Aktivitätskonzentrationen. Eine Freistellung von weiteren Überwachungsmessungen bis zum Schwellenwert von 1 Bq/l wird dem zugrunde liegenden Dosiskonzept nicht gerecht.

Die Messgröße Gesamt-Beta-Aktivität wird im Unterschied zur Einschätzung in [39] aus den oben genannten Gründen nicht als geeigneter Indikatorparameter für die Überwachung von Trinkwässern auf natürliche Radioaktivität betrachtet. Sie ist lediglich als Screening-Parameter zum Nachweis künstlicher Radionuklide geeignet, die Beta-Strahlung emittieren. Die Gesamt-Beta-Aktivität wurde deshalb im vorliegenden Untersuchungsprogramm nicht erfasst.

3.2 Berechnung der internen Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide in den untersuchten Trinkwässern

Für die Berechnungen der in diesem Kapitel dargestellten altersabhängigen **Ingestions-Folgedosen** wurden die gesetzlich festgelegten Dosiskoeffizienten nach [49, 50, 52], die in den Tabellen 9 und 10 angegebenen jährlichen Trinkwassermengen für Personen der 6 Altersgruppen gemäß Anlage VII der Strahlenschutzverordnung sowie für Radon nach [15] verwendet. Dies ermöglicht eine systematische Erfassung der Strahlenexposition der besonders strahlenempfindlichen Altersgruppe der Säuglinge. Die im Folgenden dargestellten Ergebnisse basieren auf den Aktivitätskonzentrationen der Radionuklide Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, Rn-222, U-234 und U-238 aus der Tabelle C1 im Anhang C. Die Berechnung der altersunabhängigen **Rn-222-Inhalations-Folgedosen** durch die Freisetzung von Radon aus dem Trinkwasser in die Raumluft erfolgte auf der Basis der Modellannahmen und der Inhalations-Dosiskoeffizienten nach [15].

3.2.1 Ingestions- und Inhalations-Folgedosis infolge der Radionuklide Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, U-234, U-238 und Rn-222 - Einzelwerte, Mediane, Minimal- und Maximalwerte

Einzelwerte der Ingestions- und Inhalationsdosis für jedes untersuchte Trinkwasser

Die Tabelle C3 des Anhangs C enthält die 582 Einzelwerte der Ingestions-Folgedosis für Personen der 6 Altersgruppen und der Rn-222-Inhalationsdosis in $\mu\text{Sv}/\text{Jahr}$ ($1 \mu\text{Sv} = 0,001 \text{ mSv}$) infolge des Konsums der untersuchten Trinkwässer. In der Tabelle C3 werden weiter für jede Trinkwasserprobe die BfS-Probenummer, das Bundesland, der Landkreis und die durch das Wasserwerk mit Trinkwasser versorgte Einwohnerzahl angegeben. Darüber hinaus werden in der Tabelle C4 (Anhang C) die nuklidspezifischen Dosisbeiträge zur gesamten Ingestions-Folgedosis für Personen der Altersgruppen „0 – 1 a“ und „> 17 a“ ausgewiesen. Diese Altersgruppen sind von größerer Bedeutung, da für Säuglinge die höchsten Ingestions-Folgedosen berechnet werden und die Erwachsenen den größten Teil der Bevölkerung darstellen.

Median und 95. Perzentilwerte

Der Tabelle 18 kann die zusammenfassende Darstellung der Ingestions-Folgedosen für Personen der 6 Altersgruppen und die durch Rn-222 hervorgerufene Inhalations-Folgedosis mit Angabe der Median- und 95. Perzentilwerte sowie der Bereiche unter Berücksichtigung der gemessenen Aktivitätskonzentrationen der einzelnen Trinkwässer entnommen werden. Zur Veranschaulichung dieser Daten wurden zusätzlich in der Abbildung 6 die Minimal-, Maximal- und Medianwerte der

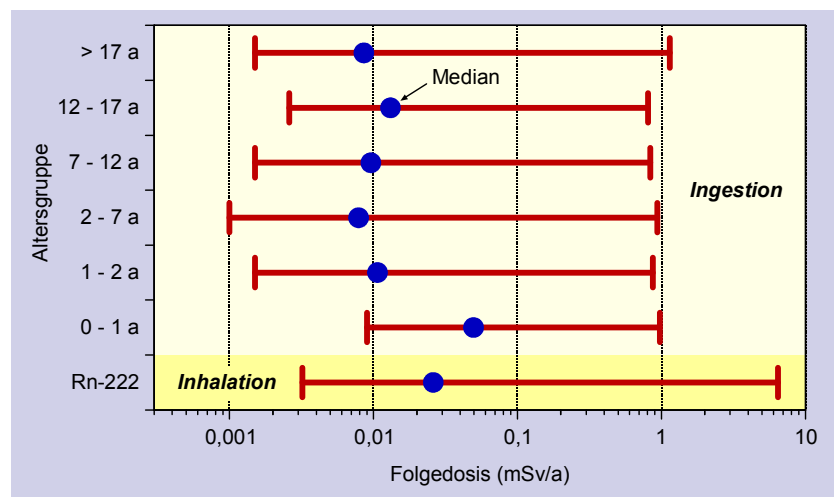


Abbildung 6: Minimal-, Maximal- und Medianwerte der Ingestions-/Inhalations-Folgedosen für Personen der sechs Altersgruppen

fisch dargestellt, wobei die minimalen Dosiswerte mit den Aktivitäts-Nachweisgrenzen der Einzelnuklide berechnet wurden.

Der höchste **Medianwert** der **Ingestions-Folgedosis** ergab sich mit 0,05 mSv/a für Säuglinge, wobei davon im Mittel etwa 60 % auf das bei Säuglingen dosisrelevante Radionuklid Ra-228 zurückzuführen ist. Die Mediane für Personen der anderen fünf Altersgruppen liegen mit Werten zwischen ca. 0,008 bis 0,013 mSv/a um das etwa 4- bis 6-fache darunter. Auf den Medianwert der Ingestionsdosis für Erwachsene von 0,0086 mSv/a entfallen durchschnittlich ca. 60 % auf das Radionuklid Rn-222 und die verbleibenden 40 % auf die restlichen natürlichen Radionuklide.

Tabelle 18: Ingestions-Folgedosis für Personen der sechs Altersklassen bei Berücksichtigung von Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, Rn-222, U-234 und U-238 und der Rn-222-Inhalations-Folgedosis in mSv/a

Altersklasse	Bereich	Median	95. Perzentil
H_{0-1a} -Ingestionsdosis	< 0,009 – 0,97	0,050	0,37
H_{1-2a} -Ingestionsdosis	< 0,0015 – 0,87	0,011	0,095
H_{2-7a} -Ingestionsdosis	< 0,001 – 0,94	0,0079	0,089
H_{7-12a} -Ingestionsdosis	< 0,0015 – 0,84	0,0096	0,086
H_{12-17a} -Ingestionsdosis	< 0,0026 – 0,81	0,013	0,11
$H_{>17a}$ -Ingestionsdosis	< 0,0015 – 1,14	0,0086	0,094
Rn-222-Inhalationsdosis	< 0,0032 – 6,44	0,026	0,49

Aus den 95. Perzentilen der Tabelle 18 kann gefolgert werden, dass 5 % der untersuchten Trinkwässer bei den Säuglingen zu Ingestionsdosen oberhalb von 0,37 mSv/a führen. Bei den Personen der anderen Altersgruppen liegen 5 % der Trinkwässer oberhalb von ca. 0,09 bis 0,11 mSv/a.

Einen wesentlichen Beitrag zur internen Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Trinkwasser liefert neben der Ingestions-Folgedosis auch die **Inhalations-Folgedosis** infolge der Freisetzung von Rn-222. Als Medianwert der Inhalationsdosis ergibt sich für Personen aller Altersgruppen 0,026 mSv/a. Damit beträgt die mittlere Rn-222-Inhalationsdosis etwa 50 % der mittleren Ingestionsdosis für Säuglinge, jedoch das 3-fache des Medianwertes der Erwachsenen. Etwa 5 % der Trinkwässer verursachen eine Inhalationsdosis > 0,49 mSv/a.

Minimal- und Maximalwerte

Die bei Berücksichtigung der sechs Radionuklide in der Tabelle 18 angegebenen Bereiche zeigen, dass die Einzelwerte der Ingestions- und Inhalationsdosen jeweils in einem Bereich von etwa drei Größenordnungen liegen. Während im unteren Dosisbereich zahlreiche Werte unter 0,005 mSv/a liegen, treten Maximalwerte nahe und z. T. deutlich über 1 mSv/a auf. Diese Schwankungsbereiche der berechneten Folgedosen sind Ausdruck der enormen Variationsbreite naturgegebener Radioaktivität in Grund- und Oberflächenwässern Deutschlands. Außerordentlich große Unterschiede wurden auch in unmittelbarer örtlicher Nähe von Brunnen eines Wasserwerkes oder benachbarter Wasserwerke festgestellt. So ergeben sich für die beiden Trinkwässer 262BY20 und 260BY10 aus zwei benachbarten Wasserwerken des Landkreises Wunsiedel im Fichtelgebirge Ingestionsdosen von 1,14 mSv/a und 0,014 mSv/a für Erwachsene. Auch die Inhalationsdosen durch Rn-222 sind mit 6,44 mSv/a bzw. 0,024 mSv/a sehr verschieden. Die Aktivitätskonzentrationen aller Radionuklide unterscheiden sich bei diesen beiden Trinkwässern erheblich voneinander. Ähnliche Konzentrationsunterschiede in Trinkwässern treten auch in anderen Landkreisen auf (z. B. in Merseburg-Querfurt oder Waldshut).

Die Maximalwerte der Ingestionsdosis für Erwachsene wurden bei der Analyse von Trinkwässern aus den Landkreisen Wunsiedel mit 1,14 mSv/a, Annaberg (Sachsen) mit 0,49 mSv/a und Bayreuth mit 0,29 mSv/a gefunden, wobei 90 bis 99 % der Dosis durch die Ingestion von Rn-222 hervorgerufen wird.

Die Maximalwerte der Ingestionsdosis für Säuglinge ergaben sich für Wässer aus den Landkreisen Wunsiedel mit 0,97 mSv/a, Merseburg-Querfurt (Sachsen-Anhalt) mit 0,93 mSv/a und Altenburger Land (Thüringen) mit 0,92 mSv/a, wobei jeweils nur ein bis zwei Radionuklide dosisbestimmend sind. Details hierzu können den Tabellen des Anhangs C entnommen werden.

3.2.2 Nuklidspezifische Dosisanteile an der Gesamt-Ingestionsdosis – Mittel-, Minimal- und Maximalwerte

Der mittlere Anteil einzelner Radionuklide an den Ingestionsdosen wurde für Wässer mit resultierender Gesamtdosis im Bereich der jeweiligen Medianwerte für die Altersgruppe der Säuglinge (Bereich 0,04 bis 0,06 mSv/a; 100 Wässer)

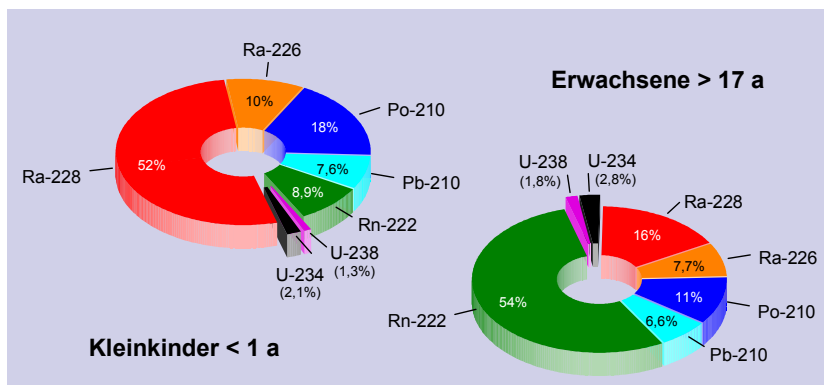


Abbildung 7: Nuklidspezifische Dosisanteile an der Gesamt-Ingestionsdosis für den Bereich des Medians der Gesamtdosis

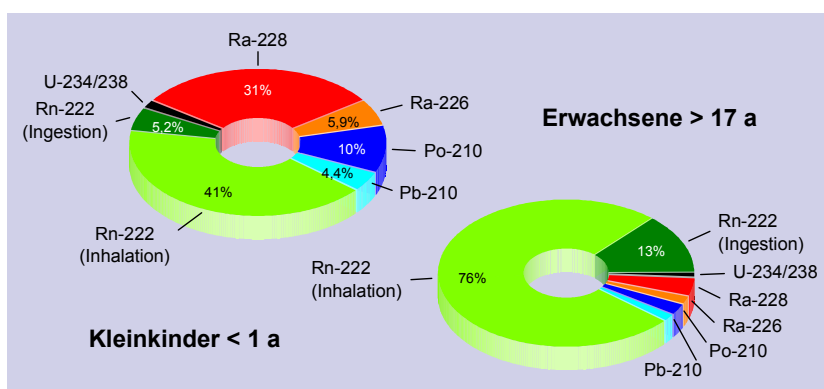


Abbildung 8: Nuklidspezifische Dosisanteile an der Summe der Gesamt-Ingestionsdosis und der Rn-222-Inhalationsdosis für den Bereich des Medians der Gesamtdosis

sacht Rn-222 mit Abstand den höchsten Dosisbeitrag zur Gesamtdosis durch Ingestion. Der Dosisbeitrag von Uran ist für beide Personengruppen vernachlässigbar gering.

Bei Säuglingen liegt der mittlere Ingestionsdosisanteil für Ra-228 bei 52 %, gefolgt von Po-210 und Ra-226 mit 18 % bzw. 10 % sowie Rn-222 und Pb-210 mit 8,9 und 7,6 %. Diese Ergebnisse bestätigen auch die Angaben in [7] und [38], die auf die Bedeutung von Po-210 und Pb-210 hinweisen. Bei den Erwachsenen dominiert das Radionuklid Rn-222 mit 54 %, gefolgt von Ra-228 mit 16 %, Po-210 mit 11 %, Ra-226 mit 7,7 % und Pb-210 mit 6,6 %. Der mittlere Dosisanteil der Uranisotope liegt bei den beiden betrachteten Altersgruppen zwischen 3 und 5 %.

In der Tabelle 19 sind für Säuglinge und Erwachsene auch die Bereiche der Dosisanteile für die einzelnen Radionuklide angegeben. Auf Grund der großen Variabilität der Aktivitätskonzentrationen und der sehr unterschiedlichen Dosiskoeffizienten der Radionuklide kann der Dosisanteil zwischen 0,002 bis 99 % schwanken. Die höchsten Dosisanteile ergeben sich für Rn-222 mit 99 % bei Erwachsenen und 84 % bei Säuglingen, für Ra-228 mit 69 bzw. 91 % und für Po-210 mit 71 bzw. 82 %. Auch bei Trinkwässern mit hohen Ra-226- oder Uran-Aktivitätskonzentrationen können Dosisanteile bis zu 44 bzw. 69 % auftreten.

Tabelle 19: Nuklidspezifischer Dosisanteil an der Ingestion-Folgedosis für Kleinkinder und Erwachsene in %

Radionuklid	Bereich		Mittelwert ¹⁾	
	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a
Ra-226	0,5 – 41	0,08 – 44	10	7,7
Ra-228	2,3 – 91	0,1 – 69	52	16
U-238	0,005 – 15	0,002 – 21	1,3	1,8
U-234 ²⁾	0,008 – 34	0,003 – 48	2,1	2,8
Pb-210	0,2 – 42	0,4 – 37	7,6	6,6
Po-210	0,3 – 82	0,1 – 71	18	11
Rn-222, Ingestion	0,3 – 84	3,9 – 99	8,9	54

- 1) Die Mittelwerte beziehen sich auf den Bereich des Medians der Gesamtdosis
 2) U-234 wurde nur bei U-238-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 mBq/l bestimmt

und für die Altersgruppe der Erwachsenen (Bereich 0,007 bis 0,01 mSv/a; 78 Wässer) ermittelt. Bei fehlenden Messwerten der U-234-Aktivitätskonzentrationen (Bestimmung nur bei U-238-Aktivitätskonzentrationen oberhalb von 10 mBq/l) wurde ein konstantes U-234/U-238-Aktivitätsverhältnis von 1,65 angenommen.

Der minimale und maximale Dosisanteil der einzelnen Radionuklide wurde aus dem gesamten Datenkollektiv „Trinkwasser“ ermittelt.

Die Ergebnisse dieser Auswertungen sind in der Tabelle 19 zusammengestellt und in der Abbildung 7 grafisch dargestellt. Diese Ergebnisse sind mit Literaturangaben [7, 8, 38] nicht vergleichbar, da jeweils unterschiedliche Radionuklide in die Untersuchungen einbezogen wurden. Während in [7] das Radium-Isotop Ra-228 außer Betracht blieb, wurden in [38] Rn-222 und in [8] Rn-222, Pb-210 und Po-210 nicht berücksichtigt. Aus den Angaben der Tabelle 19 kann die Dominanz des Radionuklides Ra-228 gegenüber den anderen Radionukliden in der Altersgruppe „0 – 1 a“ entnommen werden, in der Gruppe der Erwachsenen verursacht

Die Dosisanteile von Rn-222 erhöhen sich wesentlich, wenn neben der radonbedingten Ingestionsdosis auch seine Inhalations-Folgedosis in die Betrachtungen einbezogen wird (Abbildung 8). In diesem Fall steigt der mittlere Dosisanteil für Rn-222 an der gesamten internen Strahlenexposition bei Säuglingen von 9 auf 46 % und bei Erwachsenen von 54 auf 89 %.

3.2.3 Strahlenexposition durch Trinkwasser und durch andere natürliche Quellen

Die mittlere interne Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide in Trinkwasser ist nach den Angaben der Tabelle 18 mit ca. 0,08 mSv/a für Säuglinge und mit ca. 0,04 mSv/a für Erwachsene gegenüber der mittleren Strahlenexposition durch andere natürliche Quellen mit 2,1 mSv/a [73] und einer örtlich bedingten Spannweite von 1 bis 6 mSv/a vernachlässigbar gering. Den mit 1,1 mSv/a höchsten Beitrag dazu liefert die Inhalation von Radon und seiner Folgeprodukte. Die äußere Strahlenexposition durch Höhen- und Bodenstrahlung beträgt ca. 0,7 mSv/a. Der mittlere, altersgewichtete (Erwachsene: 65 %, Kinder: 30 %, Kleinkinder: 5 % der Bevölkerung) Beitrag durch Aufnahme natürlicher Radionuklide über die Nahrung (außer Trinkwasser) beträgt 0,26 mSv/a, wobei der Hauptanteil mit ca. 0,17 mSv/a auf das im natürlichen Kalium enthaltene Kaliumisotop K-40 zurückzuführen ist.

Im Trinkwasser ist Kalium in der Regel in Konzentrationen unter 30 mg/l enthalten. Das Massenverhältnis seiner Isotope ist konstant und beträgt 0,0117 % Kalium-40 mit einer spezifischen Aktivität von 30,92 Bq/g Kalium. Der für Deutschland angegebene Medianwert der Kalium-40-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser beträgt 70 mBq/l [62]. Aus dieser Aktivitätskonzentration resultieren Ingestions-Folgedosen von 0,00015 mSv/a (Erwachsener) bzw. 0,00074 mSv/a (Kleinkind).

3.3 Zahl der Trinkwässer mit Überschreitungen ausgewählter Dosiswerte

Als Hilfestellung zur Quantifizierung und Interpretation unserer umfassenden Datenbasis werden in diesem Abschnitt die Häufigkeiten bzw. prozentualen Anteile der Überschreitung bestimmter Dosiswerte durch die untersuchten Wässer in dem Dosisbereich von 0,1 mSv/a bis 1 mSv/a diskutiert. Dabei werden verschiedene Ermittlungs- und Bewertungsansätze berücksichtigt. Dies erlaubt eine erste Abschätzung der Konsequenzen verschiedener möglicher Ansätze zur Ermittlung und Bewertung der Strahlenexposition aus der Ingestion natürlicher Radionuklide im Trinkwasser in Deutschland.

Tabelle 20: Anzahl der Wasserwerke mit Dosiswerten oberhalb von 0,1, 0,2, ... 1 mSv/a für Personen der Altersgruppe „> 17 a“ und bei Berücksichtigung von 2 Radionuklidgruppen (Dosiskoeffizienten nach [39, 50, 52], Trinkwasserkonsum nach EU-Trinkwasserrichtlinie [2a])

Radionuklidgruppe	Anzahl der Wasserwerke mit Dosisüberschreitungen				
	> 0,1 mSv/a	> 0,2 mSv/a	> 0,3 mSv/a	> 0,5 mSv/a	> 1 mSv/a
Ra-226, Ra-228, Uranisotope (EU-Trinkwasserrichtlinie)	1 (0,2 %)	0	0	0	0
Ra-226, Ra-228, Uranisotope, Pb-210, Po-210, Rn-222 Ingestion ohne Inhalation	57 (9,8 %)	29 (5,0 %)	17 (2,9 %)	8 (1,4 %)	2 (0,3 %)

Da die deutsche Trinkwasserverordnung die Vorgaben der EU-Trinkwasserrichtlinie ([2a], vgl. Abschnitt 1.3) umzusetzen hat, wurden Ingestions-Folgedosen für die dort zu Grunde gelegte erwachsene Referenzperson bei einem angenommenen Trinkwasserkonsum von 730 l pro Jahr für die Radionuklide Ra-226, Ra-228 und die Uranisotope ermittelt. Die ermittelten Überschreitungen von Dosiswerten sind in Tabelle 20, Zeile 1 wiedergegeben. Zusätzlich zu den Vorgaben der EU-Trinkwasserrichtlinie wurde auch der Fall betrachtet, dass alle in den Trinkwässern vorhandenen relevanten Radionuklide in die Dosisermittlung einbezogen werden, also auch Radon und seine (langlebigen) Folgeprodukte Pb-210 und Po-210. Das BfS hält es für geboten, bei der Dosisabschätzung grundsätzlich alle für die Ingestion relevanten Radionuklide einzubeziehen.

Die in der Tabelle 20 zusammengestellten Ergebnisse zeigen, dass bei ausschließlicher Betrachtung der Radium- und Uranisotope nur in einem Fall eine Dosis oberhalb 0,1 mSv/a ermittelt wurde. Bei zusätzlicher Berücksichtigung von Rn-222, Pb-210 und Po-210 ergaben sich dagegen für 57 Trinkwässer (9,8 %) Dosisüberschreitungen von 0,1 mSv/a,

für 8 Trinkwässer (1,4 %) Überschreitungen von 0,5 mSv/a und in zwei Fällen (0,3 % der untersuchten Trinkwässer) wurden Dosiswerte oberhalb von 1 mSv/a berechnet.

Tabelle 21 enthält demgegenüber eine zahlenmäßige Zusammenstellung der Häufigkeiten bzw. prozentualen Anteile von Dosisüberschreitungen bei Berücksichtigung der Verzehrsmengen nach Strahlenschutzverordnung [53] für die Altersgruppen der „Erwachsenen“ und der „Säuglinge“. Entsprechend der Praxis im Strahlenschutz wurde hier ausschließlich der Fall betrachtet, dass alle bei Ingestion dosisrelevanten Radionuklide einschließlich des Rn-222 in die Dosisermittlung mit einbezogen werden.

Tabelle 21: Anzahl der Wasserwerke mit Dosiswerten oberhalb von 0,1, 0,2, ... 1 mSv/a für Personen der Altersgruppen „0 - 1 a“ und „> 17 a“ bei Berücksichtigung aller für die Ingestion relevanten Radionuklide (Dosiskoeffizienten nach [49, 50, 52], Trinkwasserkonsum nach Strahlenschutzverordnung [53])

Radionuklidgruppe	Anzahl der Wasserwerke mit Dosisüberschreitungen									
	> 0,1 mSv/a		> 0,2 mSv/a		> 0,3 mSv/a		> 0,5 mSv/a		> 1 mSv/a	
	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a
Ra-226, Ra-228, Uranisotope, Pb-210, Po-210, Rn-222 Ingestion <u>ohne</u> Inhalation	131 (22,5%)	28 (4,8%)	57 (9,8%)	9 (1,6%)	35 (6,0%)	4 (0,7%)	15 (2,6%)	1 (0,2%)	0	1 (0,2%)

Eine Ingestions-Folgedosis von 0,1 mSv/a führt hier bei 28 oder 4,8 % (Erwachsene) bzw. 131 oder 22,5 % (Säuglinge) der Wasserwerke zu Dosisüberschreitungen. Hingegen wird der Wert 1 mSv/a nur in einem Fall, und zwar für die Altersgruppe der Erwachsenen überschritten.

Abschließend wird ergänzend zu den bisherigen Darstellungen der Fall betrachtet, dass zusätzlich zur Ingestion aller dosisrelevanten Radionuklide auch die Inhalation des Rn-222 und seiner kurzlebigen Zerfallsprodukte in die Bestimmung der Folgedosis einbezogen wird. Diese Darstellung erfolgt zur Vervollständigung der Diskussion. Das BfS hält die Einbeziehung der Radon-Inhalation bei der Ermittlung der Gesamtdosis allerdings nicht für geboten. Die Inhalationsdosis des Radons und seiner kurzlebigen Zerfallsprodukte ist über das in Abschnitt 2.5 beschriebene Expositionsmodell mit der Radon-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser verknüpft, das verglichen mit der Ingestion beträchtlich höhere Unsicherheiten in sich birgt, die eine Zusammenführung beider Komponenten in einer Gesamtdosis unangemessen erscheinen lässt. Auch von der WHO wird Radon gesondert betrachtet, da es durch relativ einfache Belüftungsmaßnahmen mit überschaubarem Aufwand wesentlich reduziert werden kann.

Aus Tabelle 22 geht hervor, dass bei zusätzlicher Berücksichtigung der Rn-222-Inhalationsdosis 117 oder 20,1 % (Erwachsener) bzw. 228 oder 39,2 % (Säugling) der untersuchten Trinkwässer eine Dosis von 0,1 mSv/a überschreiten. Die Anzahl der Wasserwerke mit Dosisüberschreitungen nimmt von 0,2 mSv/a, über 0,3 und 0,5 auf 1 mSv/a kontinuierlich ab. Auf Grund hoher Rn-222-Aktivitätskonzentrationen wird eine Gesamtfolgedosis von 1 mSv/a, die Ingestion und Inhalation einschließt, noch von 12 oder 2,1% (Bezugsperson „Erwachsener“) bzw. von 17 (2,9%) Trinkwässern (Bezugsperson „Säugling“) überschritten.

Tabelle 22: Anzahl der Wasserwerke mit Dosiswerten oberhalb von 0,1, 0,2, ... 1 mSv/a für Personen der Altersgruppen „0 - 1 a“ und „> 17 a“ bei Berücksichtigung der Ingestion aller dosisrelevanten Radionuklide und zusätzlich der Exposition durch Inhalation des Rn-222 und seiner Zerfallsprodukte (Dosiskoeffizienten nach [49, 50, 52], Trinkwasserkonsum nach Strahlenschutzverordnung [53])

Radionuklidgruppe	Anzahl der Wasserwerke mit Dosisüberschreitungen									
	> 0,1 mSv/a		> 0,2 mSv/a		> 0,3 mSv/a		> 0,5 mSv/a		> 1 mSv/a	
	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a	0 - 1 a	> 17 a
Ra-226, Ra-228, Uranisotope, Pb-210, Po-210, Rn-222 Ingestion <u>und</u> Inhalation	228 (39,2%)	117 (20,1%)	118 (20,3%)	65 (11,2%)	79 (13,6%)	46 (7,9%)	44 (7,6%)	31 (5,3%)	17 (2,9%)	12 (2,1%)

3.4 Zahl der Trinkwässer mit Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Rn-222-, Pb-210- und Po-210-Richtwerte der EU-Radon-Empfehlung

Die Radon-Empfehlung der EU [28] legt für das Radionuklid Rn-222 und seine Folgeprodukte Pb-210 und Po-210 maximale Aktivitätskonzentrationen als Richtwerte in Höhe von 100, 0,2 bzw. 0,1 Bq/l fest. Die daraus resultierenden Strahlenexpositionen durch Ingestion und Inhalation sowie die Anzahl der Wasserwerke, bei denen die Trinkwässer diese Richtwerte überschreiten, sind in der Tabelle 23 zusammengestellt. Während der Radon-Richtwert von 34 (5,8 %) Trinkwässern überschritten wurde, ergaben sich für Pb-210 und Po-210 nur bei einem bzw. drei Trinkwässern Richtwertüberschreitungen.

Tabelle 23: Anzahl der Wasserwerke mit Aktivitätskonzentrationen oberhalb der Rn-222-, Pb-210- und Po-210-Richtwerte der EU-Radon-Empfehlung

Radionuklid	Richtwert in Bq/l	Anzahl der Wasserwerke mit Überschreitungen der Richtwerte	Strahlenexposition bezogen auf den Richtwert in $\mu\text{Sv/a}$		
			> 17 a ¹⁾	> 17 a ²⁾	0 - 1 a
Rn-222	100	34 (5,8 %)	128 ³⁾ 350 ⁴⁾	61 ³⁾ 350 ⁴⁾	44 ³⁾ 350 ⁴⁾
Pb-210	0,2	1 (0,2 %)	101	48	286
Po-210	0,1	3 (0,5 %)	88	42	442
Summe		38 (6,5 %)	652	501	1122

1) jährlicher Trinkwasserkonsum 730 l nach dem Entwurf Anhang II der EU-Trinkwasserrichtlinie

2) jährlicher Trinkwasserkonsum 350 l nach der Anlage VII der Strahlenschutzverordnung

3) Ingestions-Folgedosis nach den Berechnungsgrundlagen der SSK [15]

4) Inhalations-Folgedosis nach den Berechnungsgrundlagen der SSK [15]

3.5 Zahl der Trinkwässer mit Uran-Konzentrationen oberhalb nationaler und internationaler Richtwerte

Zur Begrenzung des chemisch-toxischen Gesundheitsrisikos durch Uran in Trinkwasser wurden von nationalen und internationalen Gremien folgende Richtwerte vorgeschlagen:

10 $\mu\text{g/l}$ Trinkwasserleitwert-Empfehlung des Umweltbundesamtes (UBA) [55]

15 $\mu\text{g/l}$ Trinkwasserleitwert der WHO (2004) [23]

20 $\mu\text{g/l}$ Maßnahmewert-Empfehlung des UBA [55]

30 $\mu\text{g/l}$ In den USA gültiger Richtwert der EPA [24]

Die Anzahl der Trinkwässer oberhalb dieser Richtwerte sind in der Tabelle 24 zusammengestellt.

Tabelle 24: Anzahl der Wasserwerke mit Uran-Konzentrationen oberhalb von Richtwerten

Uran-Konzentration	> 10 $\mu\text{g/l}$	> 15 $\mu\text{g/l}$	> 20 $\mu\text{g/l}$	> 30 $\mu\text{g/l}$
Anzahl der Überschreitungen	21 (3,7 %)	10 (1,7 %)	4 (0,7 %)	0

LITERATUR

- [1] Bericht des Bundesministeriums für Gesundheit und des Umweltbundesamtes an die Verbraucherinnen und Verbraucher über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasser) in Deutschland, Publikationen des Umweltbundesamtes, April 2006
- [2] Rat der Europäischen Union: Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkw-RL)
Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 330 S. 32 vom 5. Dezember 1998 (berichtigt in Abl. Nr. L 45 S. 55 vom 19. Februar 1999)
- [2a] Entwurf zu Anhang II von [2] vom 16. März 2005
Commission decision defining an adequate sampling method for Lead, Copper and Nickel, monitoring requirements for parameters for radioactivity and guidelines for the monitoring the quality of water intended for human consumption for the Council Directive 98/83 of 3 November on the quality of water intended for human consumption
- [2b] Draft V 3.0 29/11/2005
Commission Directive of defining requirements for the parameters for radioactivity for monitoring the quality of water for the Council Directive 98/83 of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption
- [2c] Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgemeinschaft (EURATOM) vom 25. März 1957, Bundesgesetzblatt 1957, Teil II, S. 1014
- [2d] Item 4a Draft Drinking Water Directive Proposal April 2008
Council Directive laying down requirements for the protection of the health of the general public with regard to radioactive substances in water intended for human consumption.
- [3] Bundesministerium für Gesundheit: Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung. Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 24, S. 959–980, vom 21. Mai 2001
- [4] Th. Bünger, D. Obrikt: Überwachung natürlicher Radionuklide in Trinkwasser, 12. Fachgespräch zur Überwachung der Umweltradioaktivität, Bonn (2003), 465–473, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [5] Umweltradioaktivität und Strahlenschutz, Jahresbericht 2005, 173–175, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- [6] Web-based European Knowledge Network on Water (WEKNOW): Radioactivity in European drinking water and sources designated for the production of drinking water, WEKNOW/ENDWARE, June 2005
http://www.weknow-waternetwork.com/publish/cat_index_19.shtml
- [7] P. Vesterbacka: ²³⁸U-series radionuclides in Finnish groundwater-based drinking water and effective doses, Radiation and Nuclear Safety Authority, STUK-A213, Sept. 2005
- [8] O. Deflorin: Natürliche Radionuklide in Grundwässern des Kantons Graubünden, Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Docteur ès Sciences der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Neuchâtel, Januar 2004
http://www.nucfilm.com/these_DeflorinO.pdf
- [9] Strahlenexposition der Bevölkerung durch natürliche Radionuklide in Baumaterialien, BfS-Jahresbericht 2003, 47–49
- [10] I. Gans, H.U. Fusban, H. Wollenhaupt, J. Kiefer, B. Glöbel, J. Berlich, J. Porstendörfer: Ra-226 und andere natürliche Radionuklide im Trinkwasser und in Getränken in der Bundesrepublik Deutschland. WaBoLu-Hefte 4/1987, Institut für Wasser, Boden- und Luftthygiene des Bundesgesundheitsamtes, Berlin 1987
- [11] Th. Bünger, H. Rühle: Natürlich radioaktive Stoffe im Trinkwasser ausgewählter Gebiete in Sachsen und Thüringen, in: M. Winter, A. Wicke (Hrsg.): Umweltradioaktivität, Radioökologie, Strahlenwirkungen, 25. Jahrestagung des Fachverbands für Strahlenschutz, Binz/Rügen 28. – 30. September 1993, Tagungsband I, S. 85–92, Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz, Verlag TÜV Rheinland, Köln (1993)
- [12] H. Rühle: Radongehalt des Trinkwassers in der Bundesrepublik Deutschland und Abschätzung der Strahlenexposition, Schriftenreihe Reaktorsicherheit und Strahlenschutz, BMU-1995-415, Hrsg.: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn (1994)

- [13] R. Gellermann, J. Wiegand, L. Funke, J. Gerler: Mineral Waters with Anomalous Radium Concentrations from the Norther Harz Mountain Region. In BfS-Schriften 24/2002 „High Levels of Natural Radiation ad Radon Areas: Radiation Dose ad Health Effects“, Vol. II
- [14] Meßanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt und zur Erfassung radioaktiver Emissionen aus kerntechnische Anlagen
Herausgeber: Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York
- [15] Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK) des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Strahlenexposition durch Radon-222, Blei-210 und Polonium-210 im Trinkwasser, Heft 43 (2004), herausgegeben von der Geschäftsstelle der Strahlenschutzkommission beim Bundesamt für Strahlenschutz, Bonn, September 2004
- [16] M. J. Focazio, Zoltan Szabo, T. F. Kraemer, A.H. Mullin, T.H. Barringer, V.T. DePaul, 2001: Occurrence of selected radionuclides in ground water used for drinking water in the United States: A reconnaissance Survey, 1998 : U. S. Geological Survey Water Resources Investigations Report 00-4273, 35 p.
<http://water.usgs.gov/pubs/wri/wri004273/pdf/wri004273.pdf>
- [17] J. Longtin: Ocurrence of Radionuclides in Drinking Water, A National Study, in Radon, Radium and Uranium in Drinking Water, Edited by C.R. Cothorn, P.A. Rebers, Michigan, 1990
- [18] M. Annanmäki, T. Turtiainen (Eds.): Treatment Techniques for Removing Natural Radionuclides from Drinking Water, Final Report of the TENAWA project, STUK-A169, Radiation and Nuclear Safety Authority, Helsinki, 2000
- [19] D.A. Clifford: Removal of Radium from Drinking Water, in Radon, Radium and Uranium in Drinking Water, Edited by C.R. Cothorn, P.A. Rebers, Michigan, 1990
- [20] T.J. Sorg: Removal of Uranium from Drinking Water by Conventional Treatment Methods, in Radon, Radium and Uranium in Drinking Water, Edited by C.R. Cothorn, P.A. Rebers, Michigan, 1990
- [21] P. Milvy, C.R. Cothorn: Naturally Occurring Radionuclides in Drinking Water: An Exercise in Risk Benefit Analysis, Environmental Geochemistry and Health, Nr. 11, 1989
- [22] N.E. Kinner, P.A. Quern, G.S. Schell, C.E. Lessard, J. A. Clement: Treatment Technology for Removal Radon from Small Community Water Supplies, in Radon, Radium and Uranium in Drinking Water, Edited by C.R. Cothorn, P.A. Rebers, Michigan, 1990
- [23] WHO-World Health Organisation: Guidelines for Drinking water Quality, Third Edition, Vol. 1 Recommendations, Geneva 2004
- [23a] WHO-World Health Organization: Guidelines for drinking water quality, second edition (1983), Vol. 1, 4. Radiological aspects, Geneva 1993
- [24] United States Environmental Protection Agency (EPA): National Primary Drinking Water Regulations; Radionuclides; Finale Rule, Federal Register 65 (236), 76708-76753 (2000)
- [25] United States Environmental Protection Agency (EPA): Radionuclides Rule: A Quick Reference Guide, EPA 816-F-01-003, June 2001
- [26] Fremd- und Inhaltstoffverordnung (FIV 2002)
- [27] The Ministry of Social Affairs and Health: Decree No. 461/2000 relating to the quality and monitoring of water intended for human consumption, Issued in Helsinki on 19 May 2000
<http://www.finlex.fi/fi/laki/kaannokset/2000/en20000461.pdf>
- [27a] STUK Radiation and nuclear safety authority: Radioactivity of Household Water. Guide ST 12.3 (In Finnish), 9.8.1993
http://www.weknow-waternetwork.com/uploads/weknow_newsletter_issue_3_march_2004.pdf
- [28] Kommission der Europäischen Gemeinschaften: Empfehlung 2001/928/Euratom der Kommission vom 20. Dezember 2001 über den Schutz der Öffentlichkeit vor der Exposition gegenüber Radon im Trinkwasser, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 344 S. 85 vom 28. Dezember 2001
- [29] S. P. Nielsen: Radioactive isotopes in Danish drinking water, Danish Ministry of the Environment, Working Report No. 11 2006
http://www.mst.dk/English/Publications/publications_in_english

- [30] Australian Government, National Health and Medical Research Council: Australian Drinking Water Guidelines, 2004
<http://nhmrc.gov.au/publications>
- [31] The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000: Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations, National Institute of Radiation Hygiene, Copenhagen, ISBN 91-89230-00-0
- [32] Drinking Water Inspectorate (dwi): Guidance on the water supply (water quality) regulations 2000 (England) and the water supply (water quality) regulations 2001 (Wales), May 2005
<http://www.dwi.gov.uk>
- [33] Décret no 2001-1220 du 20 décembre 2001 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux minérales naturelles
<http://www.admi.net/jo/20011222/MESX0100156D.html>
- [34] Ministerio de Sanidad y Consumo: Royal Decree 140/2003 of 7 February by which health criteria for the quality of water intended for human consumption are established.
http://www.msc.es/en/profesionales/saludPublica/docs/royal_decree_140_2003.pdf
- [35] Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n.31: Attuazione della direttiva 98/83/CE relative alla qualità delle acque destinate al consumo umano
<http://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/testi/01031dl.htm>
- [36] ÖNORM S 5251: Bestimmung und Bewertung der Gesamtdosis durch Radionuklide im Trinkwasser, Ausgabe 2005-03-01, Österreichisches Normungsinstitut Wien
- [37] Health Canada: Guidelines for Canadian Drinking Water Quality – Summary Table,
http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/sum_guide-res_recom/index-eng.php
- [38] K. Flesch, R. Knappik, M. Köhler, H. Schulz: Zur Bestimmung der Gesamtrichtdosis in Trink- und Mineralwässern. In: Strahlenschutz-Aspekte bei natürlicher Radioaktivität, 38. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V. Dresden, 18. bis 22. September 2006, Publikationsreihe Fortschritte im Strahlenschutz, TÜV Rheinland Group, Köln 2006, S. 397–406
- [39] S. Körner, A. Buchanzow: Strahlenexposition durch natürliche Radioisotope aus gewerblichen Betrieben in Bayern, Abschlussbericht vom 30.12.2004, Bayerisches Landesamt für Umweltschutz
http://www.lfu.bayern.de/strahlung/fachinformationen/radon_trinkwasserversorgung/untersuchungen_bayern/doc/ergebnisbericht_2004.pdf
- [40] S. Wissler: Balancing natural radionuclides in drinking water supply. Dissertation: Universität Mainz, Fachbereich 22: Geowissenschaften, 2003
<http://deposit.d-nb.de/cgi-bin/dokserv?idn=968908667>
- [41] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:
Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz – StrVG) vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S 2610) zuletzt geändert durch Achte Zuständigkeitsanpassungsverordnung vom 25. November 2003 (BGBl. I S. 2304, 2308)
- [42] Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, Teil I: Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm), GMBL 32 (1994), S. 930
- [43] Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen, GMBL 32 (1979) S. 665
- [44] D. Obrikat, Th. Bünger, M. Beyermann, A. Guttmann, K. Schmidt, I. Winterfeld:
Ringversuch zur Bestimmung von natürlichen Radionukliden, Tritium und der Gesamt- α -Aktivität in Trinkwasser – Ringversuch 4/2005 –
Interne BfS-Berichte, SW 2-08/2005, März 2006
- [45] U.-K. Schkade, M. Beyermann, M. Hartmann, M. Naumann, M. Seehafer, W. Ullmann, W. Will, I. Winkelmann:
Verfahren zur Bestimmung von natürlichen Radionukliden in der Umwelt zur Erfüllung der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI Bergbau)
Interne BfS-Berichte, ST-IB-2, Juli 1999
- [46] DIN 53804-1, Teil 1: Statistische Auswertungen, Kontinuierliche Merkmale
Beuth Verlag GmbH, Berlin, April 2002
- [47] P. M. Lee „Bayesian Statistics: An Introduction“
Arnold Verlag, London 1997

- [48] International Commission on Radiological Protection (ICRP): Age-dependent Dose to Members of the Public from Intake of Radionuclides. Part 3. Ingestion Dose Coefficients. ICRP Publication 67, Oxford 1993
- [49] Age-dependent doses to members of the public from intake of radionuclides: Part 5 Compilation of ingestion and inhalation dose coefficients, ICRP Publication 72, 1996
- [50] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Bekanntmachung der Dosiskoeffizienten zur Berechnung der Strahlenexposition, Anlage Nr. 160 im Bundesanzeiger vom 23. Juli 2001, Beilagebände 160a und 160b
- [51] Interner BfS-Bericht: Vergleich der Jahresdosen mit den Folgedosen bei Inkorporation natürlicher Radionuklide, SW 1.2, SG 2.3, vom 29.8.2007
- [52] Richtlinie 96/29/Euratom des Rates vom 13. Mai 1996 zur Festlegung der grundlegenden Sicherheitsnormen für den Schutz der Gesundheit der Arbeitskräfte und der Bevölkerung gegen die Gefahren durch ionisierende Strahlungen, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 159 vom 29.6.1996
- [53] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Verordnung über die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 20. Juli 2001, BGBl. 2001, Teil I, S. 1714
- [54] D. Obrikat, M. Beyermann, Th. Bünger, H. Viertel: Natural radionuclides in mineral water in Germany, Kerntechnik 69 No. 5-6 (2004) 223–226
- [55] R. Konietzka, H. Dieter, J. Voss: Vorschlag für einen gesundheitlichen Leitwert für Uran in Trinkwasser. Umweltmed Forsch Prax **10** (2), 133–143 (2005)
- [56] M. F. Arndt, L. West: A Study of the Factors Affecting the Gross Alpha Measurement, and a Radiochemical Analysis of some Groundwater Samples from the State of Wisconsin Exhibiting an Elevated Gross Alpha Activity. Wisconsin State Laboratory of Hygiene
<http://dnr.wi.gov/org/water/dwg/gw/research/reports/176.pdf>
- [57] H. Rühle, Th. Bünger, H. Viertel: Flächendeckende Untersuchungen über den Radongehalt des Trinkwassers in der Bundesrepublik Deutschland. In: BfS-Jahresbericht 1998, Salzgitter, Juni 1999, S. ST 19
- [58] M. M. Isam Salih, H. B. L. Pettersson, E. Lund: Uranium and Thorium Series Radionuclides in Drinking Water from Drilled Bedrock Wells: Correlation to Geology and Bedrock Radioactivity and Dose Estimation. Radiation Protection Dosimetry 102, No. 3 (2002) 249–258
- [59] R. Gellermann, W. Stolz: Uran in Wässern, Untersuchungen in ostdeutschen Flüssen und Grundwässern. Z. Umweltchem., Ökotox. **9** (2), 87–92 (1997)
- [60] J. K. Osmond, J. B. Cowart: Groundwater. In: Uranium Series Disequilibrium: Applications to Environmental Problems. Herausgeber: M. Ivanovich, R. S. Harmon, Clarendon Press Oxford, 1985, S. 202–242
- [61] R. Mallick: Rückstände und andere Materialien mit erhöhter natürlicher Radioaktivität. In: Strahlenschutz-Aspekte bei Natürlicher Radioaktivität, Fachverband für Strahlenschutz, 38. Jahrestagung in Dresden, 18. – 22. September 2006, Hrg. E. Ettenhuber, R. Giessing, E. Beier, A. Bayer, FS-06-141-T, S. 207–214
- [62] R. Mallick: Ermittlung von Arbeitsfeldern mit erhöhten Expositionen durch natürliche Radioisotope und von überwachungsbedürftigen Rückständen – Rückstände aus der Trinkwasseraufbereitung. Abschlußbericht zum 31. Dezember 2006, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg 2006
- [63] International Standard ISO 9696: Water quality – Measurement of gross alpha activity in non-saline water – Thick source method, International Organization for Standardization, Geneva, ISO 9696:1992(E)
- [64] Ross I. Kleinschmidt: Gross alpha and beta activity analysis in water – a routine laboratory method using liquid scintillation analysis, Applied Radiation and Isotopes 61 (2004) 333–338
- [65] L. Salonen, H. Hukkanen: Advantages of low-background liquid scintillation alpha-spectrometry and pulse shape analysis in measuring ²²²Rn, uranium an ²²⁶Ra in groundwater samples, journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 226, No. 1–2 (1997) 67–74
- [66] W. C. Burnett, J. Christoff, B. Stewart, T. Winters, P. Wilbur: Reliable Gross Alpha-/Beta-Particle Analysis of Environmental Samples via Liquid Scintillation Counting, Radioactivity & Radiochemistry 11 (4), 1999
- [67] S. Happel, P. Letessier, W. Ensinger, J. H. Eikenberg, A. H. Thakkar, E. P. Horwitz: Gross alpha determination in drinking water using a highly specific resin and LSC, Applied Radiation and Isotopes 61 (2004) 339–344

- [68] R. Rusconi, A. Azzellino, S. Bellinzona, M. Forte, G. Sgorbati: Assessment of drinking water radioactivity content by liquid scintillation counting: set up of high sensitivity and emergency procedures, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 379 No. 2 (2004) 247–253
- [69] International Standard ISO 9697: Water quality – Measurement of gross beta activity in non-saline water – Thick source method, International Organization for Standardization, Geneva, ISO 9697:1992(E)
- [70] Uran im bayerischen Trinkwasser
<http://www.susanna-tausendfreund.de/ansicht.php?id=781&>
- [71] G. Morteani, H. Sachs, L. Eichinger, C. Preinfalk: Uran und Radon in Trink- und Mineralwasser, *GWF Wasser • Abwasser* 148, Nr. 3 (2007)
- [72] BfR empfiehlt die Ableitung eines europäischen Höchstwertes für Uran in Trink- und Mineralwasser – Gemeinsame Stellungnahme 020/2007 des BfS und des BfR vom 5. April 2007
<http://www.bfr.bund.de>
- [73] Bundesamt für Strahlenschutz: Strahlenexposition von Flugpassagieren
<http://www.bfs.de/de/ion/anthropg/flugpassagiere.html>
- [74] DVGW Deutsche Vereinigung für das Gas- und Wasserfach, TrinkwV 2001 – Bedeutung der radioaktivitäts-bezogenen Parameter, *Wasser Information* Nr. 66, Bonn 2002
- [75] Th. Büniger: Der Gehalt natürlicher Radionuklide (Uran, Radium, Thorium u. a.) im Trinkwasser, in: K. Aurand und H. Rühle, *Radon und Trinkwasser*, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden und Lufthygiene 101 Berlin 1997
- [76] K. Haberer: Radium 226 in Filterschlammern der Grundwasseraufbereitung, *Vom Wasser* 92, S. 335–345, 1999
- [77] K. Haberer: Entfernung von Radionukliden bei der Trinkwasseraufbereitung, in M. Jekel und H. Van Dyk-Jekel *Spezifische Entfernung von anorganischen Spurenstoffen bei der Trinkwasseraufbereitung*, DVGW-Schriftenreihe Wasser Nr. 62, Eschborn 1989
- [78] Th. Büniger: Untersuchungen zum Radongehalt des Trinkwassers in Berliner Wasserwerken, in: K. Aurand und H. Rühle, *Radon und Trinkwasser*, Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden und Lufthygiene 101 Berlin 1997
- [79] O. Raff, K. Harberer, R.-D. Wilken H. Funk, J. Stüber, J. Wanitschek, A. Ackermann-Kubillus, S. Stauder: Radon-Reduzierung in Wasserwerken, Schriftenreihe *Reaktorsicherheit und Strahlenschutz*, Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn 2000
- [80] K. Haberer: *Umweltradioaktivität und Trinkwasserversorgung*, R. Oldenbourg Verlag München Wien 1989
- [81] J. Guogang, G. Torri: Estimation of radiation doses to members of the public in Italy from intakes of some important naturally occurring radionuclides (^{238}U , ^{234}U , ^{235}U , ^{226}Ra , ^{224}Ra and ^{210}Po) in drinking water, *Applied Radiation and Isotopes* 65 (2007), 849–875
- [82] C. Schulz, T. Rapp, A. Conrad, A. Hünken, I. Seiffert, K. Becker, M. Seiwert, M. Kolossa-Gehring: *Kinder-Umwelt-Survey 2003/2006 – KUS – Trinkwasser: Elementgehalte im häuslichen Trinkwasser aus Haushalten mit Kindern in Deutschland*, Umweltbundesamt, WaBoLu-Hefte 04/08, ISSN 1862-4340
<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3433.pdf>

ANHANG A: ÜBERSICHTSTABELLEN

Tabelle A1:	Herkunft der untersuchten Proben aus Landkreisen, Gemeinden und Wasserversorgungsanlagen sowie Anzahl der Radionuklidbestimmungen für alle untersuchten Wässer (<u>Roh- und Reinwasser</u>)	43
Tabelle A2:	Herkunft der untersuchten Proben aus Landkreisen, Gemeinden und Wasserversorgungsanlagen sowie Anzahl der Radionuklidbestimmungen für <u>Trinkwasser</u>	44
Tabelle A3:	Aktivitätskonzentrationen als Minimal-, Maximal- und Medianwerte für Ra-226, Ra-228, U-234, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und die Gesamt-Alpha-Aktivität der untersuchten <u>Trinkwässer</u> aus den einzelnen Bundesländern	45
Tabelle A4:	Aktivitätskonzentrationen als Minimal-, Maximal- und Medianwerte für Ra-226, Ra-228, U-234, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und die Gesamt-Alpha-Aktivität der untersuchten <u>Rohwässer</u> aus den einzelnen Bundesländern	46
Tabelle A5:	Median- und Maximalwerte der Aktivitätskonzentrationen für <u>Rohwasser</u> in Abhängigkeit der Wasserherkunft und der Gesteinsart der wasserführenden Grundwasserschicht	47

Tabelle A1: Herkunft der untersuchten Proben aus Landkreisen, Gemeinden und Wasserversorgungsanlagen sowie Anzahl der Radionuklidbestimmungen für alle untersuchten Wässer (Roh- und Reinwasser)

Bundesland	Anzahl der				Anzahl der ermittelten Aktivitätskonzentrationen für							
	Kreise	Gem.	WVA	Proben	Ra-226	Ra-228	U-234 ⁹⁾	U-238	Pb-210	Po-210	Rn-222	G-Alpha
Baden-Württemberg	27 / 44	69	76 / 2535	125	121	121	44	121	121	121	103	119
Bayern	50 / 96	78	87 / 2700	153	153	153	95	153	153	153	127	153
Berlin	1 / 1	1	8 / 8	17	17	17	9	17	17	17	13	15
Brandenburg	7 / 18	16	19 / 550	40	34	34	2	34	34	34	39	23
Bremen	2 / 2	2	2 / 3	4	4	4	1	4	4	4	4	4
Hamburg	1 / 1	1	4 / 19	8	8	8	0	8	8	8	8	8
Hessen	24 / 26	51	54 / 2250	109	109	109	24	109	109	109	109	109
Mecklenburg-Vorpommern	3 / 18	18	20 / 610	39	39	39	9	39	39	39	39	34
Niedersachsen	26 / 46	37	39 / 880	79	75	75	50	75	75	75	69	60
Nordrhein-Westfalen	26 / 54	38	42 / 890	77	71	71	17	71	71	71	73	71
Rheinland-Pfalz	23 / 36	42	42 / 1400	91	91	91	38	91	91	91	91	91
Saarland	4 / 6	5	5 / 92	9	9	9	3	9	9	9	9	9
Sachsen	15 / 29	54	78 / 700	133	133	132	34	133	133	133	125	109
Sachsen-Anhalt	16 / 24	31	33 / 530	74	72	72	29	72	72	72	10	68
Schleswig-Holstein	13 / 15	20	20 / 522	40	40	40	0	40	40	40	40	40
Thüringen	13 / 23	30	35 / 850	53	53	53	39	53	53	53	53	43
Deutschland	251 / 439	493	564 / 14539	1051	1029	1028	394	1029	1029	1029	912	956

1) Die Anzahl der ermittelten U-235-Aktivitätskonzentrationen entspricht den hier angegebenen Werten

44 **Tabelle A2: Herkunft der untersuchten Proben aus Landkreisen, Gemeinden und Wasserversorgungsanlagen sowie Anzahl der Radionuklidbestimmungen für Trinkwasser**

Bundesland	Anzahl der				Anzahl der ermittelten Aktivitätskonzentrationen für							
	Kreise	Gem.	WVA	Proben	Ra-226	Ra-228	U-234 ⁹⁾	U-238	Pb-210	Po-210	Rn-222	G-Alpha
Baden-Württemberg	27 / 44	66	73 / 2535	78	76	76	29	76	76	76	70	75
Bayern	50 / 96	77	86 / 2700	88	88	88	57	88	88	88	75	88
Berlin	1 / 1	1	8 / 8	8	8	8	4	8	8	8	6	6
Brandenburg	7 / 18	16	19 / 550	19	19	19	1	19	19	19	19	11
Bremen	2 / 2	2	2 / 3	2	2	2	0	2	2	2	2	2
Hamburg	1 / 1	1	4 / 19	4	4	4	0	4	4	4	4	4
Hessen	24 / 26	51	54 / 2250	55	55	55	12	55	55	55	55	55
Mecklenburg-Vorpommern	3 / 18	17	19 / 610	19	19	19	4	19	19	19	19	15
Niedersachsen	26 / 46	37	39 / 880	51	49	49	32	49	49	49	41	36
Nordrhein-Westfalen	26 / 54	37	39 / 890	40	37	37	7	37	37	37	38	37
Rheinland-Pfalz	23 / 36	42	42 / 1400	42	42	42	16	42	42	42	42	42
Saarland	4 / 6	5	5 / 92	5	5	5	2	5	5	5	5	5
Sachsen	15 / 29	53	76 / 700	76	76	75	22	76	76	76	72	62
Sachsen-Anhalt	16 / 24	31	33 / 530	38	37	37	15	37	37	37	5	35
Schleswig-Holstein	13 / 15	20	20 / 522	20	20	20	0	20	20	20	20	20
Thüringen	13 / 23	29	34 / 850	37	37	37	28	37	37	37	37	32
Deutschland	251 / 439	485	553 / 14539	582	574	573	229	574	574	574	510	525

1) Die Anzahl der ermittelten U-235-Aktivitätskonzentrationen entspricht den hier angegebenen Werten

Tabelle A3: Aktivitätskonzentrationen als Minimal-, Maximal- und Medianwerte für Ra-226, Ra-228, U-234, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und die Gesamt-Alpha-Aktivität der untersuchten Trinkwässer aus den einzelnen Bundesländern

Bundesland	Aktivitätskonzentrationen in mBq/l (<i>Radon-222 in Bq/l</i>)																						
	Radium-226			Radium-228			Uran-234		Uran-238			Blei-210			Polonium-210			Radon-222			Gesamt-Alpha		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
Baden-Württemberg	<0,83	61	4,3	0,67	35	3,3	<2,2	130	<0,74	120	7,7	0,88	140	2,7	<0,32	140	1,3	<1,3	180	7,7	<19	300	34
Bayern	<0,97	300	10	<1,4	120	8,5	<2,2	460	<0,74	320	14	<1,6	97	2,2	<0,34	18	1,8	<1,5	1800	9,4	<17	970	66
Berlin	3,0	9,3	4,5	<2,1	19	4,6	<2,2	9,2	<0,74	7,4	2,6	<0,60	4,7	1,6	0,61	4,4	1,5	1,4	6,4	4,2	13	26	<21
Brandenburg	1,3	8,4	4,6	<1,7	21	4,7	<2,2	21	<0,74	15	<0,74	<0,62	7,5	<1,7	0,54	21	2,6	1,4	15	4,4	<23	33	<23
Bremen	2,1	5,5	3,8	0,94	3,6	2,3			<0,87	3,8	2,3	<1,6	1,7	<1,7	<0,34	0,52	0,43	<2,3	3,8	3,0	<21	21	<21
Hamburg	1,7	7,8	3,5	<0,81	5,6	3,0			<1,2	1,2	<1,2	<1,6	15	1,8	0,45	6,4	1,1	1,9	3,4	2,5	<19	48	<22
Hessen	<0,76	110	3,8	<0,65	75	3,1	<2,2	170	<0,74	120	1,5	<1,7	19	<2,0	<0,36	20	0,84	<1,4	60	7,7	<17	410	<19
Mecklenburg-Vorpommern	1,4	16	6,2	<2,1	13	7,8	<2,2	44	<0,74	38	1,2	<0,75	5,1	<1,8	<0,39	1,4	0,75	2,2	17	5,6	16	77	<21
Niedersachsen	0,82	17	3,8	<0,65	20	<3,9	<2,2	200	<0,74	100	1,7	<0,63	16	2,5	0,32	9,7	1,1	<1,4	55	5,1	<14	260	<25
Nordrhein-Westfalen	<0,82	29	2,1	<0,66	11	2,2	<2,2	88	<0,74	49	4,9	1,6	16	<1,8	<0,40	7,8	1,6	<1,3	58	3,3	<17	160	<22
Rheinland-Pfalz	<0,86	62	6,8	<0,70	92	4,6	<2,2	340	<0,74	210	2,0	<1,6	26	1,8	<0,35	21	0,74	<1,7	180	9,9	<17	600	22
Saarland	2,4	18	6,2	3,0	13	6,6	<3,7	41	<1,2	23	<1,2	<1,7	14	2,5	<0,36	2,1	0,84	2,2	44	7,8	<19	81	23
Sachsen	<1,2	57	11	<1,6	65	6,4	<2,2	580	<0,74	320	1,2	0,86	120	9,2	<0,50	55	2,7	<1,4	780	42	<14	940	30
Sachsen-Anhalt	1,2	86	6,8	<0,80	66	8,4	<2,2	310	<0,74	170	<1,5	<0,61	19	2,7	0,24	180	2,5	<1,5	27	6,7	<16	470	<21
Schleswig-Holstein	1,0	8,9	3,4	<0,79	9,5	4,2			<0,87	5,5	<0,99	<1,7	5,2	<1,7	<0,39	3,2	0,58	<1,4	8,1	2,5	<20	22	<21
Thüringen	<0,83	350	13	<2,8	19	7,4	<2,2	370	<0,74	190	58	<0,59	250	4,7	<0,15	32	1,6	<1,5	250	21	23	740	250
Deutschland	<0,76	350	5,6	<0,65	120	4,6	<2,2	580	<0,74	320	3,2	<0,59	250	2,3	<0,15	180	1,4	<1,3	1800	7,3	13	970	28

Tabelle A4: Aktivitätskonzentrationen als Minimal-, Maximal- und Medianwerte für Ra-226, Ra-228, U-234, U-238, Pb-210, Po-210, Rn-222 und die Gesamt-Alpha-Aktivität der untersuchten Rohwässer aus den einzelnen Bundesländern

Bundesland	Aktivitätskonzentrationen in mBq/l (<i>Radon-222 in Bq/l</i>)																						
	Radium-226			Radium-228			Uran-234		Uran-238			Blei-210			Polonium-210			Radon-222			Gesamt-Alpha		
	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med	Min	Max	Med
Baden-Württemberg	<0,83	38	4,7	<0,71	26	3,5	<2,2	130	<0,74	120	7,9	<1,7	38	3,5	<0,37	18	1,7	<1,3	410	15	<19	300	35
Bayern	<0,95	300	9,6	<1,6	210	9,0	<2,2	490	<0,74	330	15	<1,7	160	3,2	<0,37	35	2,2	<1,5	1500	16	<17	990	70
Berlin	9,4	25	13	9,4	42	16	<2,2	8,2	<0,74	7,7	2,5	<0,60	3,0	<1,7	0,54	27	2,2	1,8	7,1	5,0	18	47	<22
Brandenburg	2,9	19	8,5	3,3	32	8,7	<2,2	22	<0,74	16	<0,74	<0,66	2,6	<1,8	0,46	18	3,4	1,9	7,4	4,2	<20	61	<23
Bremen	4,0	10	7,1	3,8	9,3	6,5	<2,6	14	<0,87	13	7,1	<1,7	1,8	<1,8	0,39	0,93	0,66	3,1	5,4	4,2	<21	36	28
Hamburg	3,4	16	8,9	4,1	25	12			<1,2	1,2	<1,2	<1,7	3,8	2,2	0,54	2,1	1,4	4,8	7,7	5,2	<22	47	<25
Hessen	<0,83	160	4,7	<0,65	110	3,6	<2,2	140	<0,74	81	1,3	<1,6	20	2,3	<0,37	5,6	0,80	4,5	330	26	<17	340	<20
Mecklenburg-Vorpommern	3,3	26	11	4,5	41	16	<2,2	48	<0,74	44	1,4	<0,85	4,5	<1,8	<0,22	19	0,93	2,3	24	5,1	<17	120	28
Niedersachsen	0,82	24	5,6	0,97	26	7,5	<2,2	200	<0,74	76	3,9	<0,89	16	3,4	<0,23	9,4	1,0	<1,4	55	8,2	<16	260	31
Nordrhein-Westfalen	<0,82	53	3,6	<0,73	21	3,5	<2,2	120	<0,74	64	3,6	<1,7	16	2,1	<0,40	12	1,8	1,4	62	6,8	<19	180	22
Rheinland-Pfalz	0,58	120	9,0	<0,71	130	8,5	<2,2	840	<0,74	620	5,0	<1,7	35	4,0	<0,37	44	1,8	<2,0	410	31	<16	1300	42
Saarland	3,4	17	14	4,7	14	11	<3,7	41	<1,2	22	<1,2	5,6	14	7,6	0,77	3,5	1,4	13	44	19	27	91	47
Sachsen	1,7	61	13	<1,9	53	7,8	<2,2	580	<0,74	320	1,2	1,0	270	12	0,61	73	4,2	1,5	790	63	<11	940	39
Sachsen-Anhalt	<0,94	140	12	<2,2	97	13	<2,2	220	<0,74	200	<1,5	<0,60	18	2,6	0,31	630	1,9	<1,5	52	9,6	<16	610	36
Schleswig-Holstein	3,3	17	7,8	2,3	24	8,8			<0,87	9,3	<0,99	<1,7	2,6	<1,8	<0,38	3,8	1,1	1,5	10	5,1	<20	37	21
Thüringen	<0,83	380	10	<3,0	26	7,6	<2,2	360	<0,74	200	59	1,1	31	4,7	0,26	14	2,7	<1,5	160	26	45	780	300
Deutschland	0,58	380	7,8	<0,65	210	7,2	<2,2	840	<0,74	620	3,7	<0,60	270	3,0	<0,22	630	1,8	<1,3	1500	14	<11	1300	33

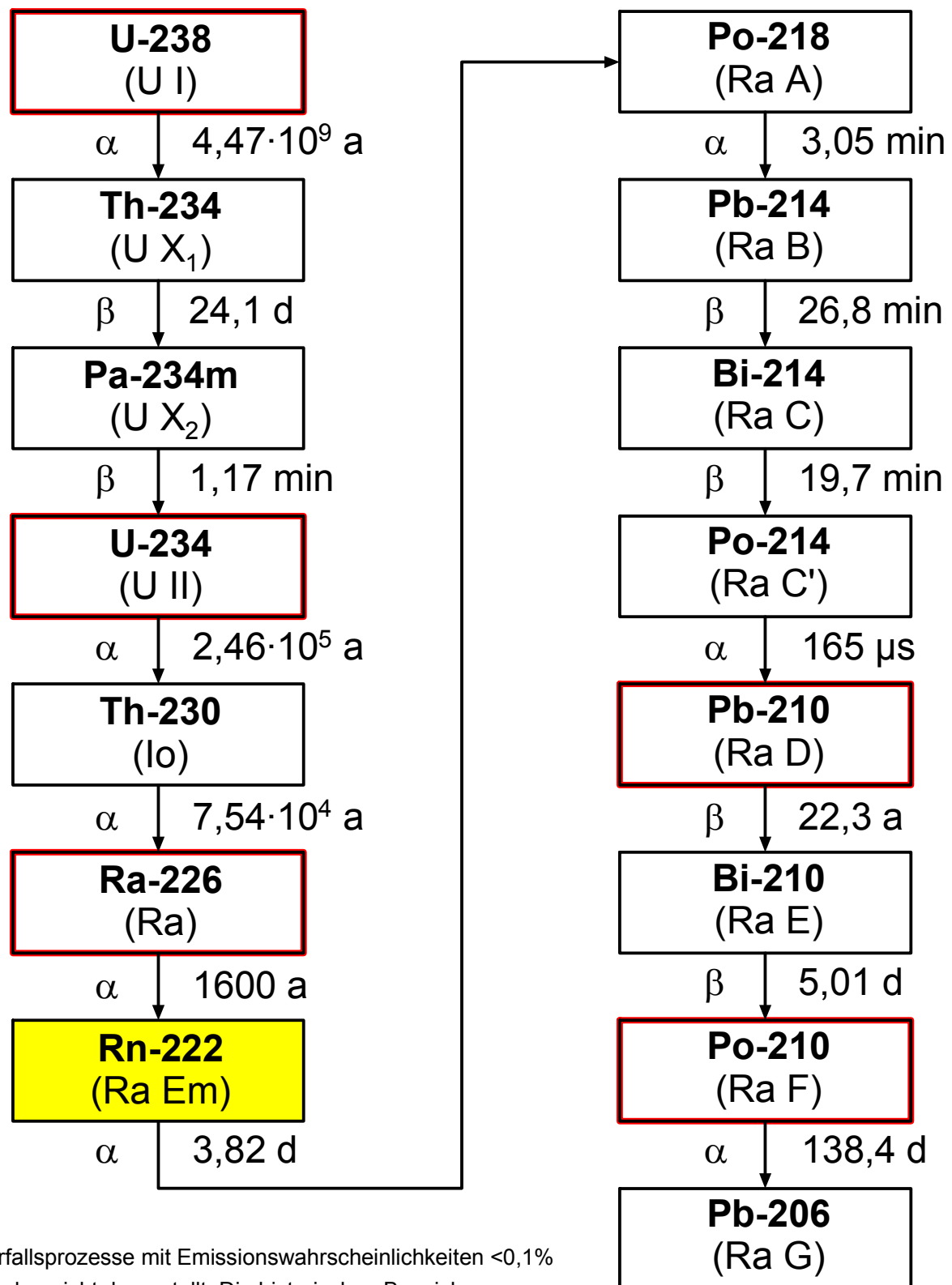
Tabelle A5: Median- und Maximalwerte der Aktivitätskonzentrationen für Rohwasser in Abhängigkeit der Wasserherkunft und der Gesteinsart der wasserführenden Grundwasserschicht

	Proben- zahl	Aktivitätskonzentrationen in mBq/l (<i>Radon-222 in Bq/l</i>)													
		Radium-226		Radium-228		Uran-238		Blei-210		Polonium-210		Radon-222		Gesamt-Alpha	
		Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max	Med	Max
Herkunft des Wassers															
Grundwasser	355	8,4	380	7,8	210	5,4	620	2,7	82	1,6	630	15	570	35	1300
Oberflächenwasser	57	4,3	32	4,2	42	1,3	39	2,2	29	1,6	19	4,1	62	<22	110
Stollenwasser	20	9,3	140	5,2	97	4,9	200	5,0	73	1,8	12	21	380	43	600
Keine Angaben	133	7,7	300	7,3	130	2,5	330	4,3	270	2,1	73	22	1500	36	990
Art des Gesteins															
Basalt	12	1,0	2,8	<0,81	5,4	<0,74	5,7	1,9	20	0,99	5,6	25	180	<18	26
Gneis	5	2,2	7,0	4,3	7,8	<0,74	15	7,8	29	1,8	8,3	6,5	190	<18	50
Granit	15	12	98	11	29	1,2	53	9,5	70	2,0	19	20	540	31	230
Kalkstein	28	5,9	160	5,4	110	6,0	210	3,2	23	1,3	18	14	83	39	570
Sand	167	7,1	36	6,7	46	3,6	120	2,1	18	1,3	19	7,4	82	28	300
Schiefer	17	2,6	27	3,7	26	1,1	97	2,1	19	1,8	9,4	6,2	120	20	330
Sandstein	117	12	380	9,3	210	17	590	3,6	31	2,9	630	24	330	89	1300
Sonstiges Gestein	204	8,0	300	7,5	130	2,5	620	4,1	270	2,0	410	22	1500	37	1200
Alle Wässer	565	7,8	380	7,2	210	3,7	620	3,0	270	1,8	630	14	1500	33	1300

ANHANG B: ABBILDUNGEN

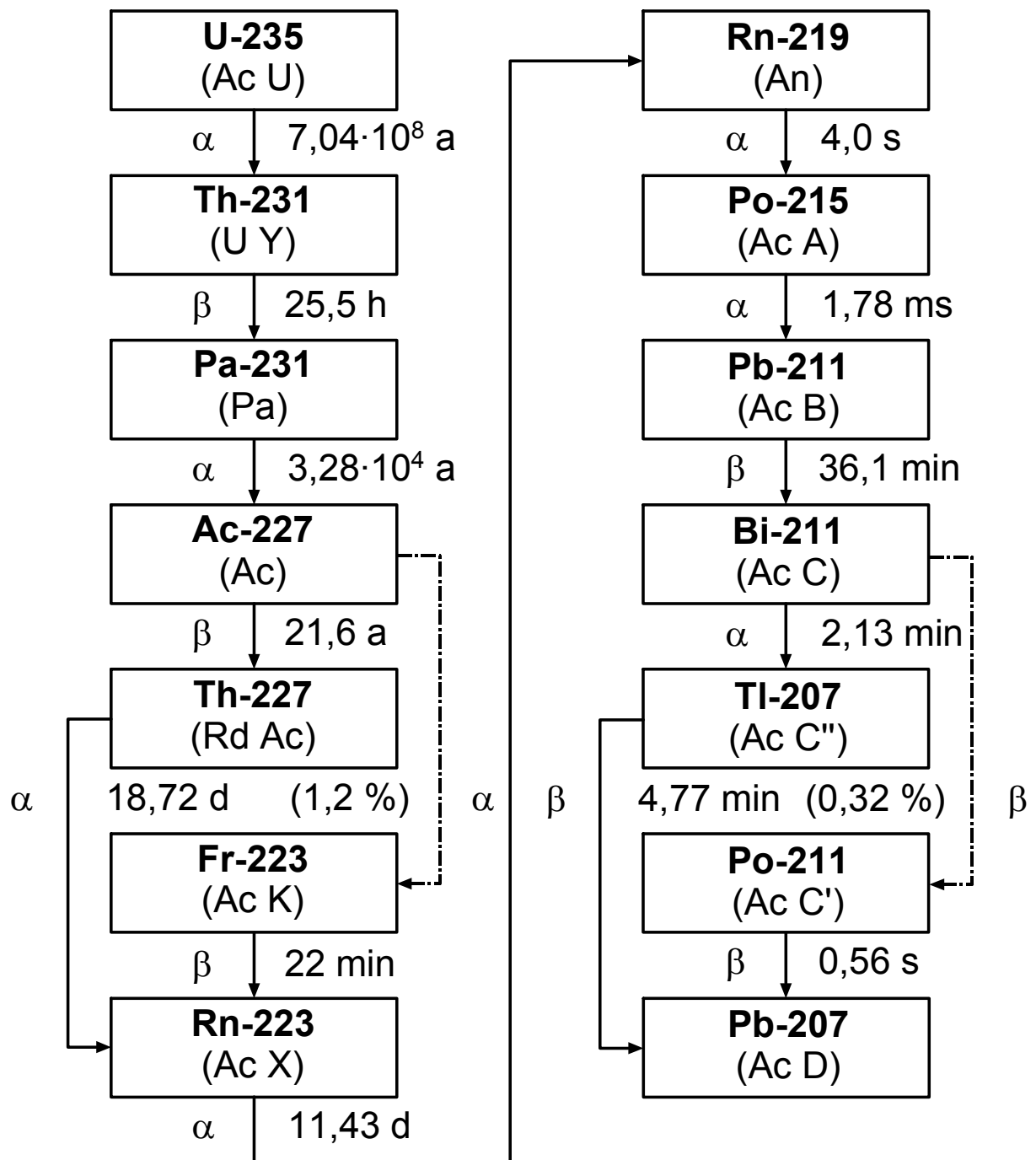
Abbildung B1:	Zerfallsreihe des Uran-238	51
Abbildung B2:	Zerfallsreihe des Uran-235	52
Abbildung B3:	Zerfallsreihe des Thorium-232	53
Abbildung B4:	Häufigkeitsverteilungen der Aktivitätskonzentrationen von Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, Rn-222 und U-238 im Trinkwasser	54
Abbildung B5:	Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der Ra-226- bzw. Ra-228-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser	55
Abbildung B6:	Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der U-238- bzw. Rn-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser	56
Abbildung B7:	Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der Pb-210- bzw. Po-210-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser	57
Abbildung B8:	Rang-Korrelationen nach Spearman für U-238/Ra-226, U-238/Rn-222, Ra-226/Pb-210 und Rn-222/Pb-210	58
Abbildung B8:	Rang-Korrelationen nach Spearman für Pb-210/Po-210, Ra-226/Ra-226, U-238/U-234 und Rn-222/Po-210	59
Abbildung B9:	Begleitbogen zur Probenahme von Roh- und Trinkwässern	60

Abbildung B1: Zerfallsreihe des Uran-238



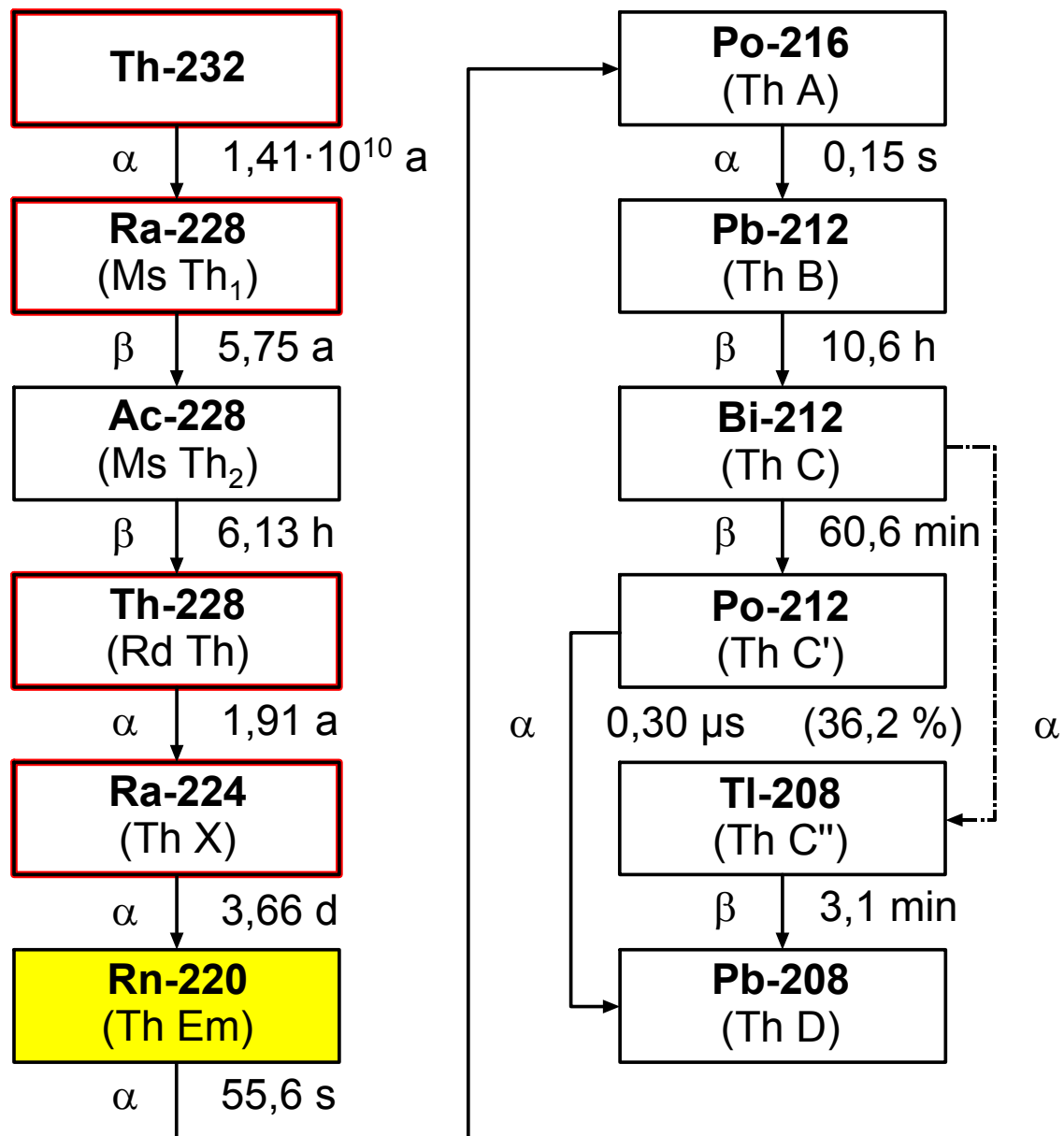
Zerfallsprozesse mit Emissionswahrscheinlichkeiten <0,1% wurden nicht dargestellt. Die historischen Bezeichnungen der einzelnen Isotope sind in Klammern angegeben.

Abbildung B2: Zerfallsreihe des Uran-235



Zerfallsprozesse mit Emissionswahrscheinlichkeiten $< 0,1\%$ wurden nicht dargestellt. Die historischen Bezeichnungen der einzelnen Isotope sind in Klammern angegeben.

Abbildung B3: Zerfallsreihe des Thorium-232



Zerfallsprozesse mit Emissionswahrscheinlichkeiten $< 0,1\%$ wurden nicht dargestellt.
Die historischen Bezeichnungen der einzelnen Isotope sind in Klammern angegeben.

Abbildung B4: Häufigkeitsverteilungen der Aktivitätskonzentrationen von Ra-226, Ra-228, Pb-210, Po-210, Rn-222 und U-238 im Trinkwasser

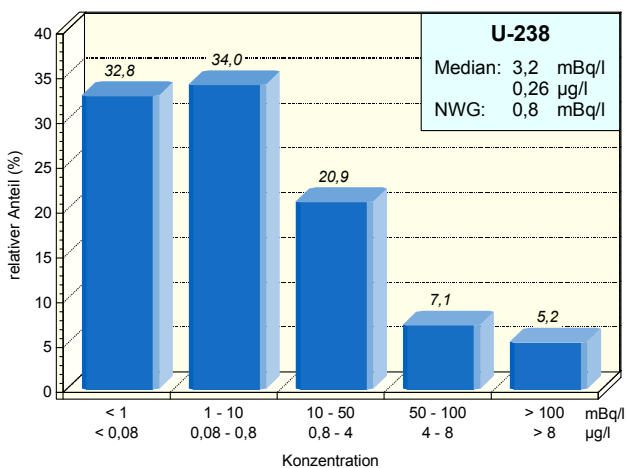
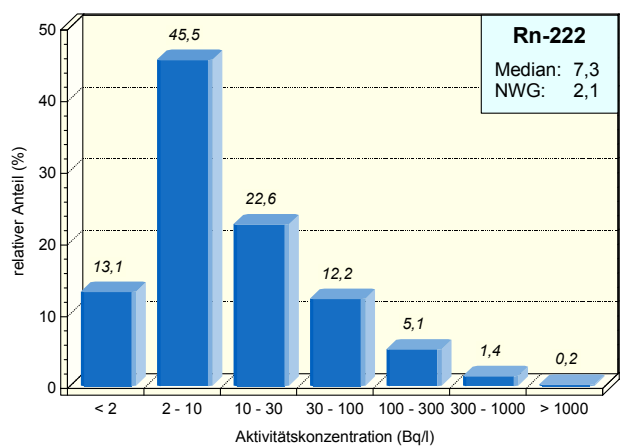
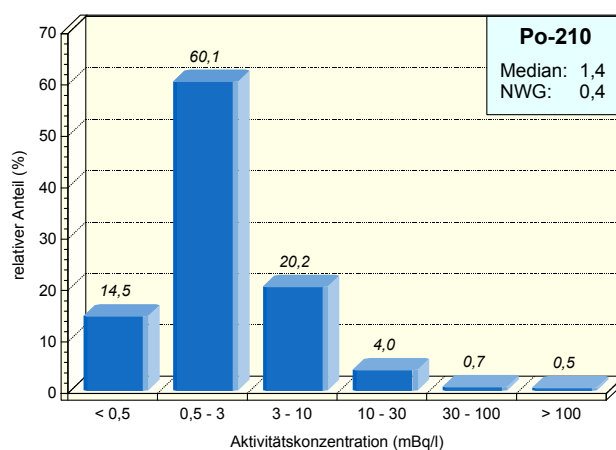
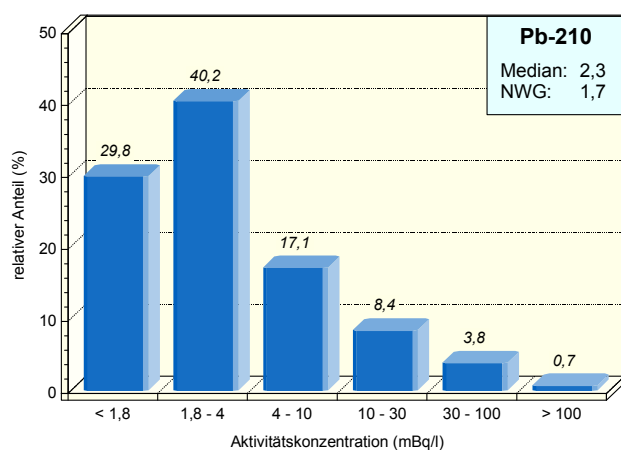
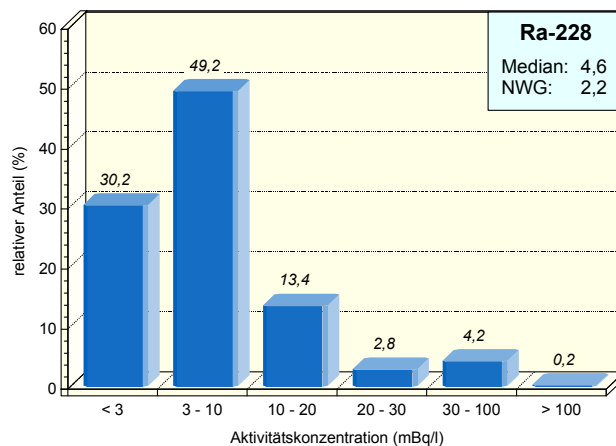
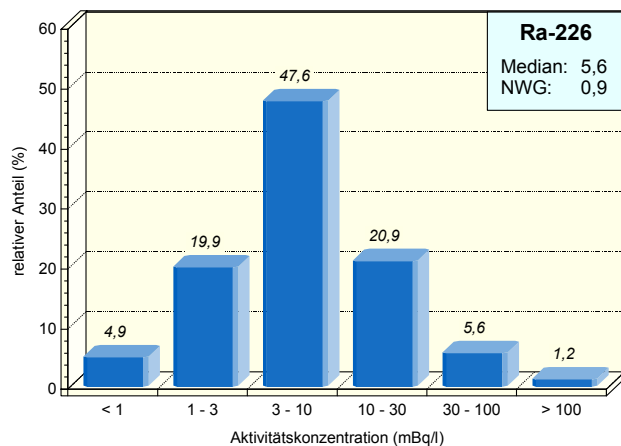


Abbildung B5: Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der Ra-226- bzw. Ra-228-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser

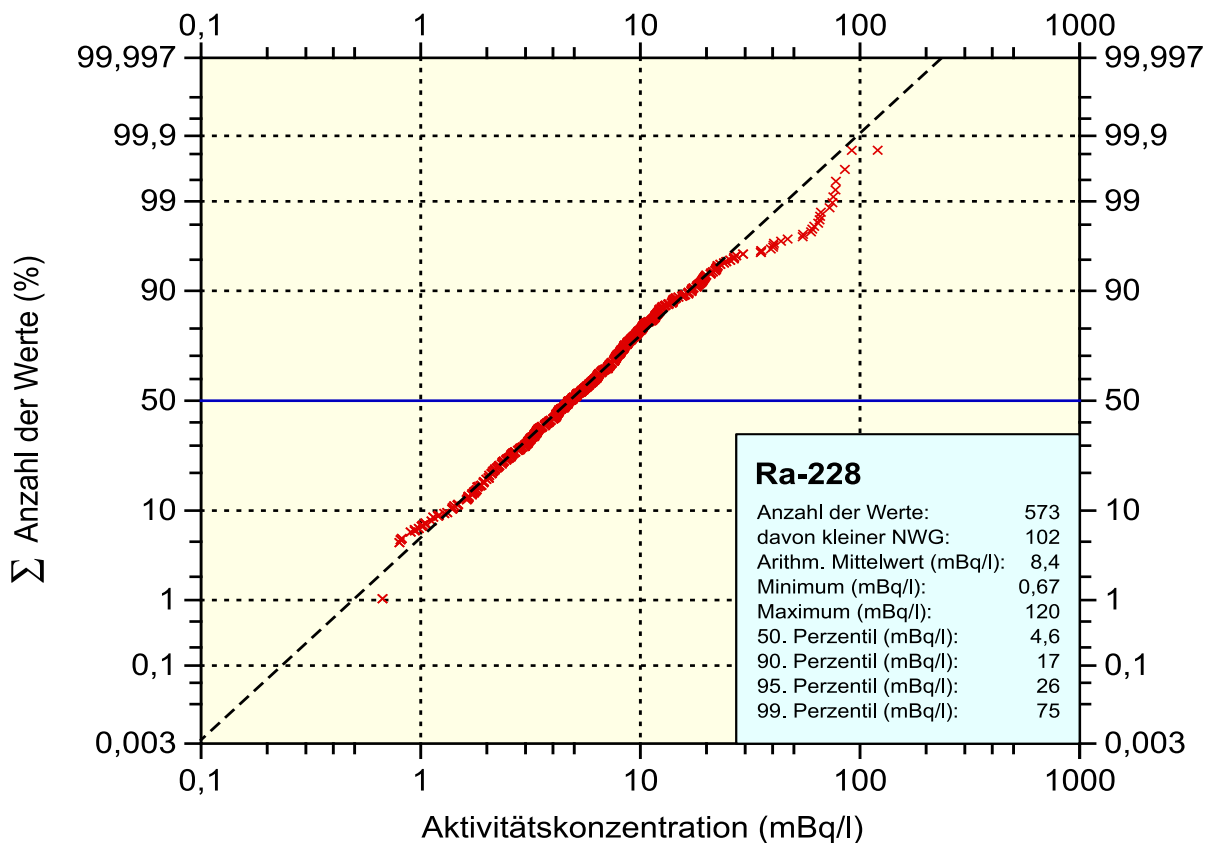
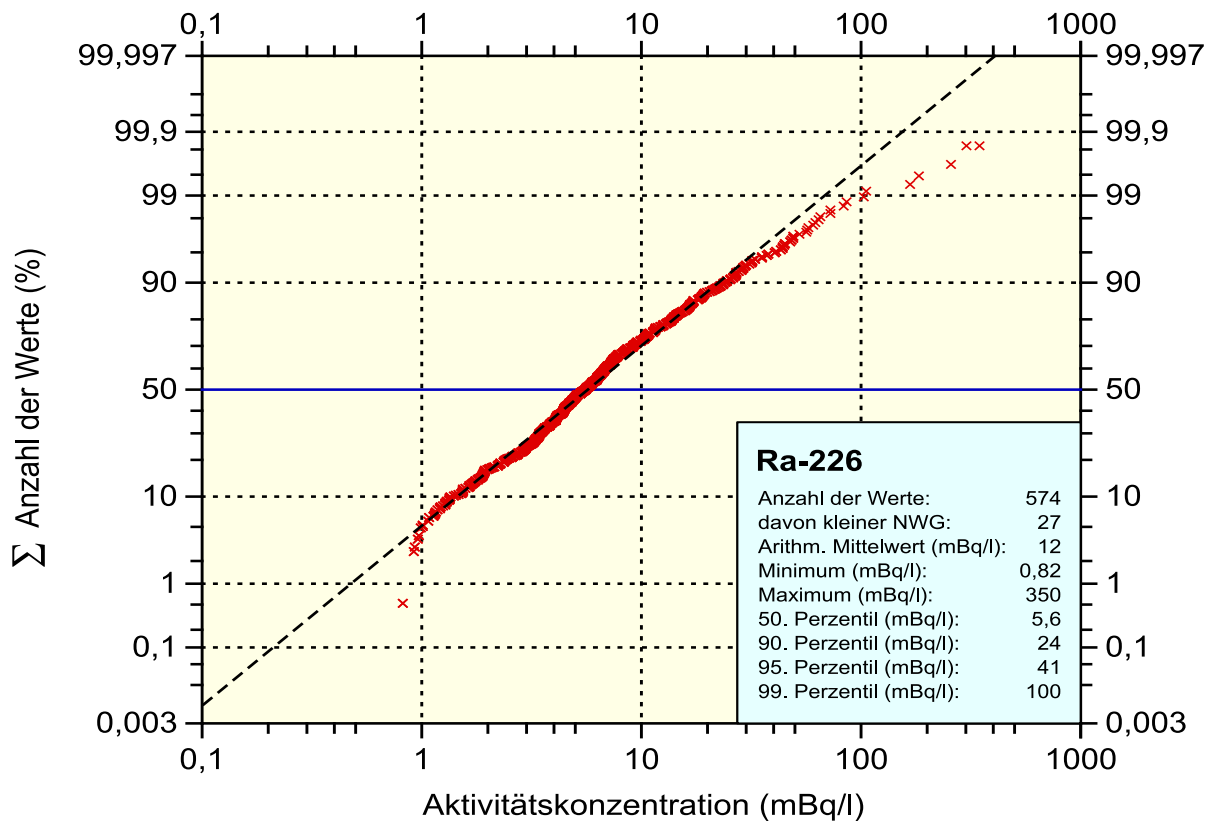


Abbildung B6: Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der U-238- bzw. Rn-222-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser

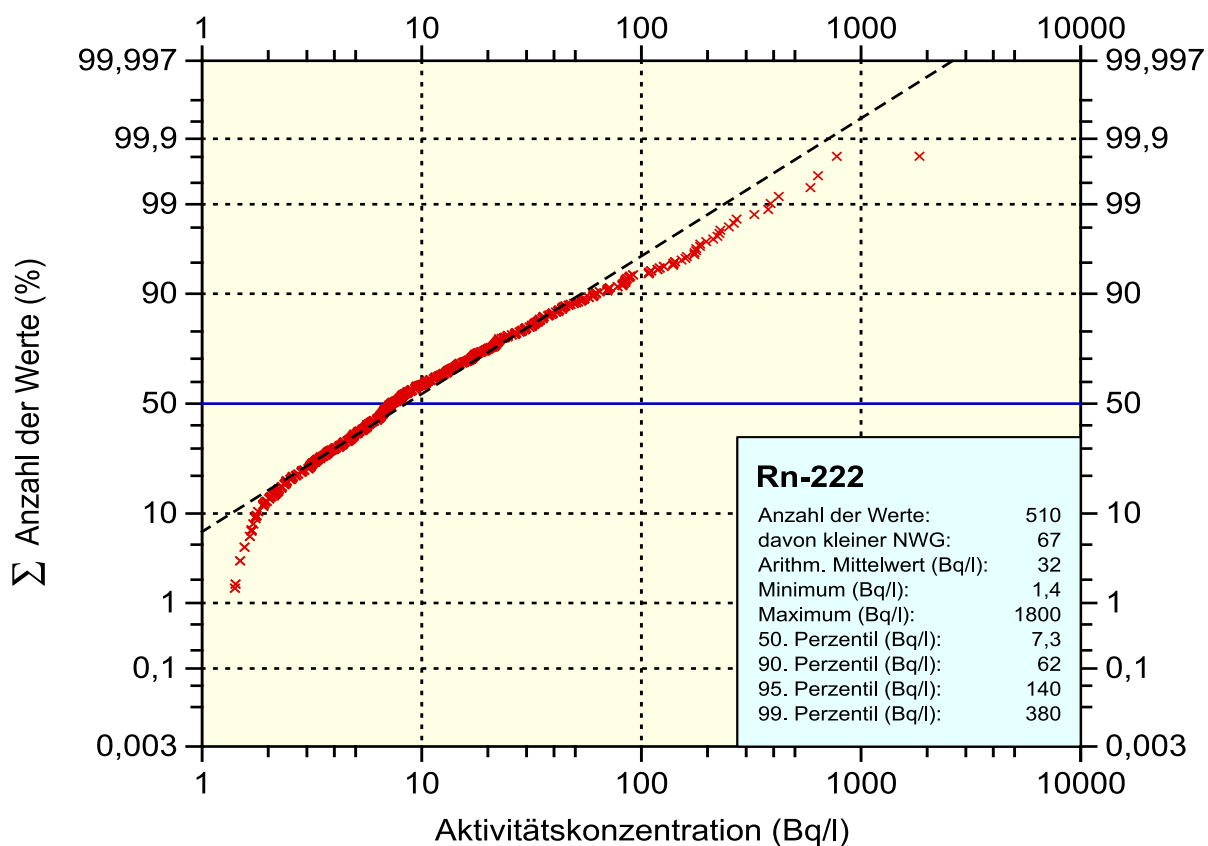
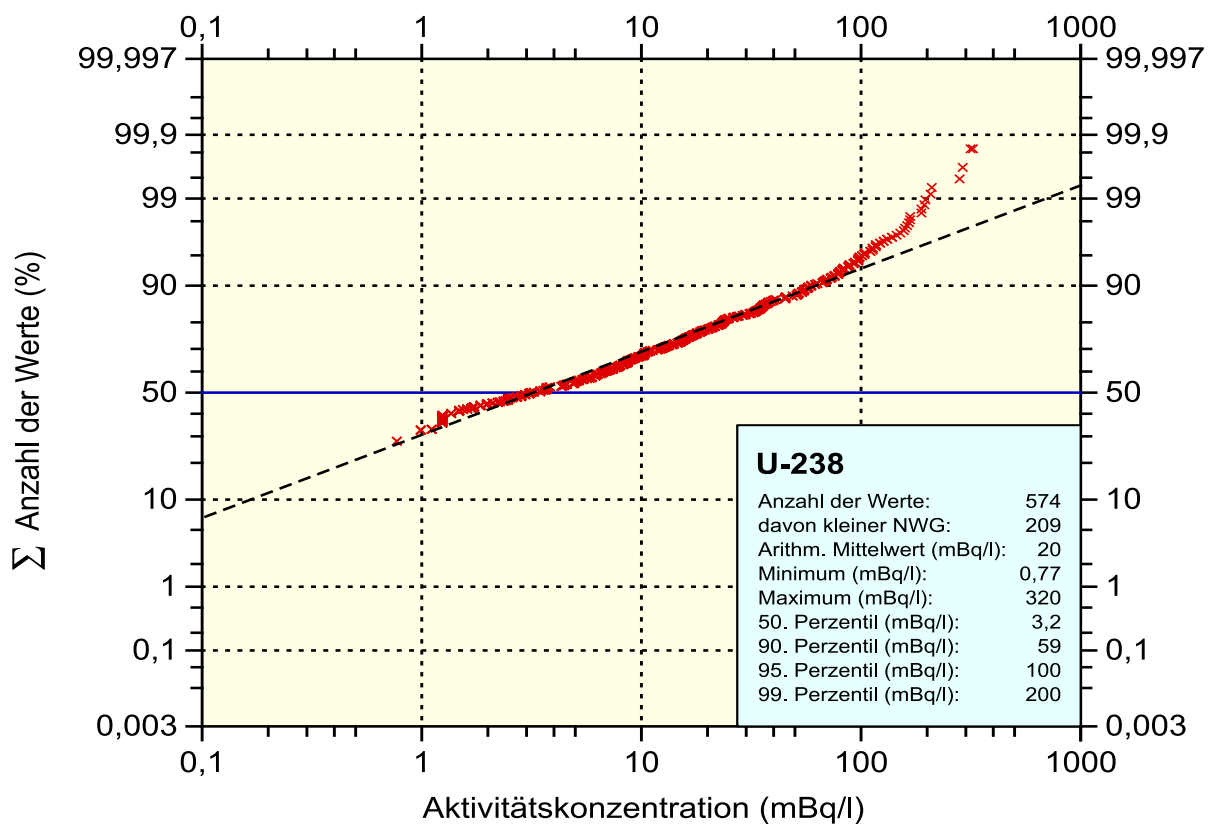
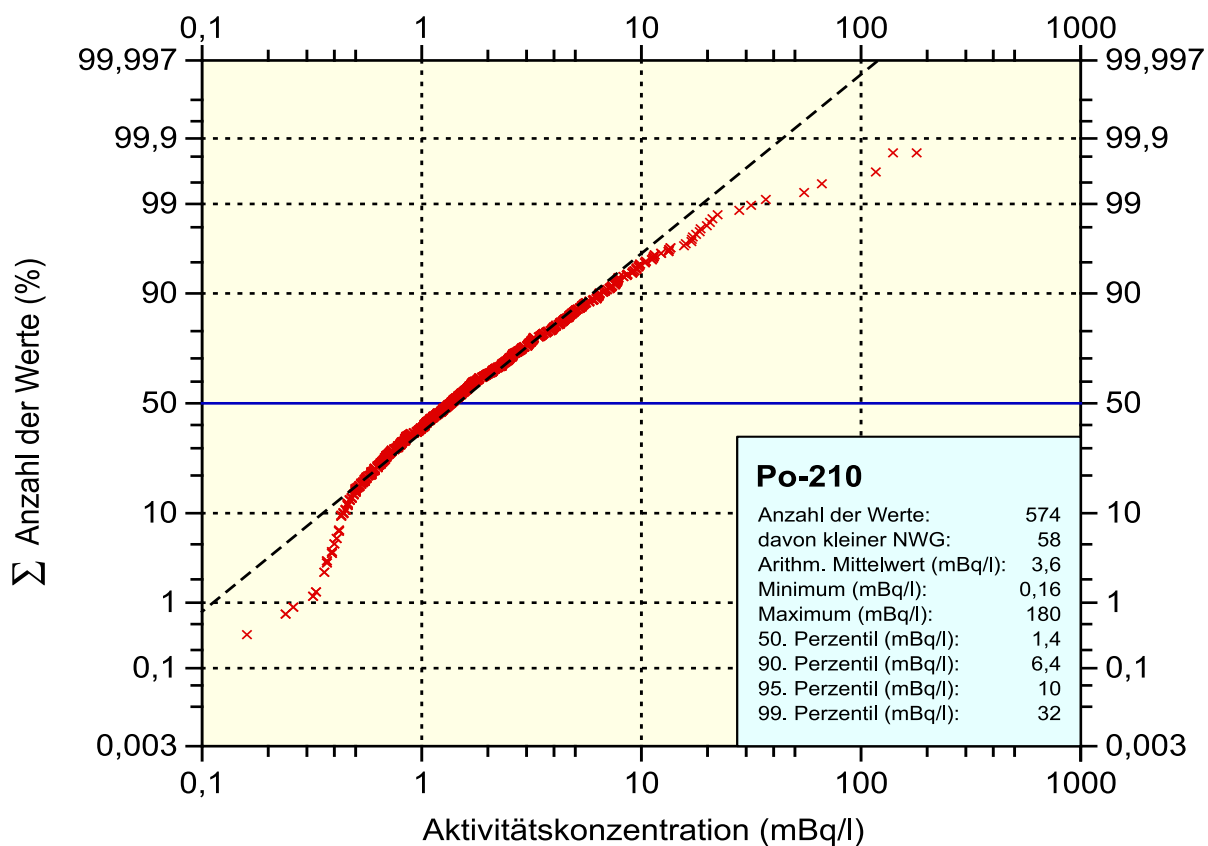
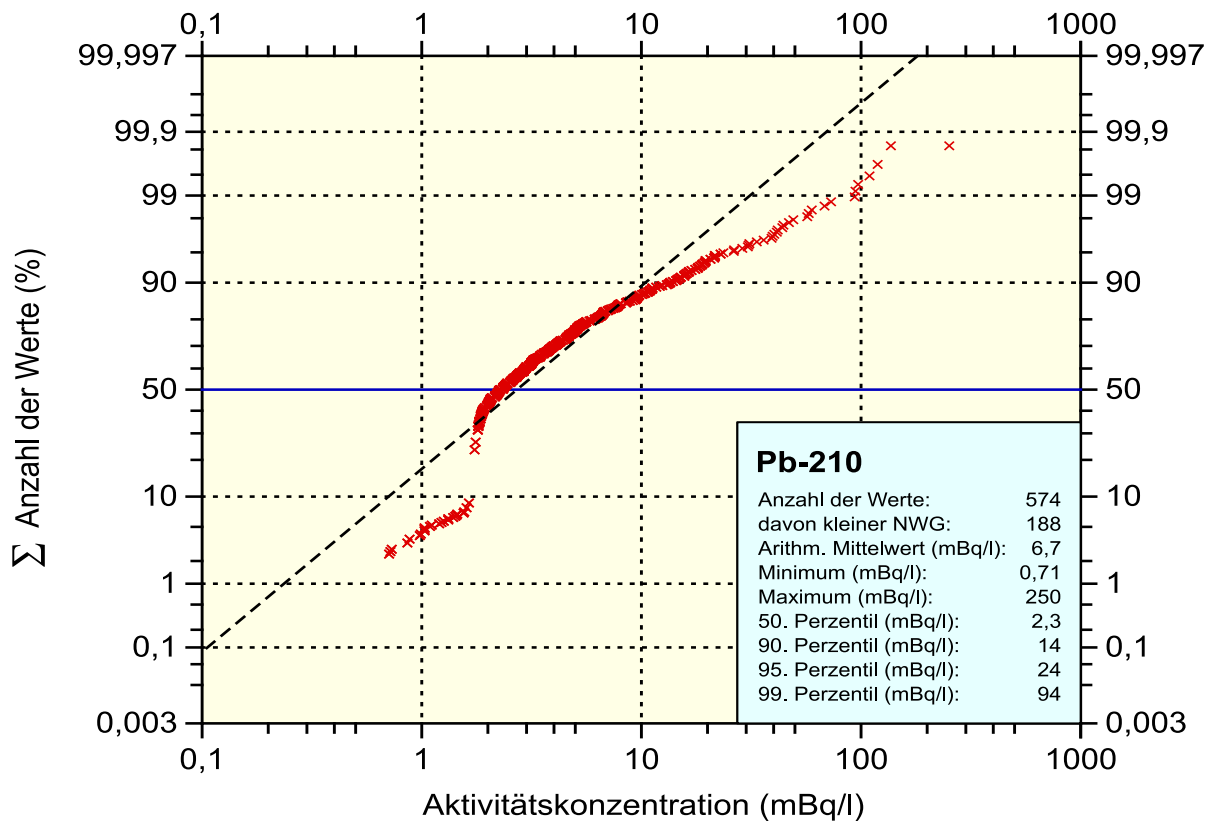


Abbildung B7: Logarithmische Summenhäufigkeitsverteilung im Wahrscheinlichkeitsnetz der Pb-210- bzw. Po-210-Aktivitätskonzentration im Trinkwasser



85 Abbildung B8: Rang-Korrelationen nach Spearman für U-238/Ra-226, U-238/Rn-222, Ra-226/Pb-210 und Rn-222/Pb-210

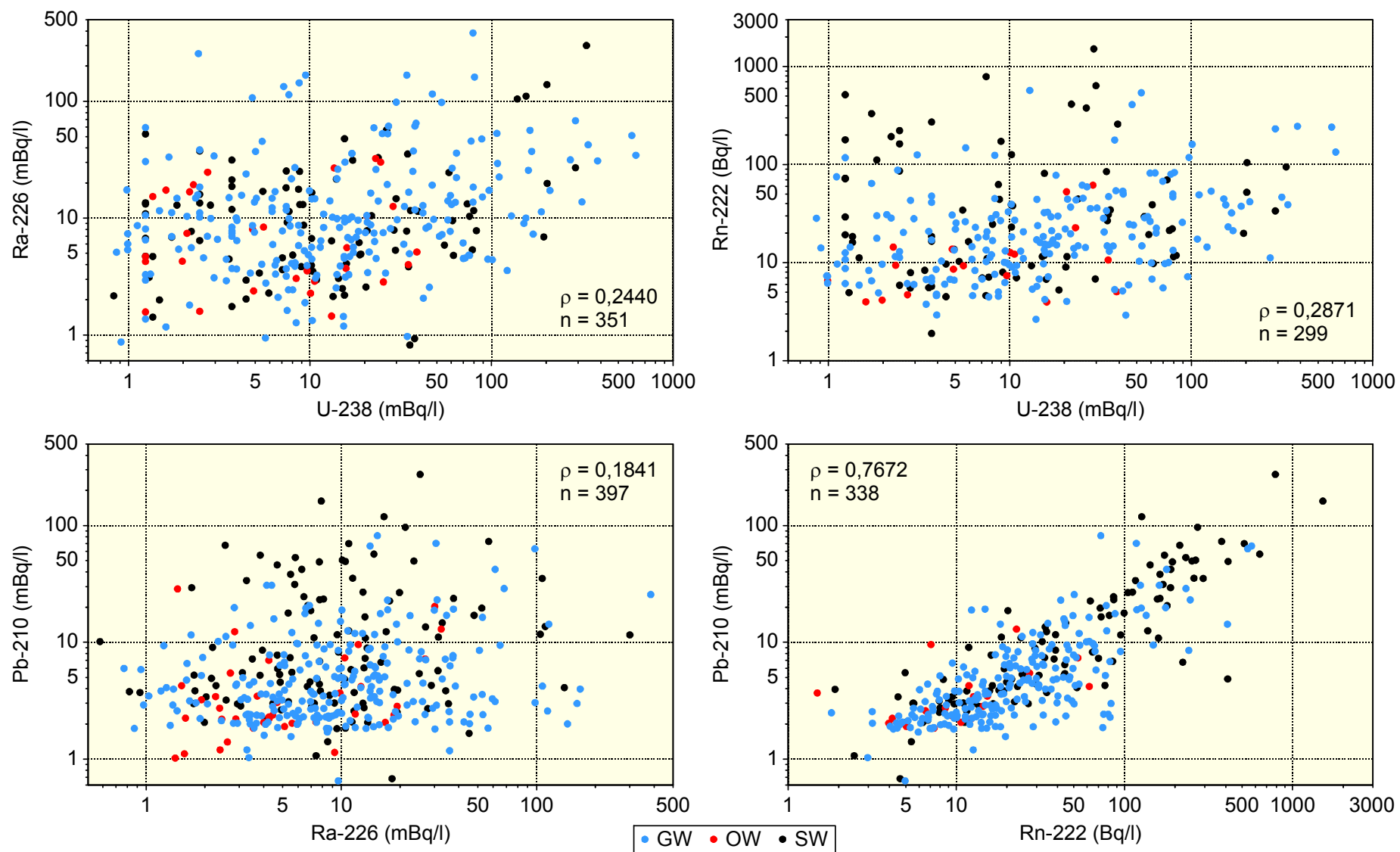


Abbildung B8: Rang-Korrelationen nach Spearman für Pb-210/Po-210, Ra-226/Ra-226, U-238/U-234 und Rn-222/Po-210

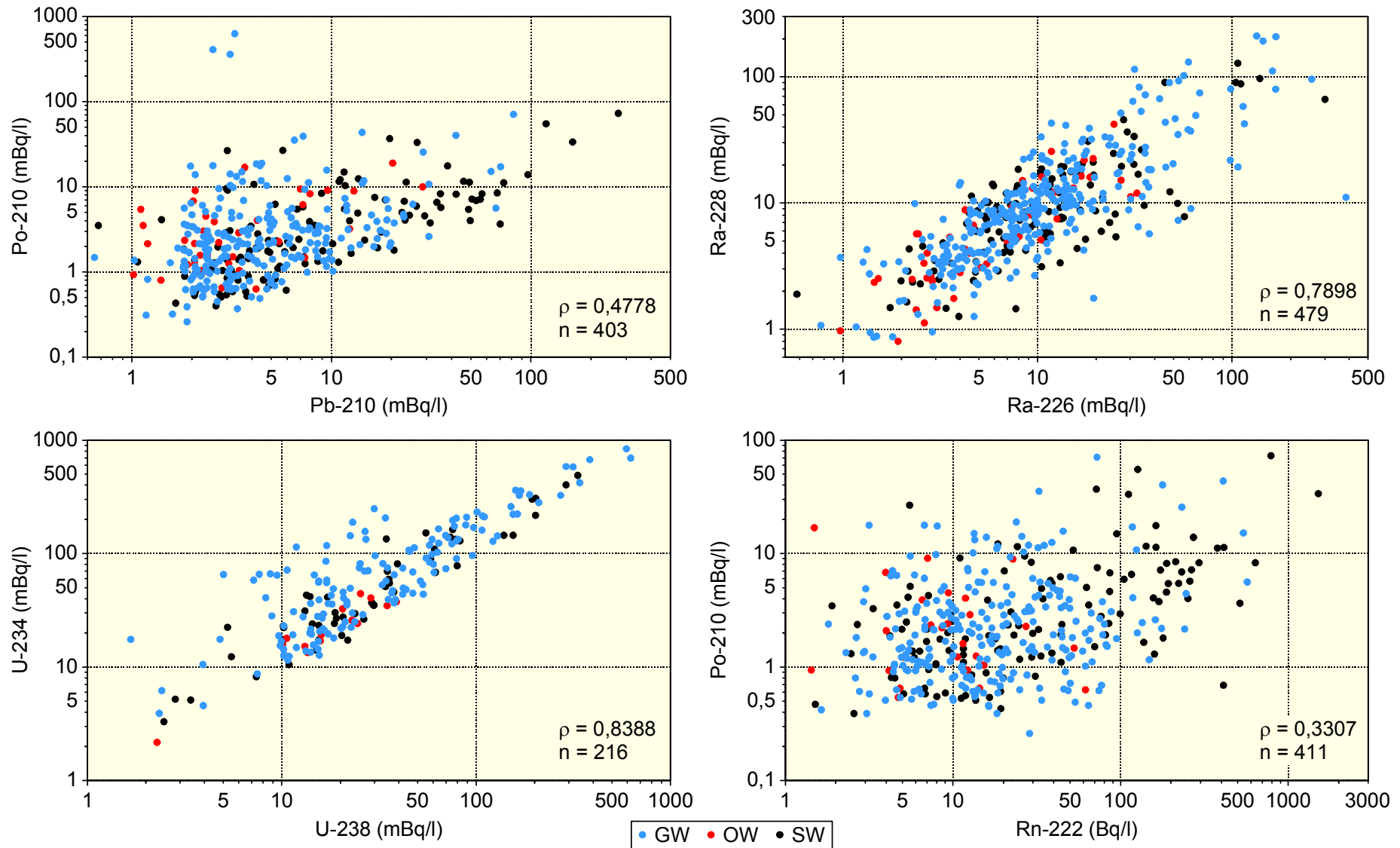


Abbildung B9: Begleitbogen zur Probenahme von Roh- und Trinkwässern

Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Fachgebiet SW 1.5 Köpenicker Allee 120 -130, 10318 Berlin Telefon: 01888 333-4310 und -4312, Fax: -4315		Probenbegleitbogen Teil II (Wasser)Seite 2		Probenbegleitbogen Teil II (Wasser)Seite 3	
Zusätzliche Angaben zur Herkunft des Wassers (bitte ankreuzen):		Zusätzliche Angaben zur Herkunft des Wassers (bitte ankreuzen):		Zusätzliche Angaben zur Herkunft des Wassers (bitte ankreuzen):	
Probenbegleitbogen Teil I (Anlagendaten)Seite 1 - Bitte füllen Sie den Begleitbogen aus (Teil I und Teil II), insbesondere Datum und Uhrzeit der Probenahme - Für jedes genutzte (und beprobte) Wasservorkommen ist jeweils eine eigene Seite auszufüllen (Teil II: Seite 2, Seite 3 usw.) - Markieren Sie die Probenentnahmestelle auf der beiliegenden Landkarte* (Ausschnitt) - Bitte Probenbegleitbogen und Landkarte* an das BFS zurückschicken (ggf. gesondert) Name/Bezeichnung der Wasserversorgungsanlage/ des Wasserwerkes/ der Einzelwasserversorgung Gemeinde/Ortsteil Anschrift (ggf. Stempel) Betreiber/Eigentümer (ggf. Stempel) Anschrift (ggf. Stempel) Ansprechpartner Telefon mittlere Förderleistung..... m³/d Anzahl der versorgten Personenca. Datum und Uhrzeit der Probenahme Probennehmer/Institution Kennzeichnung der Proben: Die beiliegenden Aufkleber sind mit Namen des Wasserwerkes bzw. der Einzelwasserver-sorgung sowie der Angabe "Reinwasser" oder "Rohwasser" und ggf. dem Namen / der Be-zeichnung des genutzten Wasservorkommens zu versehen und auf die Flaschen zu kleben. b.w. *) nur in bestimmten Fällen beigelegt		Nicht aufbereitetes Wasser (Rohwasser)☐ Aufbereitetes Wasser (Reinwasser)☐ ggf. EDV-Nr. Trinkwasser (beim Endverbraucher)☐ Name/Bezeichnung des genutzten Wasservorkommens der genutzten Wasserfassung ggf. EDV-Nr. Gesamthärte..... °dH Karbonathärte..... °dH Art des genutzten Rohwassers Entnahmetiefe (ggf. von bis) a) Oberflächenwasser - Fließgewässer☐ - Stausee/Talsperre☐ b) Gruben-, Schacht- und Stollenwasser☐ c) Karst- und Kluftgrundwasser☐ d) künstlich angereichertes Grundwasser - mit nicht aufbereitetem Oberflächenwasser☐ - mit aufbereitetem Oberflächenwasser☐ e) natürlich angereichertes Grundwasser - Uferfiltrat☐ - Porengrundwasser☐ Schachtbrunnen☐ Bohrbrunnen☐ Horizontalbrunnen☐ Wassersammelstollen☐ artesischer Brunnen☐ sonstige Art der Wasseraufbereitung (stichwortartige Angaben): Geologische Angaben zum Aquifer/ Untergrund/ Untergrundgestein: a) Lockergesteine (Sand, Kies): ☐ b) Festgesteine - Sandstein, Konglomerat☐ - Basalt☐ - Kalkstein, Dolomit☐ - Granit, Porphy☐ - Tonschiefer, Grauwacken☐ - Glimmerschiefer, Gneis☐ d) - sonstige		Nicht aufbereitetes Wasser (Rohwasser)☐ Aufbereitetes Wasser (Reinwasser)☐ ggf. EDV-Nr. Trinkwasser (beim Endverbraucher)☐ Name/Bezeichnung des genutzten Wasservorkommens der genutzten Wasserfassung ggf. EDV-Nr. Gesamthärte..... °dH Karbonathärte..... °dH Art des genutzten Rohwassers Entnahmetiefe (ggf. von bis) a) Oberflächenwasser - Fließgewässer☐ - Stausee/Talsperre☐ b) Gruben-, Schacht- und Stollenwasser☐ c) Karst- und Kluftgrundwasser☐ d) künstlich angereichertes Grundwasser - mit nicht aufbereitetem Oberflächenwasser☐ - mit aufbereitetem Oberflächenwasser☐ e) natürlich angereichertes Grundwasser - Uferfiltrat☐ - Porengrundwasser☐ Schachtbrunnen☐ Bohrbrunnen☐ Horizontalbrunnen☐ Wassersammelstollen☐ artesischer Brunnen☐ sonstige Art der Wasseraufbereitung (stichwortartige Angaben): Geologische Angaben zum Aquifer/ Untergrund/ Untergrundgestein: a) Lockergesteine (Sand, Kies): ☐ b) Festgesteine - Sandstein, Konglomerat☐ - Basalt☐ - Kalkstein, Dolomit☐ - Granit, Porphy☐ - Tonschiefer, Grauwacken☐ - Glimmerschiefer, Gneis☐ d) - sonstige	

ANHANG C: EINZELWERTE

Tabelle C1:	Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide im Rein- und Rohwasser ausgewählter Wasserwerke	63
Tabelle C2:	Aktivitätskonzentrationen der Thoriumisotope in ausgewählten Roh- und Reinwasserproben	94
Tabelle C3:	Aus dem Konsum der untersuchten Trinkwässer resultierende Ingestions-Folgedosen H_i und Rn-222-Inhalations-Folgedosen H_{inh} für Personen der Altersgruppen $\neq 0 - 1$ a, $1 - 2$ a, $2 - 7$ a, $7 - 12$ a, $12 - 17$ a und > 17 a	95
Tabelle C4:	Aus dem Konsum der untersuchten Trinkwässer resultierende Ingestions-Folgedosen H_i und Rn-222-Inhalations-Folgedosen H_{inh} für Personen der Altersgruppen $\neq 0 - 1$ a und > 17 a	106

Tabelle C1: Aktivitätskonzentrationen natürlicher Radionuklide im Rein- und Rohwasser ausgewählter Wasserwerke

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
1	113BB10	BB	Dahme-Spreewald	17	12	22	17					1,6	16	<1,8		2,1	22	4,0	21	28	60
2	113BB20	T BB	Dahme-Spreewald	5,7	14	4,7	31					1,7	17	<1,7		0,85	35	1,5	24	<23	
3	114BB10	BB	Dahme-Spreewald	19	12	32	16					<1,5		2,6	36	18	13	3,2	22	61	41
4	114BB20	T BB	Dahme-Spreewald	6,1	14	3,8	29					<0,74		7,5	18	5,1	16	15	20	<23	
5	096BB10	BB	Havelland	15	12	18	18					<0,74		<0,78		0,81	21	4,3	21		
6	096BB20	T BB	Havelland	8,4	13	<5,9						<0,74		<0,75		1,2	18	6,3	21		
7	097BB10	BB	Havelland	4,3	14	6,9	27					<0,74		<0,66		1,9	15	4,2	21		
8	097BB20	T BB	Havelland	3,4	15	5,0	30					<0,74		<0,63		4,3	13	3,6	22		
9	098BB10	BB	Havelland	8,5	13	8,4	37					<0,74		1,4	27	4,1	13	5,4	21		
10	098BB20	T BB	Havelland	2,9	20	<2,3						<0,74		0,98	34	7,9	12	4,4	21		
11	099BB20	T BB	Havelland	2,7	17	<2,3						<0,74		0,73	44	0,69	20	6,8	21		
12	101BB20	T BB	Havelland	4,6	17	<7,5						3,1	22	1,6	26	8,6	12	3,1	22		
13	102BB10	BB	Havelland															2,9	22		
14	102BB20	T BB	Havelland	5,3	15	5,1	32					<0,74		<0,69		2,5	14	3,7	22		
15	122BB10	BB	Märkisch-Oderland	7,1	14	11	19					<0,74		<1,7		0,61	49	2,8	22	<23	
16	122BB11	BB	Märkisch-Oderland															3,9	22		
17	122BB20	T BB	Märkisch-Oderland	3,2	18	<2,1						<0,74		1,9	46	1,5	25	4,8	21	<23	
18	123BB10	BB	Märkisch-Oderland	5,8	15	3,6	37					<0,74		<1,7		6,4	15	4,3	21	<23	
19	123BB20	T BB	Märkisch-Oderland	3,7	17	4,5	29					<0,74		<1,8		2,9	18	4,7	21	<23	
20	093BB10	BB	Oberhavel	12	12	16	25					3,7	20	<0,74		1,4	17	5,8	21	<20	
21	093BB20	T BB	Oberhavel	3,6	15	4,2	32					3,7	20	<0,66		2,6	14	3,2	22		
22	121BB10	BB	Oder-Spree	8,4	13	8,4	21					3,7	16	1,8	47	3,6	17	7,0	21	<23	
23	121BB20	T BB	Oder-Spree	5,8	14	6,1	32					3,7	16	<1,8		0,61	44	4,9	22	<23	
24	100BB10	BB	Potsdam-Mittelmark															3,4	22		
25	100BB20	T BB	Potsdam-Mittelmark	6,7	13	8,1	33					<0,74		<0,62		0,73	20	3,5	22		
26	118BB10	BB	Potsdam-Mittelmark	8,5	13	14	18					<0,74		<1,8		0,46	51	7,4	21	<23	
27	118BB20	T BB	Potsdam-Mittelmark	4,9	16	6,8	23					<0,74		<1,7		3,2	18	3,3	22	<23	
28	119BB10	BB	Potsdam-Mittelmark	11	13	22	17					<0,74		<1,7		4,4	16			<23	
29	119BB11	BB	Potsdam-Mittelmark															3,2	22		
30	119BB12	BB	Potsdam-Mittelmark															1,9	23		
31	119BB20	T BB	Potsdam-Mittelmark	7,8	13	21	17					<0,74		1,9	45	21	12	3,1	22	<23	
32	120BB10	BB	Potsdam-Mittelmark	9,0	13	8,7	21					<0,74		<1,8		7,1	14	4,4	21	<23	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%	
33	120BB20	T	BB	Potsdam-Mittelmark	4,4	17	2,6	44					<0,74		2,7	35	1,0	33	11	21	<23	
34	115BB10		BB	Teltow-Fläming	2,9	21	3,6	33					1,2	14	2,0	43	3,4	17	6,1	21	<23	
35	115BB20	T	BB	Teltow-Fläming	1,3	39	<1,7						0,99	14	<1,8		7,7	14	6,4	21	<23	
36	116BB10		BB	Teltow-Fläming	9,7	13	5,6	24	22	18	<1,6		16	12	<1,8		1,0	32	7,2	21	50	44
37	116BB20	T	BB	Teltow-Fläming	6,8	14	5,9	25	21	18	<1,4		15	13	<1,9		0,54	51	5,4	21	33	54
38	117BB10		BB	Teltow-Fläming	3,1	20	3,3	41					<0,74		<2,0		4,9	16	3,0	22	<23	
39	117BB11		BB	Teltow-Fläming														5,8	21			
40	117BB20	T	BB	Teltow-Fläming	1,9	27	<2,2						<0,74		<1,8		2,9	18	1,4	24	<23	
41	003BE11		BE	Berlin	9,6	13	16	17	<3,0		<3,0		<0,74		2,5	18	2,4	32	1,8	23	18	42
42	003BE12		BE	Berlin	9,6	13	9,4	21	<3,0		<3,0		<0,74		0,65	47	1,5	17	5,0	21	19	43
43	003BE20	T	BE	Berlin	3,0	19	3,7	51	<3,0		<3,0		<0,74		4,7	16	4,4	13	3,1	22	13	51
44	004BE10		BE	Berlin	13	12	17	18	3,3	14	<3,0		2,5	14	<0,60		1,2	18	5,9	21	28	40
45	004BE20	T	BE	Berlin	4,5	14	<2,1		3,7	14	<3,0		2,9	12	<0,60		1,6	16	1,4	24	<15	
46	005BE10		BE	Berlin	13	12	12	19	5,2	14	<3,0		2,8	10	3,0	17	27	12	5,5	21	43	34
47	005BE20	T	BE	Berlin	4,8	12	7,2	23	5,3	14	<3,0		2,8	10	<0,63		0,69	23	5,4	21	26	40
48	094BE10		BE	Berlin	18	11	31	16	8,2	22	<1,5		7,4	15	0,68	49	3,5	14	4,6	21	36	48
49	094BE20	T	BE	Berlin	4,5	14	5,6	26	9,2	22	<1,6		6,8	15	1,0	33	1,7	16	6,4	21		
50	095BE10		BE	Berlin	11	12	13	20					7,7	24	<0,63		4,3	13	7,1	21	<20	
51	095BE20	T	BE	Berlin	3,9	15	2,6	44					7,4	20	1,5	26	1,0	18	5,4	21		
52	536BE10		BE	Berlin	9,4	13	13	17					<0,99		<1,8		1,7	23			<22	
53	536BE20	T	BE	Berlin	3,0	19	2,8	24					<0,99		3,7	27	0,61	40			<22	
54	537BE10		BE	Berlin	17	12	16	16					2,2	23	2,1	43	2,2	21			<22	
55	537BE20	T	BE	Berlin	7,2	13	7,6	18					<0,99		1,9	45	1,3	26			<22	
56	546BE10		BE	Berlin	25	12	42	15					2,7	13	<1,7		0,54	49	4,7	21	47	44
57	546BE20	T	BE	Berlin	9,3	13	19	16					2,4	14	<1,7		1,8	23	2,1	23	<20	
58	469BW10		BW	Baden-Baden	3,1	18	2,5	23					1,3	15	5,5	21	2,2	21	5,0	23	<22	
59	469BW20	T	BW	Baden-Baden	3,4	16	2,1	24					<1,2		3,0	32	1,3	27	<2,7		<22	
60	398BW10		BW	Freiburg im Breisgau	2,1	24	2,9	22					6,7	11	<1,8		1,8	22	18	20	<19	
61	398BW20	T	BW	Freiburg im Breisgau	2,5	23	3,0	22					7,2	11	2,6	34	1,3	27	15	21	<19	
62	417BW10		BW	Karlsruhe	5,1	15	6,0	18	25	21	<4,2		21	10	3,9	26	0,78	35			58	41
63	417BW20	T	BW	Karlsruhe	4,3	17	4,6	20	26	21	<4,0		22	10	3,5	28	0,81	38			67	39
64	293BW10		BW	Mannheim	7,0	12	12	16					2,7	11	2,7	35	1,0	30	6,1	21	19	73
65	293BW20	T	BW	Mannheim	5,9	13	5,7	19					2,0	11	<3,5		1,6	38	3,9	22	<19	
66	437BW10		BW	Pforzheim	7,5	13	12	16	50	21	<7,8		23	10	2,1	43	0,63	39	14	21	84	37

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
67	437BW20 T	BW	Pforzheim	4,3	17	7,9	17	46	21	<6,8		24	10	2,1	41	0,81	34	13	21	63	40
68	369BW20 T	BW	Alb-Donau-Kreis	1,1	39	0,67	49	19	23	<4,2		12	10	<1,8		0,45	55	3,1	23	31	54
69	480BW10 T	BW	Alb-Donau-Kreis	5,1	15	3,1	22	38	20	<5,1		39	10	1,9	45	1,2	26	5,1	21	110	35
70	481BW10	BW	Alb-Donau-Kreis	30	12	11	17	13	27	<4,4		16	11	1,8	49	1,8	23	4,2	22	62	41
71	481BW30 T	BW	Alb-Donau-Kreis	29	12	10	17	24	25	<6,7		18	22	2,6	35	1,7	24	3,6	22	110	36
72	503BW10 T	BW	Biberach	7,0	14	3,5	20	57	19	<5,0		52	10	3,8	27	3,2	18	10	21	96	36
73	504BW10	BW	Biberach	2,4	30	1,3	49					7,6	12	2,1	24	1,1	23			<21	
74	504BW20 T	BW	Biberach	2,6	26	1,0	49					7,0	12	2,2	24	1,2	22	4,3	22	<21	
75	505BW10 T	BW	Biberach	3,9	17	3,0	22					8,3	12	3,6	27	2,2	21	7,6	21	33	53
76	001BW10	BW	Bodenseekreis	1,5	19	2,4	36	15	17	0,83	40	13	10	29	12	10	12				
77	001BW20 T	BW	Bodenseekreis	1,2	18	1,7	48	15	17	<0,75		13	10	0,88	35	3,4	14				
78	470BW10 T	BW	Bodenseekreis	7,5	14	5,4	20	22	22	<4,3		20	10	2,4	38	0,78	33	22	20	42	46
79	470BW11 T	BW	Bodenseekreis	7,7	13	6,0	20	18	28	<7,5		19	10	<1,7		<0,37		19	20	54	42
80	471BW10	BW	Bodenseekreis	5,6	14	2,8	30					<0,74		<1,7		0,88	31	19	20	<19	
81	471BW20 T	BW	Bodenseekreis	11	13	3,4	23					<0,74		2,9	32	0,76	35			<19	
82	472BW10 T	BW	Bodenseekreis															7,2	21		
83	472BW30 T	BW	Bodenseekreis	4,1	17	4,6	26					8,0	11	1,9	45	0,67	38			<19	
84	390BW10	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	8,0	14	5,4	18					4,8	11	<1,8		1,3	26	14	21	<19	
85	390BW20 T	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	6,0	14	4,7	19	12	28	<5,0		10	10	<1,7		1,0	30	<2,8		29	56
86	399BW10	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	4,7	16	2,4	25					1,4	11	7,8	18	3,9	17	16	21	<19	
87	399BW20 T	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	3,6	17	0,98	47					1,4	11	3,5	28	1,4	26	39	20	<20	
88	400BW10	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	1,4	31	<0,71						1,4	12	<1,7		1,4	26	18	20	<19	
89	400BW20 T	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	7,5	13	0,81	50					2,2	11	1,9	47	1,0	30	6,6	21	<19	
90	403BW10	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	<0,86		<0,76						<0,74		3,4	27	1,4	26	9,5	21	<19	
91	403BW20 T	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	0,92	41	<0,77						<0,74		2,1	43	1,3	28	4,8	22	<19	
92	404BW10	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	7,7	14	1,5	32	51	18	<4,0		34	10	6,9	18	2,4	19	85	20	68	39
93	404BW20 T	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	8,4	13	3,8	20	44	19	<4,1		40	10	3,5	29	2,0	22	<1,6		90	36
94	419BW10 T	BW	Emmendingen	1,2	44	<0,86						<0,74		<1,8		2,4	20	2,7	23	<19	
95	419BW11 T	BW	Emmendingen	1,8	30	<0,83						<0,74		5,2	22	6,3	15	44	20	<19	
96	448BW20 T	BW	Esslingen	2,7	18	1,1	48					9,1	11	2,9	32	1,5	25	9,4	21	36	50
97	366BW10	BW	Freudenstadt	4,5	16	4,0	23					<0,74		2,4	38	2,5	20			<19	
98	366BW20 T	BW	Freudenstadt	3,0	18	2,4	23					<0,74		<1,8		<0,32		<1,9		<19	
99	366BW21 T	BW	Freudenstadt	3,9	17	4,0	21					<0,74		<1,7		1,1	29	<1,7		<19	
100	438BW10	BW	Freudenstadt	13	12	9,2	17					8,8	11	6,0	20	2,3	22			45	45

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
101	438BW20 T	BW	Freudenstadt	14	12	10	17					8,6	11	3,5	28	1,1	29	14	21	52	42
102	439BW10	BW	Freudenstadt	2,2	26	2,9	25					0,83	12	4,9	22	1,7	25			<19	
103	439BW20 T	BW	Freudenstadt	1,9	28	2,6	28					0,77	11	1,8	47	3,2	18	7,3	21	<19	
104	440BW10	BW	Freudenstadt	8,7	13	4,2	21					9,2	11	3,5	28	1,5	27			46	45
105	440BW20 T	BW	Freudenstadt	4,1	17	3,2	25					5,2	11	<1,7		0,69	39	<1,7		23	64
106	482BW10	BW	Göppingen	38	12	5,7	18	47	19	<4,5		37	18	19	13	5,6	15	15	20	160	33
107	482BW20 T	BW	Göppingen	61	11	8,5	17	83	17	<4,9		59	16	20	13	6,5	15	60	20	260	31
108	497BW10	BW	Göppingen	<1,0		3,2	20	5,1	20	<0,66		3,4	12	4,8	23	1,8	22	8,4	21	<19	
109	497BW20 T	BW	Göppingen	1,5	31	2,6	22					2,7	14	2,8	34	0,85	31	8,2	21	<19	
110	483BW10	BW	Karlsruhe	7,3	14	9,7	17					<1,2		3,0	33	0,85	36	13	21	<22	
111	483BW20 T	BW	Karlsruhe	5,8	14	5,7	18					8,4	37	<1,8		1,0	29	4,0	22	31	57
112	484BW10	BW	Karlsruhe														29	20			
113	484BW20 T	BW	Karlsruhe	4,4	16	13	16	13	26	<4,2		10	22	2,7	35	1,3	25	7,4	21	46	46
114	485BW10	BW	Karlsruhe	34	12	26	16					<1,2		3,9	27	1,5	26	19	20	40	50
115	485BW20 T	BW	Karlsruhe	27	12	19	16					<1,2		6,1	20	1,5	24	14	20	35	53
116	486BW10	BW	Karlsruhe	7,8	13	12	17	28	20	<3,8		21	19	3,8	26	1,5	25	12	21	78	38
117	486BW20 T	BW	Karlsruhe	5,1	15	10	17	26	21	<4,0		22	19	3,0	32	0,68	40	4,6	21	72	39
118	487BW10	BW	Karlsruhe	5,5	15	7,4	18					<1,2		7,4	18	1,3	28	34	20	<22	
119	487BW20 T	BW	Karlsruhe	5,3	14	4,7	20					<1,2		2,7	35	0,72	40	33	20	<22	
120	317BW10	BW	Konstanz	3,0	19	1,5	49					8,4	10	<1,7		0,83	34			31	54
121	317BW20 T	BW	Konstanz	3,5	17	1,3	38					8,7	10	<1,7		2,6	19	<2,0		39	48
122	318BW20 T	BW	Konstanz														8,2	21			
123	323BW10 T	BW	Lörrach	13	12	3,4	20					9,1	10	2,8	33	0,55	47	8,0	21	40	47
124	324BW10 T	BW	Lörrach	2,3	26	2,4	27					5,9	11	4,3	25	1,9	24	16	21	<19	
125	327BW30 T	BW	Lörrach	7,2	13	35	15	19	23	<4,3		10	9	3,1	30	1,5	28			49	43
126	310BW10	BW	Main-Tauber-Kreis	3,7	17	2,1	27					7,4	11	<1,8		<0,43		18	20	46	45
127	310BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	3,4	17	1,8	30					7,4	11	2,6	40	2,3	22	7,4	21	33	52
128	311BW10	BW	Main-Tauber-Kreis	3,7	18	2,8	22					3,7	11	2,4	36	1,6	25	17	20	34	53
129	311BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	4,6	15	3,3	24					3,7	11	2,1	43	1,5	26	18	20	24	67
130	312BW10	BW	Main-Tauber-Kreis	4,3	16	3,5	24					6,6	11	4,4	39	2,0	34			37	49
131	312BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	4,2	16	2,0	29					6,6	11	<3,5		2,1	32	4,2	21	34	51
132	313BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	3,5	19	2,5	25					6,2	11	4,1	42	1,7	36	18	20	48	46
133	314BW10	BW	Main-Tauber-Kreis														5,7	21			
134	314BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	4,5	16	3,3	22	120	17	<4,3		45	12	<1,9		0,86	36	3,2	22	190	32

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
135	315BW20 T	BW	Main-Tauber-Kreis	4,1	16	2,0	37					8,7	10	2,3	48	1,4	28	7,9	21	44	45
136	316BW10 T	BW	Main-Tauber-Kreis	6,5	14	8,2	18	85	17	<3,9		17	9	7,7	18	3,1	20	29	20	100	35
137	445BW10	BW	Neckar-Odenwald-Kreis	3,9	17	1,3	48	23	29	<11		10	11	8,6	17	1,3	28	39	20	36	50
138	446BW10 T	BW	Neckar-Odenwald-Kreis	6,9	14	5,4	19	43	20	<5,3		18	10	21	13	3,8	18	78	20	69	39
139	447BW10	BW	Neckar-Odenwald-Kreis	3,3	18	2,2	29					6,5	11	3,3	29	0,89	35	23	20	23	64
140	321BW10	BW	Ortenaukreis	7,0	14	11	16					3,7	11	<1,7		<0,43		41	20	22	66
141	321BW20 T	BW	Ortenaukreis	7,7	13	9,8	17					2,1	11	<1,9		1,3	42	2,1	24	33	52
142	322BW10	BW	Ortenaukreis	4,2	17	3,7	25					8,3	10	31	12	11	14	120	20	25	62
143	328BW10	BW	Ortenaukreis	5,1	15	9,5	16					<0,74		6,3	19	1,5	25			<19	
144	328BW20 T	BW	Ortenaukreis	5,6	15	7,7	17					<0,74		3,6	29	3,5	19			<19	
145	388BW20 T	BW	Ostalbkreis	6,8	14	1,7	26	27	21	<4,4		17	10	2,0	43	1,2	28	3,4	23	47	44
146	473BW10	BW	Ostalbkreis	15	12	6,9	19	23	27	<7,9		10	11	1,9	44	0,39	49	18	20	48	44
147	473BW20 T	BW	Ostalbkreis	9,4	13	10	17	46	20	<5,3		19	10	2,4	37	1,1	32	4,8	21	70	38
148	474BW10	BW	Ostalbkreis	9,2	13	8,9	17	46	19	<4,5		21	10	5,1	22	3,5	18			81	37
149	474BW20 T	BW	Ostalbkreis	4,5	15	4,4	20	24	23	<5,4		12	10	1,9	45	0,78	36	5,7	21	34	51
150	475BW10	BW	Ostalbkreis	1,8	25	0,87	49					2,2	11	3,0	31	0,63	42			<19	
151	475BW20 T	BW	Ostalbkreis	1,1	37	1,4	38					2,0	11	3,1	30	0,99	33	8,0	21	<19	
152	418BW10	BW	Rastatt	5,7	15	6,8	18	20	22	<3,6		17	10	2,5	38	0,97	29			54	41
153	418BW20 T	BW	Rastatt	4,4	17	4,2	19	24	21	<3,6		18	10	4,5	22	0,97	30			50	43
154	492BW10 T	BW	Ravensburg	<0,83		1,1	53					4,4	13	3,9	28	3,2	18	6,1	21	38	51
155	493BW10 T	BW	Ravensburg	3,1	18	3,4	25	21	23	<4,2		16	12	5,0	23	0,80	37	13	20	37	52
156	494BW10 T	BW	Ravensburg	3,4	18	3,4	25	29	20	<4,0		26	11	4,3	25	2,2	23	14	20	84	37
157	495BW10 T	BW	Ravensburg	3,6	18	5,3	21	130	16	<4,0		120	10	4,6	25	1,2	30	14	20	300	31
158	496BW10 T	BW	Ravensburg	4,7	16	6,1	20	17	24	<4,3		15	11	<1,8		0,71	36	<1,3		46	46
159	496BW11 T	BW	Ravensburg	1,3	38	4,3	23	13	30	<6,0		10	12	1,9	49	1,7	23	9,0	21	34	54
160	436BW20 T	BW	Reutlingen	2,4	22	1,1	42					3,2	11	2,6	35	0,78	35	9,7	21	<19	
161	441BW10 T	BW	Reutlingen	<0,85		1,0	49					2,8	11	3,2	30	1,1	30	7,9	21	<19	
162	294BW10 T	BW	Rhein-Neckar-Kreis	4,9	15	3,4	21	15	35	<12		9,8	11	6,4	20	5,6	15	33	20	35	50
163	309BW10	BW	Rhein-Neckar-Kreis	4,3	16	4,3	19					<0,74		2,3	40	3,0	19			<19	
164	309BW20 T	BW	Rhein-Neckar-Kreis	3,6	16	3,3	21					<0,74		<1,7		4,0	17	3,7	24	<19	
165	389BW10	BW	Rhein-Neckar-Kreis	15	12	7,4	17					3,6	11	6,1	20	5,1	16	21	21	34	50
166	389BW20 T	BW	Rhein-Neckar-Kreis	5,0	15	1,7	27					3,0	12	4,1	25	5,8	15			21	68
167	442BW10 T	BW	Sigmaringen	5,0	14	2,3	32	39	21	<5,8		35	10	3,2	29	2,4	20	13	21	94	36
168	443BW10 T	BW	Sigmaringen	4,1	16	3,0	24					7,9	11	2,0	43	0,81	36	12	21	22	67

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
169	444BW10 T	BW	Sigmaringen	2,4	23	1,4	42					4,9	11	2,7	34	2,2	21	8,6	21	<19	
170	477BW10	BW	Tübingen	2,3	21	2,5	24	16	24	<4,2		10	20	3,4	29	2,9	19	13	21	39	50
171	477BW20 T	BW	Tübingen	1,9	24	1,8	27					<1,2		<1,8		1,4	26	<1,9		<22	
172	478BW10	BW	Tübingen	8,8	14	4,4	19	38	20	<4,3		22	11	9,5	16	5,5	16	37	20	100	35
173	478BW20 T	BW	Tübingen	8,6	13	3,0	22					<1,2		<1,7		0,92	31	<1,9		<22	
174	479BW10	BW	Tübingen	6,7	14	4,0	20	22	22	<4,3		10	11	4,2	25	1,9	22	23	20	48	45
175	479BW20 T	BW	Tübingen	2,9	20	1,6	29					1,7	14	<1,7		0,39	49	<2,0		<22	
176	319BW10	BW	Waldshut	2,9	20	2,9	25					4,5	10	3,0	31	2,9	20	9,7	21	29	55
177	319BW30 T	BW	Waldshut	3,2	18	3,2	27					4,9	10	3,2	31	11	16	4,6	21	41	48
178	320BW10	BW	Waldshut	7,5	14	7,5	18					<0,74		4,9	23	0,69	40	410	20	30	55
179	320BW11	BW	Waldshut	5,5	15	6,1	18					<0,74		38	12	18	13	160	20	38	48
180	320BW21 T	BW	Waldshut	7,0	14	6,2	18					1,2	11	36	12	22	12	160	20	31	54
181	320BW30 T	BW	Waldshut	5,4	16	4,1	22					1,5	11	140	11	140	11	140	20	170	33
182	320BW31 T	BW	Waldshut	5,7	14	5,4	18					1,2	11	94	12	66	12	180	20	63	39
183	190BY10 T	BY	Augsburg	6,3	14	4,0	32	22	23	<4,5		23	14	3,1	30	0,65	37	12	21	36	50
184	253BY10	BY	Bamberg	3,5	18	5,4	20					9,6	18	1,8	46	2,4	20	7,4	21	40	46
185	253BY20 T	BY	Bamberg	3,2	19	3,5	24					9,6	18	<1,8		1,6	23	2,4	23	40	46
186	255BY10	BY	Coburg	10	13	5,8	21	55	19	<5,6		17	15	4,9	22	3,7	17	21	20	69	38
187	255BY20 T	BY	Coburg	11	13	4,7	22	75	18	<5,3		23	13	<1,7		2,5	20	<1,6		76	37
188	462BY10	BY	Ingolstadt	45	11	44	15					5,5	11	2,0	43	0,86	33			76	37
189	462BY20 T	BY	Ingolstadt	32	12	27	16					4,6	11	<1,7		0,63	40			68	38
190	468BY10	BY	Ingolstadt	50	11	20	16					<0,74		<1,7		<0,38				43	46
191	468BY20 T	BY	Ingolstadt	48	11	21	16					<0,74		<1,7		0,47	46			65	39
192	192BY10 T	BY	Kempten (Allgäu)	3,3	20	3,4	35	12	29	<5,1		11	12	2,4	37	3,0	20	9,4	21	33	52
193	207BY10 T	BY	Landshut	4,8	16	2,8	46	68	18	<4,5		62	13	<1,8		2,5	20	9,8	21	140	36
194	202BY10 T	BY	Passau	2,5	20	2,3	49	14	26	<4,3		15	25	<2,1		1,1	30	12	21	78	37
195	208BY10	BY	Regensburg	1,2	43	<2,2		14	26	<4,4		15	25	3,8	27	2,7	19	9,8	21	28	55
196	208BY20 T	BY	Regensburg	1,5	33	<2,6		14	25	<4,1		13	15	2,2	41	0,77	35	6,1	21	28	55
197	199BY10 T	BY	Rosenheim	4,1	17	<2,5		20	23	<4,2		16	12	2,2	41	0,65	37	6,8	21	39	48
198	214BY10	BY	Weiden in der Oberpfalz	65	11	49	17	39	20	<4,4		38	20	9,4	16	2,5	21	54	20	130	33
199	214BY20 T	BY	Weiden in der Oberpfalz	45	11	18	19	56	19	<6,2		51	13	1,9	45	4,1	17	3,7	21	140	33
200	426BY10	BY	Ansbach	13	12	18	16	80	17	<4,5		60	12	<1,8		<0,43		9,9	21	150	33
201	426BY20 T	BY	Ansbach	17	12	18	16	120	17	<4,9		82	12	<1,7		<0,34		<1,7		230	32
202	434BY10	BY	Ansbach	22	12	11	16	36	19	<3,9		14	10	2,9	32	1,9	21	17	20	85	37

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha			
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%
203	434BY20	T	BY	Ansbach	22	12	12	16	43	19	<4,0		14	10	<1,7		0,63	36	2,3	23	62	40	
204	235BY10		BY	Aschaffenburg	1,6	39	<3,1						2,5	19	2,2	27	1,0	24			<19		
205	271BY10		BY	Aschaffenburg	3,4	18	3,7	30					4,7	17	2,2	40	2,2	22	6,8	21	<19		
206	271BY20	T	BY	Aschaffenburg	3,1	18	3,3	31					3,1	17	<1,7		1,9	23	<1,8		<19		
207	189BY10		BY	Augsburg	12	13	14	19	78	18	<5,5		80	13	2,6	35	1,3	28	12	21	170	33	
208	189BY20	T	BY	Augsburg	12	13	8,4	22	87	18	<6,7		79	13	1,8	48	1,7	25	6,3	21	150	33	
209	275BY10	T	BY	Bad Kissingen	5,9	14	14	17	150	16	<4,8		55	9	<1,9		1,2	27	30	20	220	32	
210	276BY10	T	BY	Bad Kissingen	7,5	14	6,1	19	28	20	<4,0		8,9	11	4,9	24	3,1	18	27	20	53	42	
211	254BY10		BY	Bamberg	10	13	11	18	220	16	<7,4		150	13	6,0	20	13	13	39	20	370	31	
212	254BY20	T	BY	Bamberg	10	13	9,3	18	210	17	<9,1		140	13	5,2	21	7,2	14	23	20	330	31	
213	258BY10		BY	Bayreuth	6,3	14	2,9	28					<0,74		42	15	8,2	19	190	20	<19		
214	258BY20	T	BY	Bayreuth	4,4	16	1,9	40					<0,74		97	12	18	14	420	20	19	73	
215	200BY10	T	BY	Berchtesgadener Land	14	12	<2,2		25	22	<4,7		24	14	3,8	25	1,6	25	15	20	56	41	
216	188BY10		BY	Dachau	7,2	14	2,5	47	44	20	<5,6		53	19	3,6	28	3,0	20	15	21	130	34	
217	188BY20	T	BY	Dachau	5,8	15	<2,2		48	19	<4,9		54	19	5,6	24	1,1	36	12	21	120	34	
218	205BY10		BY	Deggendorf	4,5	15	4,2	31	74	18	<5,7		70	18	<1,8		1,6	25	5,5	21	160	33	
219	205BY20	T	BY	Deggendorf	1,2	34	<2,2						1,2	14	<1,8		1,2	29	<1,8		<19		
220	196BY10	T	BY	Ebersberg	5,6	15	<1,8		19	24	<5,2		16	15	2,0	43	6,8	16	4,0	22	39	48	
221	197BY10		BY	Erding	31	12	28	16					<0,74		2,9	33	2,7	21	16	20	44	45	
222	197BY20	T	BY	Erding	27	12	22	17					<0,74		2,4	37	1,9	24	11	21	28	57	
223	429BY10	T	BY	Erlangen-Höchstadt	14	12	15	16	100	17	<4,4		63	9	2,3	43	<0,37		82	20	170	33	
224	431BY10		BY	Erlangen-Höchstadt	9,8	13	7,9	17	110	17	<5,6		48	10	5,9	20	2,6	19	24	20	170	33	
225	431BY20	T	BY	Erlangen-Höchstadt	17	12	9,0	17	95	17	<4,8		51	9	2,5	35	0,84	35	22	20	130	34	
226	432BY10		BY	Erlangen-Höchstadt	22	12	12	16					7,9	12	4,5	24	12	13	28	20	48	44	
227	432BY20	T	BY	Erlangen-Höchstadt	7,6	14	3,4	21	46	18	<3,9		23	10	<1,7		5,5	15	2,0	24	71	38	
228	467BY10		BY	Forchheim	48	11	90	15	180	17	<7,5		88	9	3,4	28	0,91	34			320	31	
229	467BY20	T	BY	Forchheim	28	12	64	15	180	17	<8,8		87	10	<1,7		0,99	30			290	31	
230	204BY10		BY	Freyung-Grafenau	1,6	29	<1,8						<0,74		4,7	25	0,63	42	25	20	<19		
231	204BY20	T	BY	Freyung-Grafenau	0,99	43	<2,1						<0,74		3,9	26	0,72	40	22	20	<19		
232	421BY10		BY	Fürth	170	11	80	15	210	16	<4,6		34	12	4,0	50	0,51	50	34	20	500	31	
233	421BY20	T	BY	Fürth	170	11	85	15	210	16	<4,3		36	12	3,2	31	0,46	50	24	20	460	31	
234	433BY10		BY	Fürth	22	12	33	15	160	16	<4,1		64	9	8,6	17	2,9	18	20	20	280	32	
235	433BY20	T	BY	Fürth	14	12	20	16	180	16	<4,9		68	9	2,0	43	0,58	39	14	21	250	32	
236	460BY10		BY	Fürth	110	11	58	15	66	17	<3,6		7,7	10	2,6	34	0,67	39			200	34	

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha			
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%
237	460BY20	T	BY	Fürth	100	11	60	15	70	17	<3,7		7,8	10	1,9	44	<0,42				200	34	
238	461BY10		BY	Fürth	98	11	80	15	250	16	<4,7		30	10	3,1	30	0,99	37			370	31	
239	461BY20	T	BY	Fürth	49	11	40	15	240	16	<4,2		27	10	2,4	38	0,73	36			360	31	
240	464BY10		BY	Fürth	53	11	35	15	160	16	<4,3		27	10	3,6	27	1,3	31			250	32	
241	464BY20	T	BY	Fürth	26	12	10	17	150	16	<4,7		28	10	2,0	43	<0,43				190	32	
242	166BY10		BY	Günzburg	45	12	90	15	6,1	37	<4,9		<3,7		1,7	32	0,43	36			61	39	
243	166BY20	T	BY	Günzburg	40	11	73	15					<0,74		<1,7		<0,43				56	41	
244	191BY10		BY	Günzburg	4,5	16	<2,1		96	17	<4,2		96	17	2,8	32	1,5	26	7,2	21	210	32	
245	191BY20	T	BY	Günzburg	4,1	16	2,5	49	97	18	<6,0		94	18	<1,6		1,7	24	5,5	22	200	32	
246	329BY10		BY	Günzburg	17	12	31	15					6,4	11	<1,7		<0,43		5,7	21	27	58	
247	329BY20	T	BY	Günzburg	19	12	27	16					<0,74		<1,7		0,69	42	4,2	22	33	52	
248	330BY10		BY	Günzburg	3,9	17	3,0	23	19	23	<3,9		9,6	10	<1,8		0,53	47	10	21	39	48	
249	330BY20	T	BY	Günzburg	6,0	14	5,8	18	25	21	<4,0		11	9	<1,6		0,56	49	5,4	21	48	44	
250	331BY10		BY	Günzburg	24	12	33	15					<0,74		<1,8		0,95	34	5,3	21	43	46	
251	331BY20	T	BY	Günzburg	19	12	27	16					1,2	11	<1,7		<0,46		4,0	22	35	50	
252	332BY10	T	BY	Günzburg	8,6	13	6,2	19					7,8	10	2,3	36	1,0	32	11	21	39	50	
253	333BY10		BY	Günzburg	33	12	6,5	19					<0,74		4,9	22	2,1	23	10	21	46	44	
254	333BY20	T	BY	Günzburg	25	12	4,9	21					<0,74		1,9	46	0,68	41	8,9	21	36	50	
255	278BY10	T	BY	Haßberge	27	12	19	16	400	15	12	28	290	13	14	15	4,9	16	34	20	690	31	
256	279BY10		BY	Haßberge	6,4	14	8,7	26	31	20	<4,3		13	13	<1,7		2,0	22	9,3	21	51	43	
257	279BY20	T	BY	Haßberge	5,0	16	8,5	22	33	19	<3,6		13	13	<1,7		4,0	17	5,2	21	54	42	
258	280BY10	T	BY	Haßberge	5,4	15	10	20	130	16	4,1	45	79	12	3,1	31	3,1	18	22	20	200	32	
259	281BY10	T	BY	Haßberge	10	13	17	17	160	17	<5,8		76	12	4,8	23	2,4	21	21	20	240	32	
260	257BY10		BY	Kulmbach	9,5	13	9,1	18	110	17	<5,0		61	12	12	15	5,5	15	39	20	140	34	
261	257BY20	T	BY	Kulmbach	12	12	12	17	200	16	7,3	42	97	12	2,6	35	1,7	23	1,7	25	270	32	
262	206BY10		BY	Landshut	19	12	8,9	20	45	19	<4,5		47	19	14	14	11	14	18	20	150	42	
263	206BY20	T	BY	Landshut	4,7	15	<1,9		98	17	5,4	45	97	12	6,6	19	6,4	16	55	20	170	33	
264	256BY10		BY	Lichtenfels	300	11	66	15	490	16	15	31	330	13	12	15	15	13	95	20	990	30	
265	256BY20	T	BY	Lichtenfels	260	11	55	15	460	16	19	28	320	13	1,8	46	8,6	14	3,7	22	970	30	
266	256BY25	T	BY	Lichtenfels	300	11	61	15					<0,74		1,9	45	7,6	15			300	31	
267	465BY10		BY	Lichtenfels	260	11	96	15					2,4	11	<1,7		0,63	42			280	32	
268	465BY20	T	BY	Lichtenfels	180	11	66	15					2,3	11	2,5	36	0,65	40			170	33	
269	266BY10	T	BY	Main-Spessart	4,8	15	3,4	26					8,0	12	5,3	21	2,3	21	25	20	39	48	
270	267BY10	T	BY	Main-Spessart	4,5	15	8,1	19	56	18	<3,7		15	10	2,6	34	4,6	16	14	21	75	38	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
271	272BY10	BY	Main-Spessart	4,1	16	4,4	26					<0,74		3,6	28	12	14	18	20	<19	
272	272BY20 T	BY	Main-Spessart	4,7	15	3,1	32					<0,74		2,9	31	1,9	22	6,8	21	<19	
273	273BY10	BY	Main-Spessart	3,2	19	2,7	34					7,4	16	3,4	28	13	13	13	21	<19	
274	273BY20 T	BY	Main-Spessart	3,3	19	2,9	34					4,9	17	2,6	35	5,5	15	<1,8		<19	
275	195BY10 T	BY	Miesbach	3,1	20	1,6	63	12	27	<4,1		11	12	3,2	38	9,8	18	7,9	21	28	57
276	268BY10	BY	Miltenberg	3,4	17	3,6	26					<0,74		2,0	43	4,7	16	8,5	21	<19	
277	268BY20 T	BY	Miltenberg	1,8	28	2,8	29					<0,74		2,2	39	9,2	14	3,3	22	<19	
278	269BY10	BY	Miltenberg	9,6	13	9,8	18	49	19	<4,5		18	11	4,9	23	6,0	15	30	20	70	38
279	269BY20 T	BY	Miltenberg	11	13	7,3	19	62	18	<4,9		19	11	<1,7		2,5	20	<1,8		82	37
280	270BY10	BY	Miltenberg	15	12	11	17					1,9	12	6,2	19	2,5	20	30	20	21	70
281	270BY20 T	BY	Miltenberg	16	12	9,8	17					1,6	12	2,4	36	2,5	20	2,9	23	26	60
282	463BY10	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	130	11	210	15	58	17	<3,3		7,2	10	<1,7		6,3	15			240	33
283	463BY20 T	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	48	11	55	15	59	17	<2,9		7,0	10	5,6	20	10	14			140	36
284	466BY10	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	56	11	100	15	220	16	8,6	35	160	11	1,8	45	1,8	23			460	31
285	466BY20 T	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	44	11	78	15	210	16	6,9	40	160	11	<1,7		1,6	22			470	31
286	430BY10 T	BY	Neustadt an der Aisch	7,8	13	13	16	130	16	<4,0		83	9	<1,8		0,56	42	12	21	210	32
287	213BY10	BY	Neustadt an der Waldnaab	1,7	31	<2,3						<0,74		29	13	4,6	16	190	20	<17	
288	213BY20 T	BY	Neustadt an der Waldnaab	1,9	28	<2,1						<0,74		26	13	5,4	17	170	20	<17	
289	420BY10	BY	Nürnberger Land	4,6	16	11	16					7,0	11	<1,7		<0,40		7,0	21	46	44
290	420BY20 T	BY	Nürnberger Land	5,1	16	12	17					6,9	12	<1,7		0,68	36	8,3	21	39	48
291	435BY10	BY	Nürnberger Land	8,5	13	22	16	110	18	<6,5		45	10	1,7	48	1,9	22	5,9	21	180	33
292	435BY20 T	BY	Nürnberger Land	6,6	14	17	16	98	19	<9,7		45	10	2,2	38	<0,43		5,7	21	150	33
293	193BY10 T	BY	Oberallgäu	3,7	18	1,8	61	17	26	<5,2		16	27	3,5	27	1,0	30	15	21	39	48
294	203BY10	BY	Passau	6,6	14	<2,0						3,1	17	20	13	2,0	23	130	20	22	66
295	203BY20 T	BY	Passau	5,3	15	<2,4						3,1	17	16	14	4,8	17	92	20	<19	
296	187BY10 T	BY	Pfaffenhofen an der Ilm	4,0	16	2,8	40	35	20	<4,3		35	13	2,1	41	1,2	28	11	21	73	40
297	210BY10	BY	Regen	1,8	26	<1,6						<0,74		3,8	26	0,89	32	16	20	<17	
298	210BY20 T	BY	Regen	1,8	27	<1,6						<0,74		3,9	27	2,1	21	8,6	21	<17	
299	211BY10	BY	Regen	<1,0		<2,6						<0,74		7,8	18	8,3	15	<1,5		<17	
300	211BY20 T	BY	Regen	<0,97		<1,4						<0,74		<1,8		2,3	22	<1,5		<17	
301	209BY10	BY	Regensburg	3,8	19	<2,2						9,0	18	56	12	7,1	15	170	20	33	50
302	209BY20 T	BY	Regensburg	3,8	18	<1,6						8,5	16	44	12	7,8	15	150	20	22	62
303	277BY10	BY	Rhön-Grabfeld	10	13	6,9	20					2,8	12	5,0	24	4,2	17	43	20	24	63
304	277BY20 T	BY	Rhön-Grabfeld	11	13	5,5	23					2,5	12	<2,0		3,2	18	2,3	23	24	62

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
305	422BY10	BY	Roth	15	12	9,6	16					5,1	11	3,4	27	<0,37		25	20	21	70
306	422BY20	T	BY	17	12	11	16					3,8	12	2,0	44	<0,42		16	21	22	68
307	423BY10	BY	Roth	170	11	210	15	64	18	<4,4		9,5	10	<1,8		10	13	13	21	320	31
308	423BY11	BY	Roth	140	11	190	15	66	18	<4,0		8,7	10	2,0	43	3,4	18			270	32
309	423BY20	T	BY	64	11	77	15	79	17	<4,6		13	10	11	15	4,7	16	110	20	230	32
310	423BY21	T	BY	83	11	76	15	51	18	<4,1		11	10	4,9	22	3,7	17			170	33
311	459BY10	BY	Roth	22	12	11	16	42	19	<3,7		14	10	<1,7		0,61	39			85	36
312	459BY20	T	BY	19	12	9,4	17	38	19	<4,0		13	10	<1,7		0,70	38			87	36
313	212BY10	BY	Schwandorf	<0,95		<1,8						<0,74		6,4	19	1,9	23	44	20	<17	
314	212BY20	T	BY	<1,1		<1,4						<0,74		9,7	16	1,9	23	16	20	<17	
315	198BY10	T	BY	2,6	21	4,5	30	19	23	<4,3		20	14	3,2	29	0,59	38	9,0	21	50	43
316	194BY10	T	BY	3,3	19	3,8	35	14	27	<4,9		14	15	<1,8		1,2	29	5,8	21	33	52
317	424BY10	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	33	12	83	15	18	23	<3,9		1,7	12	<1,7		3,1	18	8,4	21	69	38
318	424BY20	T	BY	18	12	47	15	12	26	<3,7		1,5	12	<1,7		1,5	26	4,9	22	46	44
319	425BY10	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	36	12	72	15	58	18	<3,9		17	10	2,1	43	14	13	16	21	150	33
320	425BY20	T	BY	23	12	39	15	46	19	<4,1		13	10	2,0	40	6,4	15	11	21	110	35
321	427BY10	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	32	12	110	15	330	16	8,7	32	270	13	<1,7		0,99	31	11	21	660	31
322	427BY20	T	BY	43	12	120	15	290	16	15	27	280	13	<1,7		2,0	22	7,1	21	720	31
323	428BY10	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	10	12	33	15	140	16	<4,0		130	11	4,4	24	0,49	53	54	20	270	32
324	428BY20	T	BY	26	11	36	15	210	16	4,9	43	160	11	<1,6		1,8	24	7,0	21	370	31
325	259BY10	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	98	11	22	16	53	19	<5,6		53	13	63	13	15	14	540	20	230	32
326	259BY20	T	BY	65	11	12	17	32	21	<5,3		36	13	94	12	17	14	590	20	150	33
327	260BY10	T	BY	2,9	18	2,2	33					3,5	18	4,4	46	18	14	6,8	21	23	65
328	261BY10	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	110	11	130	15					<0,74		35	12	8,3	14	290	20	140	34
329	261BY20	T	BY	37	11	41	16					<0,74		10	16	4,0	17	140	20	60	40
330	262BY10	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	7,9	13	14	17	37	20	<5,0		29	13	160	11	34	12	1500	20	87	36
331	262BY20	T	BY	9,6	13	17	17	43	20	<5,8		32	13	29	13	3,5	17	1800	20	78	37
332	263BY10	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	10	13	3,1	26	17	25	<4,9		22	11	49	12	11	13	410	20	50	41
333	263BY20	T	BY	22	12	7,9	19	27	22	<5,1		30	13	47	12	16	13	390	20	70	37
334	274BY10	BY	Würzburg	6,8	14	8,5	18	27	21	<4,3		16	13	6,5	19	35	12	33	20	71	38
335	274BY20	T	BY	3,8	17	4,7	21	31	20	<4,3		18	14	<1,8		1,4	27	9,4	21	42	46
336	507HB10	HB	Bremen	10	13	9,3	17	14	27	<4,9		13	14	<1,7		0,93	31	5,4	22	36	52
337	507HB20	T	HB	5,5	14	3,6	25					3,8	14	<1,6		0,52	43	<2,3		<21	
338	506HB10	HB	Bremerhaven	4,0	17	3,8	21					<0,87		<1,8		0,39	47	3,1	24	<21	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	
339	506HB20	T	HB	Bremerhaven	2,1	21	0,94	47					<0,87		<1,7		<0,34		3,8	23	<21	
340	288HE10		HE	Frankfurt am Main	9,3	13	4,8	22					<0,74		2,4	37	1,0	32	14	21	<17	
341	288HE20	T	HE	Frankfurt am Main	10	13	4,8	21					<0,74		<1,7		0,66	40	<1,5		<17	
342	384HE10		HE	Kassel	13	12	7,5	25	41	20	<4,6		29	10	4,2	25	0,63	43	62	20	79	37
343	384HE11		HE	Kassel	10	13	5,1	19	33	22	<6,4		21	10	7,4	18	1,5	26	53	20	62	39
344	384HE20	T	HE	Kassel	24	12	22	16	36	20	<4,1		29	10	14	14	12	14	1,8	24	110	35
345	384HE21	T	HE	Kassel	24	12	20	16	31	22	<5,7		21	10	19	13	20	12	2,4	23	100	38
346	458HE10		HE	Kassel	160	11	110	15	130	17	<7,4		81	9	3,0	39	1,5	28	83	20	340	34
347	458HE20	T	HE	Kassel	110	11	75	15	170	16	<5,5		120	12	3,2	29	2,8	19	5,9	21	410	31
348	285HE10		HE	Wiesbaden	7,7	14	9,9	19					<0,74		4,4	25	2,0	22	30	20	<17	
349	285HE20	T	HE	Wiesbaden	4,9	15	10	18					<0,74		16	14	13	13	<1,7		<17	
350	297HE10		HE	Bergstraße	8,4	13	11	16					<0,74		<1,7		<0,51		6,7	21	24	63
351	297HE20	T	HE	Bergstraße	6,5	14	6,3	18					<0,74		6,4	22	2,3	21	4,7	22	<29	
352	298HE10		HE	Bergstraße	2,3	22	9,9	17					<0,74		10	16	1,0	30	62	20	<19	
353	298HE20	T	HE	Bergstraße	2,9	20	7,1	18					<0,74		<1,7		<0,37		<1,7		<19	
354	299HE10		HE	Bergstraße	2,8	22	2,8	33					5,7	25	9,5	16	1,2	28	150	20	35	50
355	299HE20	T	HE	Bergstraße	2,6	22	1,8	45					3,2	25	2,9	40	1,1	29	6,5	21	<19	
356	300HE10		HE	Bergstraße	4,7	16	1,9	33					<0,74		<1,7		<0,37		29	20	<19	
357	300HE20	T	HE	Bergstraße	4,1	18	1,5	36					<0,74		<1,7		<0,41		17	20	<19	
358	290HE10		HE	Darmstadt-Dieburg	4,6	16	5,8	20	140	17	5,9	42	72	9	<1,7		<0,49		9,8	21	160	33
359	290HE20	T	HE	Darmstadt-Dieburg	4,2	16	4,1	23	110	17	<4,8		70	9	<2,0		0,46	52	7,0	21	160	33
360	291HE10		HE	Darmstadt-Dieburg	12	12	8,5	18					6,2	11	<2,0		<0,50		15	20	<52	
361	291HE20	T	HE	Darmstadt-Dieburg	7,4	14	6,4	19					6,2	11	<1,9		<0,45		<1,5		23	62
362	248HE10		HE	Gießen	<0,83		<1,2						2,0	16	1,8	48	1,1	30	9,6	21	21	67
363	248HE20	T	HE	Gießen	<0,76		<1,1						4,5	15	1,9	47	1,1	29	8,1	21	<18	
364	304HE10		HE	Gießen	7,1	14	5,4	18					<0,74		3,6	27	0,68	41	19	20	<20	
365	304HE20	T	HE	Gießen	5,0	15	5,1	19					<0,74		<1,7		0,59	42	<1,5		<19	
366	341HE10		HE	Gießen	1,5	28	0,88	47					<0,74		<1,6		<0,44		23	20	<19	
367	341HE20	T	HE	Gießen	<1,1		<0,69						<0,74		4,1	41	7,8	16	11	21	<19	
368	382HE10		HE	Gießen	4,6	16	4,1	31					2,6	12	<1,8		<0,45		20	20	<19	
369	382HE20	T	HE	Gießen	3,4	18	2,9	23					1,9	12	2,1	43	0,46	55	10	21	<19	
370	453HE10		HE	Gießen	<0,94		<0,74						<0,74		1,9	44	3,5	18	17	20	<18	
371	453HE20	T	HE	Gießen	<0,87		<0,68						<0,74		<1,8		0,96	32	20	20	<18	
372	289HE10		HE	Groß-Gerau	7,8	13	12	17					7,0	17	<1,8		1,1	29	6,8	21	32	51

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	
373	289HE20	T	HE	Groß-Gerau	3,8	17	4,5	21					6,7	17	2,4	38	0,97	31	4,9	21	22	63
374	380HE10		HE	Hersfeld-Rotenburg	15	12	11	17	71	18	<4,4		11	11	<1,8		<0,42		27	20	97	35
375	380HE20	T	HE	Hersfeld-Rotenburg	11	13	7,7	17	62	18	<5,2		7,2	11	1,9	47	<0,43		8,9	21	74	38
376	381HE10		HE	Hersfeld-Rotenburg	11	12	9,0	18	110	17	<4,2		12	11	<1,8		<0,42		21	20	130	34
377	381HE20	T	HE	Hersfeld-Rotenburg	10	13	8,1	17	100	17	<5,4		13	11	2,6	36	<0,43		13	21	120	34
378	287HE10		HE	Hochtaunuskreis	4,7	15	1,3	52					<0,74		1,9	47	0,62	48	74	20	<17	
379	287HE20	T	HE	Hochtaunuskreis	3,9	17	2,4	38					<0,74		1,9	45	0,63	46	9,5	21	<17	
380	455HE10		HE	Hochtaunuskreis	1,2	34	<0,65						<0,74		9,4	16	2,2	21	66	20	<18	
381	455HE20	T	HE	Hochtaunuskreis	1,2	35	<0,65						<0,74		7,0	18	2,1	21	51	20	<18	
382	456HE10		HE	Hochtaunuskreis	2,7	20	2,5	22					<0,74		5,5	21	2,3	21	27	20	<18	
383	456HE20	T	HE	Hochtaunuskreis	3,0	18	2,0	25					<0,74		3,9	26	1,7	23	27	20	<18	
384	457HE10		HE	Hochtaunuskreis	2,9	20	0,95	42					<0,74		4,3	25	1,3	25	51	20	<18	
385	457HE20	T	HE	Hochtaunuskreis	3,5	17	2,5	23					<0,74		1,8	47	0,89	32	32	20	<18	
386	349HE10		HE	Kassel	10	13	8,6	23					<0,74		<1,8		<0,43		19	20	<19	
387	349HE20	T	HE	Kassel	9,9	13	11	17					<0,74		<1,7		<0,46		1,9	24	<19	
388	350HE10		HE	Kassel	6,9	14	7,7	22					1,7	12	<1,8		<0,40		330	20	26	59
389	350HE20	T	HE	Kassel	3,6	17	3,3	30					3,5	11	<1,8		<0,41		7,7	21	22	66
390	282HE10		HE	Lahn-Dill-Kreis	2,0	23	<1,5						4,5	11	3,4	29	0,80	39	4,5	22	26	57
391	282HE20	T	HE	Lahn-Dill-Kreis	1,0	39	<2,0						4,5	11	<1,7		<0,43		2,6	23	38	47
392	343HE10		HE	Lahn-Dill-Kreis	3,3	13	<0,76						1,3	12	2,4	37	1,8	25	14	21	20	70
393	343HE20	T	HE	Lahn-Dill-Kreis	2,7	21	<0,75						1,2	12	11	16	4,7	17	16	20	21	68
394	283HE10	T	HE	Limburg-Weilburg	1,9	24	<1,4						9,4	12	2,2	39	0,64	44	6,3	21	53	41
395	344HE10		HE	Limburg-Weilburg	2,0	23	2,4	28					1,5	11	2,1	43	0,53	49	11	21	<19	
396	344HE20	T	HE	Limburg-Weilburg	<0,99		1,4	53					1,5	11	<1,8		<0,38		5,1	22	19	71
397	454HE10		HE	Limburg-Weilburg	7,3	14	5,2	18					<0,74		<1,7		2,1	21	13	21	<18	
398	454HE20	T	HE	Limburg-Weilburg	<0,99		<0,71						<0,74		2,2	40	0,53	45	4,6	21	<18	
399	305HE10		HE	Main-Kinzig-Kreis	14	12	5,8	18					<0,74		3,3	32	0,64	43	46	20	22	66
400	305HE20	T	HE	Main-Kinzig-Kreis	14	12	5,4	18					<0,74		<1,9		<0,42		4,3	21	<19	
401	306HE10		HE	Main-Kinzig-Kreis	9,7	13	2,7	26	96	17	<5,4		30	16	<3,4		<0,82		36	20	140	33
402	306HE20	T	HE	Main-Kinzig-Kreis	11	13	3,2	23	100	17	<5,0		31	16	5,1	36	3,7	24	33	20	140	35
403	286HE10		HE	Main-Taunus-Kreis	12	12	43	15	65	18	<4,3		38	10	1,9	45	1,2	27	5,3	22	110	34
404	286HE20	T	HE	Main-Taunus-Kreis	11	12	44	15	73	17	<4,1		40	10	2,4	38	0,84	36	4,9	21	150	33
405	342HE10		HE	Marburg-Biedenkopf	<1,1		1,5	31					1,1	11	2,4	37	2,7	20	75	20	21	68
406	342HE20	T	HE	Marburg-Biedenkopf	<1,0		0,82	50					<0,74		1,8	47	2,2	22	4,9	22	<19	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
407	346HE10	HE	Marburg-Biedenkopf	10	13	12	17					2,1	11	4,3	24	4,1	18	31	20	36	52
408	346HE20 T	HE	Marburg-Biedenkopf	11	13	14	16					2,5	11	<1,9		<0,48		1,6	25	29	55
409	301HE10	HE	Odenwaldkreis	3,7	18	3,3	33					<0,74		2,4	36	0,65	40	33	20	<19	
410	301HE20 T	HE	Odenwaldkreis	4,8	15	3,1	22					<0,74		5,4	21	1,5	26	21	20	<19	
411	302HE10	HE	Odenwaldkreis	2,8	21	5,4	19					<0,74		20	13	2,2	21	180	20	<19	
412	302HE20 T	HE	Odenwaldkreis	1,6	29	3,8	20					<0,74		2,4	37	0,89	32	12	21	<19	
413	307HE10	HE	Offenbach	5,1	16	8,0	22					<0,74		2,7	37	0,45	55	16	20	<19	
414	307HE20 T	HE	Offenbach	7,3	14	8,2	17					<0,74		<1,8		0,89	32	2,2	23	<26	
415	284HE10	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	14	12	9,3	19					4,9	11	<1,8		0,55	46	13	21	36	48
416	284HE20 T	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	4,4	16	2,8	34					4,9	11	<1,8		0,79	38	<1,7		26	57
417	345HE10	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	7,4	14	7,8	18					0,99	13	<1,7		1,1	30	6,2	21	23	64
418	345HE20 T	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	2,9	19	<4,0						<0,74		<1,8		2,0	25	<1,6		<19	
419	379HE10	HE	Schwalm-Eder-Kreis	11	13	4,8	19					1,7	12	<1,8		0,46	56	64	20	<19	
420	379HE20 T	HE	Schwalm-Eder-Kreis	13	12	7,2	18					2,5	12	<1,7		<0,36		<1,7		24	64
421	387HE10	HE	Schwalm-Eder-Kreis	14	12	13	16	130	16	<4,1		79	10	4,8	23	0,91	33	47	20	170	33
422	387HE20 T	HE	Schwalm-Eder-Kreis	14	12	11	24	93	17	<4,2		57	10	4,7	24	1,2	29	39	20	180	32
423	303HE10	HE	Vogelsbergkreis	1,0	47	<0,83						<0,74		3,5	28	<0,41		40	20	<19	
424	303HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	<0,95		<0,72						<0,74		5,0	22	0,61	43	41	20	<19	
425	378HE10	HE	Vogelsbergkreis	1,2	41	<0,79						<0,74		<1,7		0,57	49	14	21	<19	
426	378HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	1,9	22	<1,0						<0,74		<1,7		<0,44		13	21	<19	
427	449HE10	HE	Vogelsbergkreis	1,2	33	<0,69						<0,74		<1,8		0,85	35	28	20	<18	
428	449HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	1,3	27	<0,76						<0,74		<1,7		1,8	22	22	20	<18	
429	450HE10	HE	Vogelsbergkreis	<0,93		<0,66						<0,74		<1,7		<0,44		27	20	<18	
430	450HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	1,2	36	<0,68						<0,74		4,3	24	2,8	19	17	21	<18	
431	451HE10	HE	Vogelsbergkreis	<0,99		<0,68						<0,74		3,0	31	1,9	23	40	20	<18	
432	451HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	1,2	38	<0,75						<0,74		6,7	19	1,8	22	19	20	<18	
433	452HE10	HE	Vogelsbergkreis	0,87	40	<0,69						0,91	11	1,8	47	5,6	15	14	21	<18	
434	452HE20 T	HE	Vogelsbergkreis	1,9	22	<0,65						2,5	11	<1,7		0,80	36	10	21	<18	
435	347HE10	HE	Waldeck-Frankenberg	7,8	13	2,8	23					3,7	11	<1,7		<0,49		48	20	31	54
436	347HE20 T	HE	Waldeck-Frankenberg	7,4	13	3,1	22	36	18	<2,8		6,5	10	5,0	22	2,1	23	32	20	53	43
437	348HE10	HE	Waldeck-Frankenberg	3,4	15	1,5	34	22	20	<2,6		5,3	10	<1,7		<0,43		10	21	36	51
438	348HE20 T	HE	Waldeck-Frankenberg	3,4	15	1,8	52					5,1	11	1,9	46	0,67	41	8,1	21	25	64
439	383HE10	HE	Waldeck-Frankenberg	<1,1		1,3	39					1,9	12	5,0	23	0,74	40	18	20	<19	
440	383HE20 T	HE	Waldeck-Frankenberg	1,7	30	0,90	47					1,5	12	<1,7		<0,43		6,7	21	<19	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
441	385HE10	HE	Werra-Meißner-Kreis	3,9	16	3,6	23	65	18	<4,6		15	14	2,4	38	1,2	30	16	20	69	38
442	385HE20 T	HE	Werra-Meißner-Kreis	3,8	17	3,6	20	60	18	<4,4		15	11	<1,7		0,55	47	<1,4		61	40
443	386HE10	HE	Werra-Meißner-Kreis	4,8	16	2,9	22	120	17	<4,4		75	12	2,3	40	0,51	45	10	21	220	32
444	386HE20 T	HE	Werra-Meißner-Kreis	7,4	14	4,5	19	150	16	<4,1		80	10	2,2	40	0,67	39	27	20	250	32
445	247HE10	HE	Wetteraukreis	0,94	45	<1,2						5,7	20	5,8	20	1,6	24	26	20	<18	
446	247HE20 T	HE	Wetteraukreis	<0,91		<1,2						2,0	16	5,0	22	1,6	25	26	20	<18	
447	308HE10	HE	Wetteraukreis	11	13	6,5	18					<0,74		13	15	1,9	22	78	20	<19	
448	308HE20 T	HE	Wetteraukreis	6,7	14	4,1	20					<0,74		9,1	17	2,1	22	60	20	<19	
449	488HH10	HH	Hamburg	14	12	25	16					<1,2		<1,7		0,54	44	4,9	22	47	57
450	488HH20 T	HH	Hamburg	3,6	17	5,6	18					<1,2		<1,6		0,56	40	2,2	24	<19	
451	489HH10	HH	Hamburg	16	12	18	16					<1,2		3,8	26	2,1	21	7,7	21	<28	
452	489HH20 T	HH	Hamburg	3,3	17	<0,88						<1,2		<1,8		0,45	56	2,9	23	<22	
453	490HH10	HH	Hamburg	4,2	17	5,4	19					<1,2		2,1	42	1,4	26	4,8	22	<22	
454	490HH20 T	HH	Hamburg	1,7	28	<0,81						<1,2		1,8	45	1,6	24	3,4	23	<22	
455	491HH10	HH	Hamburg	3,4	19	4,1	21					<1,2		2,4	38	1,4	26	5,5	21	<22	
456	491HH20 T	HH	Hamburg	7,8	13	5,1	19					<1,2		15	14	6,4	15	1,9	24	48	49
457	144MV10	MV	Demmin	18	12	39	16					2,5	21	2,2	41	0,69	36	11	21	25	45
458	144MV20 T	MV	Demmin	6,7	13	12	19					1,5	17	2,4	37	0,49	48	8,4	21	<17	
459	145MV10	MV	Demmin	11	13	17	18					<0,74		<1,8		1,3	27	2,3	24	23	61
460	145MV20 T	MV	Demmin	6,2	15	7,4	21					<0,74		<1,7		0,59	42	5,6	22	<21	
461	146MV10	MV	Demmin	26	12	17	18	19	23	<4,3		14	15	4,5	24	19	12	24	20	94	36
462	146MV20 T	MV	Demmin	16	12	11	20	25	21	<4,2		16	14	5,1	22	0,85	33	17	20	72	39
463	147MV10	MV	Demmin	14	12	29	18					<0,74		2,2	40	<0,42		12	21	<17	
464	147MV20 T	MV	Demmin	5,5	14	9,1	22					<0,74		4,2	25	1,4	26	9,5	21	<21	
465	148MV10	MV	Demmin	4,0	17	14	21	<6,6		<8,5		6,4	18	<1,7		<0,46		8,3	21	<17	
466	148MV20 T	MV	Demmin	4,1	17	12	20					2,5	18	<1,8		0,51	55	7,5	21	<21	
467	149MV10	MV	Demmin	14	12	41	16					<0,74		<1,8		<0,40		3,9	22	<17	
468	149MV20 T	MV	Demmin	6,3	15	13	19					<0,74		2,0	43	<0,39		6,6	21	<21	
469	150MV10	MV	Demmin	9,1	13	23	17					<0,74		<1,7		<0,48		3,3	23	<21	
470	150MV20 T	MV	Demmin	5,9	14	9,5	23					<0,74		<1,7		<0,42		3,7	22	<21	
471	151MV10	MV	Demmin	9,5	13	25	17					<0,74		<1,8		<0,51		4,1	22	22	70
472	152MV10	MV	Demmin	12	13	21	17					1,5	20	<1,8		6,5	15	5,9	21	28	60
473	152MV20 T	MV	Demmin	4,5	14	7,8	30					<0,74		<1,7		1,1	28	2,8	23	<21	
474	153MV10	MV	Demmin	3,8	18	4,5	28					<0,74		<1,6		<0,45		4,1	22	<17	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
475	153MV20 T	MV	Demmin	1,9	29	<2,1						<0,74		<1,8		<0,46		4,2	22	<21	
476	067MV10	MV	Nordwestmecklenburg	3,3	17	7,4	28					1,2	22	1,2	37	0,82	24	13	21		
477	067MV20 T	MV	Nordwestmecklenburg	1,4	26	2,6	42					1,2	22	1,1	32	0,88	21	10	21		
478	068MV10	MV	Nordwestmecklenburg	16	12	15	19					<0,74		2,0	26	17	12	8,1	21	60	34
479	068MV20 T	MV	Nordwestmecklenburg	8,7	13	11	20					<0,74		<0,75		0,50	28	5,5	21		
480	069MV10	MV	Nordwestmecklenburg	19	12	10	19					<0,74		<0,96		0,61	29	5,9	21	47	36
481	069MV20 T	MV	Nordwestmecklenburg	8,3	14	6,4	28					<0,74		2,2	24	0,42	35	14	21		
482	070MV10	MV	Nordwestmecklenburg	17	13	19	19					<0,74		<0,85		<0,22		5,5	21	20	52
483	070MV20 T	MV	Nordwestmecklenburg	9,1	12	8,0	20					<0,74		1,2	33	1,1	19	5,2	21		
484	241MV10	MV	Rügen	8,2	13	13	19	48	20	<6,0		44	15	<1,7		1,3	28	2,9	22	82	37
485	241MV20 T	MV	Rügen	5,3	15	6,3	42	44	19	<4,3		38	13	2,3	38	0,84	35	4,8	21	77	35
486	242MV10	MV	Rügen	9,9	13	13	22					7,7	20	<1,8		1,1	30	4,5	21	33	51
487	242MV20 T	MV	Rügen	5,5	15	6,7	27					6,3	19	<1,8		0,82	36	2,5	23	16	51
488	243MV10	MV	Rügen	11	13	24	18	23	22	<4,1		21	14	1,9	44	2,8	20	4,0	21	50	42
489	243MV20 T	MV	Rügen	6,3	14	12	20	25	19	<2,5		21	13	<1,7		1,0	31	7,1	21	47	43
490	244MV10	MV	Rügen	5,8	15	8,1	24					8,7	19	2,3	39	2,2	21	4,5	22	33	51
491	244MV20 T	MV	Rügen	4,2	16	4,2	32					8,7	19	3,2	31	0,84	38	6,5	21	28	55
492	245MV10	MV	Rügen	11	13	12	20	44	19	<4,0		42	13	2,1	44	3,1	18	5,2	21	120	34
493	245MV20 T	MV	Rügen	10	13	7,8	22	19	24	<5,1		16	15	<1,9		0,75	38	3,5	22	62	39
494	246MV10	MV	Rügen	8,7	14	6,6	24					8,7	19	<1,8		1,0	32	5,0	21	32	52
495	246MV20 T	MV	Rügen	7,2	13	2,1	48					3,1	22	<1,7		<0,43		2,2	23	<18	
496	570NI10	NI	Braunschweig	8,3	13	13	17	15	19	<1,6		12	20	6,2	21	2,1	22	11	22	41	46
497	570NI20 T	NI	Braunschweig	2,3	22	<1,4		14	20	<1,8		8,7	23	3,2	34	<0,46		14	22	26	59
498	563NI10	NI	Osnabrück	9,7	13	8,1	18	120	16	2,9	33	58	16	8,5	18	1,5	25	30	20	200	32
499	563NI20 T	NI	Osnabrück	1,5	31	1,7	41	<1,4		<1,7		<1,3		6,7	19	3,9	17	4,2	22	<19	
500	562NI10	NI	Cloppenburg	5,6	15	4,2	35	<1,2		<1,4		<1,1		<1,8		0,47	51	7,7	21	<19	
501	562NI20 T	NI	Cloppenburg	4,1	16	3,5	28	<1,2		<1,5		<1,2		<1,7		0,33	54	<1,5		<19	
502	547NI10	NI	Cuxhaven	3,7	18	2,6	22	4,6	27	<1,7		3,9	29	2,0	42	0,63	41	4,6	21	<20	
503	547NI20 T	NI	Cuxhaven	6,4	14	2,7	23	4,1	28	<1,6		3,5	29	<1,7		0,50	45	2,7	22	<20	
504	085NI10	NI	Diepholz	18	12	26	19					<1,5		<0,89		<0,23		8,2	22	33	42
505	085NI20 T	NI	Diepholz	4,1	19	3,4	39					<0,74		4,0	20	1,3	22	7,1	23		
506	558NI10	NI	Diepholz	14	12	12	16	<1,4		<1,8		<1,4		2,1	43	1,4	26	6,3	21	<19	
507	558NI20 T	NI	Diepholz	4,0	16	2,3	27	<1,3		<1,7		<1,3		2,0	43	1,4	27	3,5	22	<19	
508	002NI10 T	NI	Emsland	17	13	8,7	26					<0,74		<6,0		1,7	52	7,0	21		

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
509	552NI10	NI	Emsland	6,0	16	7,0	17	<4,7		<6,1		<4,6		2,0	43	0,91	30	4,4	22	<20	
510	552NI20	T	NI	<0,94		<0,65		2,6	37	<2,1		<1,5		<1,8		0,72	37	2,0	24	<20	
511	040NI20	T	NI	1,8	25	<2,5						<0,74		1,2	29	0,63	24	5,3	21		
512	041NI20	T	NI	3,4	17	<2,1						<0,74		0,99	34	0,37	31	5,8	21		
513	091NI10	NI	Goslar	4,3	25	8,8	40					1,2	22	7,0	14	9,4	13	<3,1		<23	
514	091NI20	T	NI	1,3	37	3,4	50					<0,74		<0,63		0,66	23	4,7	23		
515	092NI10	NI	Goslar	1,4	46	<5,3						<0,74		1,0	43	0,93	22	<3,0			
516	092NI20	T	NI															<3,0			
517	092NI21	T	NI	1,3	26	<3,6						<0,74		<0,88		0,65	26				
518	092NI22	T	NI	1,5	23	<3,9						<0,74		<0,89		1,5	19				
519	553NI10	NI	Goslar	0,97	43	0,97	53	<1,5		<1,9		<1,4		<1,8		0,70	36	<1,4		<20	
520	553NI20	T	NI	<0,83		<0,88		<1,5		<1,9		<1,5		<1,7		0,85	34	<1,4		<26	
521	557NI10	NI	Grafschaft Bentheim	9,7	13	7,5	17	1,4	38	<1,2		<0,93		2,5	36	1,3	27	10	21	36	54
522	557NI20	T	NI	6,5	14	3,9	19	<1,2		<1,6		<1,2		2,0	43	0,48	41	3,5	22	<19	
523	568NI10	T	NI	2,6	21	5,1	18	100	16	<1,5		45	16	11	15	2,5	20	25	21	150	33
524	555NI10	T	NI	5,1	16	5,8	18	36	19	<3,2		17	22	7,8	18	2,2	21	17	20	51	44
525	555NI11	T	NI	13	12	10	17	82	16	<2,7		33	18	4,1	25	1,4	26	21	20	110	35
526	559NI10	NI	Harburg	5,0	15	4,0	22	<1,3		<1,7		<1,3		<1,9		0,73	35	7,3	21	19	72
527	559NI20	T	NI	2,0	24	2,1	33	<1,3		<1,7		<1,4		2,3	40	0,55	39	5,1	21	<19	
528	082NI10	NI	Helmstedt	24	18	<7,1						4,5	19	2,1	27	1,1	22	<4,4		53	37
529	082NI20	T	NI	12	12	<9,0						3,7	20	2,8	17	1,0	19	8,9	22	<23	
530	082NI21	T	NI	2,3	23	2,4	48					1,2	22	0,72	44	<0,49		<4,4			
531	083NI20	T	NI	3,4	27	4,9	42					<0,74		1,7	29	9,7	12	<4,4			
532	569NI10	NI	Helmstedt	15	12	18	16	3,9	26	<1,2		2,3	31	5,3	22	0,92	31	12	22	20	71
533	569NI20	T	NI	16	12	20	16	3,4	30	<1,6		1,7	39	<2,0		1,1	29	5,8	24	35	51
534	556NI20	T	NI	8,9	13	2,6	27	17	18	<1,2		14	19	7,8	18	2,4	20	1,8	24	55	41
535	551NI10	NI	Holzminden															7,0	21		
536	551NI20	T	NI	3,9	17	6,9	19	150	16	4,8	37	100	16	3,2	30	0,36	59	6,6	21	140	33
537	554NI10	NI	Holzminden															55	20		
538	554NI20	T	NI	1,7	26	2,6	25	<1,4		<1,9		<1,4		15	14	1,5	25	55	20	<20	
539	548NI10	NI	Lüchow-Dannenberg	2,8	20	4,5	20	<0,91		<1,2		<0,91		2,0	42	0,58	44	3,2	22	<20	
540	548NI20	T	NI	1,6	27	<0,77		<1,8		<2,4		<1,8		<1,7		0,64	42	3,8	22	<20	
541	549NI10	NI	Lüneburg	3,6	16	2,7	23	<1,3		<1,7		<1,3		1,9	46	1,0	31	4,5	21	<20	
542	549NI20	T	NI	1,5	29	0,94	45	<1,4		<1,8		<1,4		2,1	42	2,6	19	<1,4		<20	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
543	086NI10	NI	Nienburg (Weser)	10	14	12	27					2,5	18	3,4	21	2,0	17	13	21	<23	
544	086NI20	T	Nienburg (Weser)	3,4	18	<3,1						1,2	22	<0,68		<0,57		14	21		
545	565NI10	T	Northeim	4,8	16	8,4	18	200	15	3,6	30	76	16	3,6	28	0,97	30	<5,9		260	32
546	567NI10	T	Northeim	6,0	14	7,7	17	53	16	1,4	44	33	17	9,7	16	1,4	25	28	21	140	33
547	567NI11	T	Northeim	4,5	17	8,8	17	190	15	<1,4		23	18	16	14	4,7	16	44	21	230	32
548	564NI10	NI	Oldenburg	10	13	9,7	17	11	22	<1,9		3,9	30	2,5	36	0,96	30	8,6	22	<19	
549	564NI20	T	Oldenburg	11	13	8,4	17	<0,92		<1,2		<0,89		4,2	25	2,7	20	<4,0		33	52
550	089NI20	T	Osnabrück	3,0	16	4,4	30					6,2	19	6,5	14	1,3	17	30	21	28	60
551	090NI10	NI	Osterode am Harz	2,4	29	5,7	35					<0,74		1,2	38	2,2	16	<3,1			
552	090NI20	T	Osterode am Harz															<3,1			
553	090NI21	T	Osterode am Harz	2,4	30	<6,5						<0,74		<1,0		0,53	32				
554	090NI22	T	Osterode am Harz	2,3	31	3,2	39					<3,0		1,4	34	1,6	18				
555	550NI10	NI	Peine	19	12	22	16	2,2	36	<1,7		2,3	35	2,8	34	0,65	40	14	20	26	60
556	550NI20	T	Peine	6,0	15	7,7	17	12	21	<1,9		10	22	2,0	43	1,1	28	2,6	22	<20	
557	087NI10	NI	Region Hannover	8,1	15	<4,5						1,2	22	3,5	19	4,5	14	<3,6		28	60
558	087NI20	T	Region Hannover	7,1	13	4,6	41					<0,74		4,2	15	2,9	14	<3,6		<14	
559	088NI10	NI	Region Hannover	15	13	13	21					<0,74		5,1	18	2,3	16	20	21	28	60
560	088NI20	T	Region Hannover	3,1	15	3,0	51					<0,74		2,5	20	1,2	18	7,3	22		
561	566NI10	NI	Region Hannover	14	12	22	16	<0,91		<1,2		<0,88		3,4	28	2,3	21	8,7	23	46	44
562	566NI20	T	Region Hannover	4,3	14	3,1	24	<0,96		<1,2		<0,91		2,0	43	2,5	20	<4,8		<19	
563	560NI10	NI	Vechta	8,3	14	6,0	18	16	21	<2,5		15	21	2,3	39	2,6	20	6,8	21	38	48
564	560NI20	T	Vechta	3,8	17	4,1	23	8,7	23	<2,1		7,9	24	4,2	25	1,3	27	3,4	22	22	67
565	084NI10	NI	Wolfenbüttel	6,4	16	<5,5		31	17	<1,6		11	14	2,3	24	0,61	29	13	22	47	38
566	084NI20	T	Wolfenbüttel	6,8	14	6,2	38	28	17	<1,6		12	14	3,6	16	1,7	16	8,1	23	43	39
567	104NI10	T	Wolfenbüttel	0,82	47	<6,7		59	20	<6,7		36	14	3,8	17	0,52	25			96	33
568	105NI10	T	Wolfenbüttel	0,93	45	<9,2		46	20	<6,4		38	14	3,7	16	0,59	24			91	33
569	106NI10	T	Wolfenbüttel	4,9	16	8,7	35	27	18	<1,8		19	13	2,6	19	0,40	28			50	42
570	107NI10	T	Wolfenbüttel	4,9	15	6,0	43	30	17	<1,5		19	13	4,6	15	0,81	21			51	47
571	108NI10	T	Wolfenbüttel	4,5	15	6,4	40	13	20	<1,5		10	14	3,4	16	0,37	31			19	53
572	109NI10	T	Wolfenbüttel	4,0	16	15	30					5,4	20	1,6	24	0,32	34			<16	
573	561NI10	NI	Wolfenbüttel	1,6	31	3,3	30	8,7	23	<2,0		7,5	24	6,6	20	1,4	25	21	20	20	71
574	561NI20	T	Wolfenbüttel	<0,99		2,6	39	5,8	23	<1,2		4,6	24	2,0	47	1,2	29	6,2	21	<19	
575	179NW10	NW	Bochum	1,5	19	2,5	43					<0,74		4,3	25	4,0	17	12	21	<21	
576	179NW20	T	Bochum	1,5	31	2,3	45					<0,74		3,1	31	4,4	16	13	21	<21	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
577	337NW10	NW	Düsseldorf	2,9	21	2,4	27	18	25	<5,1		11	15	2,2	40	0,94	35	12	21	28	57
578	337NW20 T	NW	Düsseldorf	3,3	17	1,9	37	23	23	<4,6		10	14	<1,9		<0,47		3,3	22	33	51
579	180NW10	NW	Essen	1,4	34	2,7	36					1,2	14	2,9	32	2,9	23	8,7	21	<21	
580	180NW20 T	NW	Essen	1,7	26	<2,0						1,2	16	2,9	31	2,9	20	11	21	<21	
581	359NW10	NW	Köln	<1,2		2,0	26					4,9	11	<1,8		<0,42		14	20	22	65
582	359NW20 T	NW	Köln	<0,93		2,7	25					4,9	11	<1,7		<0,43		7,9	21	23	63
583	215NW20 T	NW	Mülheim an der Ruhr	1,1	42	<4,3						5,9	20	<1,8		0,59	46	7,0	21	30	51
584	334NW10	NW	Solingen	1,6	26	<0,73						<0,74		<1,8		<0,42		<1,6		<19	
585	334NW20 T	NW	Solingen	1,3	34	<0,66						<0,74		<1,8		<0,43		<1,6		<19	
586	340NW10	NW	Aachen	2,6	22	1,1	41					<0,74		<1,7		<0,42		<1,5		<19	
587	340NW20 T	NW	Aachen	1,7	26	<0,72						<0,74		<1,7		<0,43		1,7	24	<19	
588	527NW10	NW	Borken	5,9	14	8,8	16					6,2	12	2,0	43	6,4	15	4,6	22	30	58
589	527NW20 T	NW	Borken	3,0	20	3,8	19					5,7	11	<1,7		7,3	14	<2,3		<22	
590	531NW10	NW	Borken	9,2	13	6,5	18					<0,87		<1,8		5,1	17	5,6	21	<22	
591	532NW10	NW	Borken	9,2	13	8,4	17					7,5	12	3,0	31	9,1	14	11	21	28	61
592	532NW20 T	NW	Borken	2,2	21	1,6	31					7,9	11	<1,8		4,8	16	2,1	24	<22	
593	533NW10	NW	Borken	5,3	15	4,1	23	35	20	<4,8		30	10	<1,7		0,58	40	6,8	21	65	40
594	534NW10	NW	Borken	6,2	14	9,4	17	24	22	<4,5		19	11	<1,7		2,5	20	5,3	21	54	43
595	534NW20 T	NW	Borken	3,7	19	4,9	19	21	25	<5,7		19	11	2,2	41	3,1	18	4,9	21	38	51
596	526NW10	NW	Coesfeld	1,9	25	3,4	20					<0,87		<1,8		0,51	44	4,0	23	<22	
597	526NW20 T	NW	Coesfeld	1,3	34	1,2	37					<0,87		<1,7		<0,40		3,2	24	<22	
598	528NW10	NW	Düren	36	12	15	16	120	17	<4,5		64	10	6,3	20	4,3	16	23	21	180	32
599	528NW11	NW	Düren	2,8	19	2,6	23	44	19	<4,4		25	10	12	15	3,2	18			63	41
600	528NW20 T	NW	Düren	25	12	10	17	88	17	<4,6		49	10	<1,8		1,3	27	4,5	24	160	33
601	522NW20 T	NW	Euskirchen	<0,89		<1,1						9,3	11	6,4	20	1,6	25	20	21	<22	
602	523NW20 T	NW	Euskirchen	<0,92		<1,1						7,6	11	8,5	17	2,4	20	17	21	<22	
603	529NW10	NW	Euskirchen	7,2	13	4,1	20					<0,87		11	15	12	14	24	21	<22	
604	529NW20 T	NW	Euskirchen	0,96	42	<0,69						<0,87		2,3	37	7,8	15	<6,7		<22	
605	181NW10	NW	Gütersloh	6,4	14	7,0	22					4,0	20	<1,7		3,0	20	4,8	21	33	54
606	181NW20 T	NW	Gütersloh	2,1	23	3,4	32					4,9	21	<1,8		4,5	18	2,4	22	28	60
607	182NW10	NW	Gütersloh	3,1	18	<2,2						3,0	13	<1,7		3,0	20	6,0	21	<21	
608	182NW20 T	NW	Gütersloh	1,7	27	<1,8						3,0	13	<1,7		6,3	16	<1,3		<21	
609	535NW10	NW	Heinsberg	3,0	19	3,5	23	11	27	<3,9		11	11	<1,8		<0,40		7,0	21	32	56
610	545NW10	NW	Heinsberg															5,9	21		

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
611	545NW20 T	NW	Heinsberg															<1,8			
612	183NW10 T	NW	Höxter	3,5	18	<2,0						10	18	7,2	18	5,8	15	38	20	39	50
613	339NW10	NW	Kleve	<1,2		<2,3		36	20	<4,5		18	11	1,8	47	<0,44		15	20	64	39
614	339NW20 T	NW	Kleve	<1,1		1,4	39	42	19	<4,0		22	10	<1,7		<0,49		1,7	24	68	38
615	476NW10	NW	Mettmann	19	12	1,8	32	70	19	<7,4		27	10	10	16	1,4	25	59	20	130	34
616	476NW11	NW	Mettmann	53	11	7,3	17	75	18	<5,2		25	10	16	14	2,0	21	62	20	150	33
617	476NW20 T	NW	Mettmann	29	12	2,6	25	71	18	<5,4		25	10	16	14	2,6	19	5,1	22	120	34
618	172NW10 T	NW	Minden-Lübbecke	4,7	15	10	20	21	24	<5,2		17	15	3,2	29	5,0	15	12	21	42	46
619	173NW10 T	NW	Minden-Lübbecke	4,5	15	8,3	22					3,6	18	3,0	34	1,4	27	5,6	21	22	66
620	174NW10	NW	Minden-Lübbecke	14	12	7,6	22					1,2	14	8,9	16	8,4	14	29	20	28	58
621	174NW20 T	NW	Minden-Lübbecke	12	12	4,1	33					6,2	19	16	14	3,1	18	58	20	47	44
622	175NW10 T	NW	Minden-Lübbecke	<0,82		<1,7						2,4	18	2,4	38	4,5	16	9,4	21	<21	
623	176NW10 T	NW	Minden-Lübbecke	<0,83		<1,6						0,99	14	2,6	35	3,9	17	6,6	21	<21	
624	177NW10	NW	Minden-Lübbecke	7,3	14	4,6	26					<0,74		2,3	38	6,1	15	6,8	21	22	70
625	177NW20 T	NW	Minden-Lübbecke	1,9	25	<1,9						<0,74		1,6	48	5,1	17	<1,7		<21	
626	336NW10	NW	Märkischer Kreis	<0,98		0,82	43					<0,74		<1,7		0,94	32	1,4	25	<19	
627	336NW20 T	NW	Märkischer Kreis	<0,83		<0,67						<0,74		<1,9		1,0	32	<1,4		<19	
628	571NW10	NW	Neuss															11	21		
629	571NW20 T	NW	Neuss															<2,5			
630	335NW10	NW	Oberbergischer Kreis	1,9	26	0,80	47					<0,74		3,2	30	1,5	26	<1,6		<19	
631	335NW20 T	NW	Oberbergischer Kreis	3,4	17	<0,68						<0,74		<1,8		<0,43				<19	
632	358NW10	NW	Oberbergischer Kreis															<2,8			
633	358NW20 T	NW	Oberbergischer Kreis															<2,8			
634	338NW10	NW	Paderborn	7,4	13	7,2	18					3,7	12	<1,7		0,58	45	6,5	21	23	63
635	338NW20 T	NW	Paderborn	7,3	14	6,5	22					5,2	11	<1,7		<0,45				30	54
636	178NW20 T	NW	Recklinghausen	5,6	14	11	18					9,0	19	<1,7		5,2	17	2,6	23	22	70
637	217NW10	NW	Recklinghausen	4,4	15	7,0	22					3,5	17	<1,7		<0,48		3,8	21	22	62
638	217NW20 T	NW	Recklinghausen	4,6	16	7,2	25					1,9	17	<1,8		0,59	46	1,9	23	<17	
639	521NW10	NW	Rhein-Sieg-Kreis	11	13	6,1	18					<0,87		5,8	20	1,7	23			<22	
640	521NW20 T	NW	Rhein-Sieg-Kreis	8,2	14	5,2	20					<0,87		<1,7		1,6	25	<2,0		<22	
641	524NW10	NW	Steinfurt	11	12	12	16					<0,87		2,1	42	0,58	39	5,1	23	<22	
642	524NW11	NW	Steinfurt	19	12	21	16					<0,87		2,5	35	1,1	30	7,9	21	<22	
643	524NW20 T	NW	Steinfurt	8,4	13	10	18					<0,87		<1,7		0,75	37	<2,2		<22	
644	525NW10	NW	Steinfurt	2,5	22	3,7	20	20	22	<3,8		14	11	<1,7		1,8	24	2,7	24	33	55

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
645	525NW20 T	NW	Steinfurt	3,5	16	3,0	23	29	21	<4,5		20	11	<1,8		1,6	24	3,3	23	47	46
646	360NW10	NW	Unna	1,2	33	1,0	46					1,6	13	<1,9		<0,42		<1,8		<19	
647	360NW20 T	NW	Unna	2,2	21	2,2	27					1,2	13	2,5	36	0,50	50	22	20	<19	
648	216NW10	NW	Wesel	2,4	21	<2,6						8,0	19	<2,0		0,75	40	17	20	28	55
649	216NW20 T	NW	Wesel	2,0	24	3,3	34					8,7	19	3,5	28	1,2	29	13	20	22	62
650	530NW10	NW	Wesel	3,6	16	3,3	20					7,1	11	<1,7		2,2	22	7,0	21	<22	
651	530NW20 T	NW	Wesel	1,8	26	<0,77						9,3	11	<1,7		3,6	19	2,0	24	<22	
652	393RP10	RP	Frankenthal (Pfalz)	20	12	16	16					<0,74		2,3	38	5,1	16	8,9	21	26	59
653	393RP20 T	RP	Frankenthal (Pfalz)	9,5	13	5,0	18					<0,74		<1,8		1,3	28	3,2	22	23	64
654	413RP10	RP	Kaiserslautern	7,0	14	5,0	18					<0,74		<1,9		1,6	25	11	21	<18	
655	413RP20 T	RP	Kaiserslautern	8,1	13	4,6	18					<0,74		<1,8		<0,40		13	21	22	65
656	365RP10	RP	Landau in der Pfalz	7,1	13	4,3	20					<0,74		2,8	34	0,51	45	14	21	<19	
657	365RP20 T	RP	Landau in der Pfalz	4,1	17	3,2	22					<0,74		<1,9		0,70	37	5,6	22	<19	
658	391RP10	RP	Ludwigshafen am Rhein	12	12	11	16					<0,74		2,8	34	7,4	14	12	21	<19	
659	391RP20 T	RP	Ludwigshafen am Rhein	5,3	15	4,2	21					<0,74		1,8	47	10	14	3,3	22	<19	
660	367RP10	RP	Neustadt an der Weinstraße	9,0	13	6,1	18					<0,74		<2,1		0,80	37	9,9	21	<19	
661	367RP20 T	RP	Neustadt an der Weinstraße	2,7	21	2,6	23					<0,74		<1,7		0,69	43	3,8	22	<19	
662	364RP10	RP	Südwestpfalz	14	12	10	17					<0,74		4,2	25	1,9	24	18	21	<19	
663	364RP20 T	RP	Südwestpfalz	15	12	9,0	17					<0,74		<1,7		0,78	36	5,6	22	<19	
664	368RP10	RP	Speyer	12	12	12	16					<0,74		<1,7		3,4	19	9,9	21	22	65
665	368RP20 T	RP	Speyer	9,2	13	6,1	17					<0,74		<1,7		<0,42		8,7	21	<19	
666	414RP10	RP	Ahrweiler	1,4	31	0,86	43	28	21	<4,2		15	10	2,6	36	0,59	42	19	20	42	46
667	414RP20 T	RP	Ahrweiler	<0,86		<0,75		21	26	<6,3		17	10	1,8	46	<0,47		12	21	51	42
668	401RP10	RP	Alzey-Worms	46	11	19	16	170	16	<4,4		77	14	2,4	38	2,4	21	80	20	300	31
669	401RP20 T	RP	Alzey-Worms	29	12	9,1	18	79	17	<4,3		37	15	<1,8		0,63	44	36	20	150	33
670	405RP10	RP	Alzey-Worms	13	12	13	16					7,4	26	<1,8		0,83	38	10	21	56	41
671	405RP11	RP	Alzey-Worms	11	12	14	16					6,2	22	<1,8		<0,48		11	21	47	44
672	405RP20 T	RP	Alzey-Worms	8,6	13	8,0	17					6,7	14	<1,8		0,61	42	9,3	21	31	53
673	406RP10	RP	Alzey-Worms	42	11	67	16	420	16	<13		340	14	2,1	43	1,2	28	39	20	790	31
674	406RP11	RP	Alzey-Worms	31	11	64	15	670	16	<13		380	14	23	13	4,4	16	250	20	1200	31
675	406RP12	RP	Alzey-Worms	6,1	14	7,8	17	140	17	<7,1		70	13	5,8	21	1,1	29	68	20	180	34
676	406RP20 T	RP	Alzey-Worms	15	12	22	16	190	16	<4,2		110	11	<1,7		0,44	56	13	21	300	31
677	392RP10	RP	Bad Dürkheim	27	11	51	15	68	18	<4,6		61	12	2,4	37	2,3	21	6,8	21	190	33
678	392RP20 T	RP	Bad Dürkheim	3,6	17	3,1	24					5,2	12	<1,8		1,7	23	<1,7		<19	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
679	411RP10	RP	Bad Dürkheim	25	12	8,2	21					8,8	19	5,4	22	1,1	29	44	20	38	49
680	411RP20 T	RP	Bad Dürkheim	20	12	8,0	17					5,9	18	<1,8		<0,41		4,1	22	42	46
681	416RP10	RP	Bad Dürkheim	25	12	25	16	89	17	<4,6		58	10	<1,7		0,43	53	19	21	180	32
682	416RP20 T	RP	Bad Dürkheim	29	12	24	16	110	17	<4,7		68	9	2,8	34	0,55	46	<2,4		210	32
683	372RP10	RP	Bad Kreuznach	120	11	42	15	69	18	<5,5		47	10	14	14	44	12	410	20	280	32
684	372RP20 T	RP	Bad Kreuznach	62	11	19	16	290	16	13	31	210	10	26	13	21	13	180	20	550	31
685	374RP10	RP	Bad Kreuznach	9,0	13	5,3	18	260	16	6,9	37	150	11	2,3	40	1,8	24	45	20	440	31
686	374RP11	RP	Bad Kreuznach	7,5	13	8,0	17	81	17	<3,9		25	12	9,5	16	16	13	45	20	120	34
687	374RP20 T	RP	Bad Kreuznach	7,0	13	5,4	18	250	16	8,0	35	150	11	11	16	2,8	21	25	20	410	31
688	394RP10	RP	Bad Kreuznach	8,2	13	7,6	17	70	18	<4,1		28	12	8,8	17	3,4	18	36	20	100	35
689	394RP20 T	RP	Bad Kreuznach	6,5	15	7,0	17	85	17	<4,5		33	12	3,3	30	2,3	21	20	20	88	36
690	395RP10	RP	Bad Kreuznach	51	11	47	15	840	17	<29		590	13	8,5	17	2,2	21	240	20	1300	30
691	395RP11	RP	Bad Kreuznach	68	11	75	15	580	16	<16		290	13	29	13	26	12	230	20	940	30
692	395RP20 T	RP	Bad Kreuznach	33	12	25	16	340	17	<15		200	10	<1,7		<0,40		22	20	600	31
693	396RP10	RP	Bad Kreuznach	35	12	11	16	700	16	26	38	620	13	17	14	2,5	20	130	20	1200	30
694	396RP20 T	RP	Bad Kreuznach	7,3	14	3,7	22	170	16	<5,1		92	13	2,2	41	0,56	48	16	21	220	32
695	356RP10	RP	Bernkastel-Wittlich	5,1	15	4,1	19					0,86	12	6,8	19	3,4	20	28	20	<21	
696	356RP20 T	RP	Bernkastel-Wittlich	6,9	14	3,8	20					1,2	13	2,1	43	1,4	28	5,2	22	<18	
697	357RP10	RP	Bernkastel-Wittlich	11	13	15	16					<0,74		8,4	18	3,0	19	67	20	<19	
698	357RP20 T	RP	Bernkastel-Wittlich	4,7	12	7,2	17					<0,74		10	17	4,7	16	30	20	<19	
699	352RP10	RP	Bitburg-Prüm	37	12	18	16	65	20	<7,7		5,0	12	7,4	19	9,3	14	22	20	130	34
700	352RP20 T	RP	Bitburg-Prüm	35	12	17	16	51	21	<7,6		5,1	12	<1,7		6,3	16	17	20	110	34
701	354RP10	RP	Bitburg-Prüm	2,0	25	1,7	39					<0,74		7,4	18	1,8	24	52	20	<16	
702	354RP20 T	RP	Bitburg-Prüm	2,7	21	1,7	34					<0,74		3,2	31	0,98	32	17	20	<17	
703	353RP10	RP	Cochem-Zell	<0,92		<1,7						<0,74		8,4	18	1,8	25	95	20	<19	
704	353RP20 T	RP	Cochem-Zell	1,3	38	<1,5						<0,74		12	15	2,2	23	34	20	<18	
705	351RP10	RP	Vulkaneifel	1,9	27	<1,2						<0,74		<1,7		1,7	25	17	20	<19	
706	351RP20 T	RP	Vulkaneifel	1,7	28	<1,1						<0,74		2,3	41	5,4	17	17	20	<17	
707	355RP10	RP	Vulkaneifel	1,4	32	0,94	39					<0,74		4,0	26	1,5	25	37	20	<17	
708	355RP20 T	RP	Vulkaneifel	1,1	38	1,2	41					1,2	13	7,6	18	2,1	23	34	20	<21	
709	375RP10	RP	Donnersbergkreis	17	12	8,5	17	75	17	<4,3		35	12	5,1	22	1,4	27	47	20	120	34
710	375RP20 T	RP	Donnersbergkreis	7,9	13	4,2	21	53	20	<6,4		25	12	1,8	47	1,2	30	6,7	21	68	37
711	376RP10	RP	Donnersbergkreis	110	11	19	16	18	27	<6,2		4,8	16	4,2	25	1,4	28	31	20	140	34
712	376RP11	RP	Donnersbergkreis	11	12	8,6	17	81	18	<6,2		39	13	35	12	5,7	16	260	20	130	34

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	
713	376RP20	T	RP	Donnersbergkreis	56	11	14	16	96	17	<4,6		67	12	4,3	25	2,6	21	11	21	240	32
714	402RP10		RP	Donnersbergkreis	60	11	130	15					1,2	26	<1,7		2,3	21	11	21	89	36
715	402RP20	T	RP	Donnersbergkreis	45	11	92	16					1,2	35	<1,7		0,84	34	8,5	22	73	38
716	397RP10		RP	Kusel	33	12	17	16	30	23	<4,6		24	17	15	14	2,4	25	45	20	81	37
717	397RP20	T	RP	Kusel	23	12	13	16	28	21	<4,2		24	16	2,6	37	0,95	34	42	20	78	37
718	412RP10		RP	Kusel	3,3	17	4,6	18	29	21	<4,3		16	12	<1,7		0,59	42	15	20	38	50
719	412RP20	T	RP	Kusel	3,3	17	4,7	19	26	22	<4,7		17	15	2,1	43	0,43	53	17	20	38	49
720	409RP10		RP	Rhein-Pfalz-Kreis	26	12	24	16					<0,74		<1,7		0,46	51	16	21	44	45
721	409RP20	T	RP	Rhein-Pfalz-Kreis	9,5	13	7,1	17					<0,74		<1,8		0,60	41	2,4	23	<18	
722	410RP10		RP	Rhein-Pfalz-Kreis	7,6	14	9,7	21					4,9	19	<1,8		<0,37		6,6	21	19	73
723	410RP20	T	RP	Rhein-Pfalz-Kreis	10	13	12	17					<0,74		<1,8		0,47	49	3,2	23	<18	
724	415RP10		RP	Mayen-Koblenz	2,1	24	1,7	30	50	20	<5,6		42	10	3,0	31	0,72	37	50	20	82	37
725	415RP20	T	RP	Mayen-Koblenz	1,3	31	1,3	33	43	19	<3,9		34	10	<1,8		<0,35		6,3	21	70	38
726	363RP10		RP	Südwestpfalz	7,0	14	4,6	19					<0,74		19	13	7,0	15	20	20	<19	
727	363RP20	T	RP	Südwestpfalz	6,7	14	4,1	20					<0,74		3,3	30	1,1	30	21	20	<19	
728	407RP10		RP	Rhein-Lahn-Kreis	2,1	24	1,6	32	43	19	<4,0		13	13	<1,7		<0,39		<2,0		63	39
729	407RP20	T	RP	Rhein-Lahn-Kreis	2,1	24	2,1	28	40	19	<4,2		12	13	<1,8		0,48	41	6,5	21	53	42
730	408RP10		RP	Rhein-Lahn-Kreis	1,3	32	3,4	22					8,4	15	4,1	26	<0,48		31	20	33	54
731	408RP20	T	RP	Rhein-Lahn-Kreis	2,0	23	1,9	27					2,7	15	<1,8		<0,40		<1,9		<18	
732	361RP10		RP	Südliche Weinstraße	8,1	13	9,5	16					<0,74		2,7	36	2,9	21	11	21	<19	
733	361RP20	T	RP	Südliche Weinstraße	6,3	14	6,8	17					<0,74		<1,9		1,8	24	2,6	23	<19	
734	362RP10		RP	Südliche Weinstraße	1,8	24	1,5	30					3,7	12	3,0	34	0,54	45	17	20	25	65
735	362RP20	T	RP	Südliche Weinstraße	1,9	25	<0,70						3,5	12	2,7	37	0,61	42	10	21	<19	
736	370RP10		RP	Westerwaldkreis	0,58	41	1,9	26					<0,74		10	16	2,1	22	32	20	<19	
737	370RP11		RP	Westerwaldkreis	0,77	28	1,1	36					<0,74		6,0	20	1,2	29	49	20	<19	
738	370RP20	T	RP	Westerwaldkreis	2,4	23	<0,72						<0,74		1,8	47	0,55	42	22	20	<19	
739	371RP10		RP	Westerwaldkreis	1,7	26	<0,71						<0,74		3,2	32	0,62	45	49	20	<19	
740	371RP20	T	RP	Westerwaldkreis	<0,98		<0,70						<0,74		<1,6		<0,43		<1,7		<19	
741	373RP10		RP	Westerwaldkreis	1,9	23	<0,85						<0,74		5,2	22	0,69	38	77	20	<19	
742	373RP20	T	RP	Westerwaldkreis	<0,94		<0,74						<0,74		<1,8		1,8	24	3,1	23	<19	
743	509SH10		SH	Flensburg	3,3	19	3,0	22					<0,87		<1,8		<0,40		4,5	22	<21	
744	509SH20	T	SH	Flensburg	1,7	28	1,8	29					<0,87		<1,7		0,73	35	2,9	23	<21	
745	541SH10		SH	Kiel	7,8	13	6,4	18					<0,99		<1,7		0,42	52	1,6	24	<20	
746	541SH20	T	SH	Kiel	2,7	20	1,8	28					<0,99		<1,7		0,44	51	1,9	24	<20	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
747	514SH10	SH	Dithmarschen	6,0	14	7,5	18					0,99	13	2,6	36	1,2	29	7,3	21	<22	
748	514SH20	T SH	Dithmarschen	3,0	19	1,9	28					<0,87		<1,7		1,1	28	2,2	23	<22	
749	519SH10	SH	Herzogtum Lauenburg	5,4	15	10	17					1,9	14	<1,8		1,2	28	4,9	21	<21	
750	519SH20	T SH	Herzogtum Lauenburg	2,8	20	3,1	24					<0,87		<1,8		<0,47		1,7	24	<21	
751	544SH10	SH	Herzogtum Lauenburg	6,4	15	5,9	18					<0,99		<1,7		0,47	48	1,5	24	<20	
752	544SH20	T SH	Herzogtum Lauenburg	1,9	27	1,5	31					<0,99		<1,7		0,68	39	2,4	23	<20	
753	510SH10	SH	Nordfriesland	8,6	13	7,6	17					1,1	13	2,2	42	2,1	21	9,7	21	<22	
754	510SH20	T SH	Nordfriesland	4,4	16	4,2	20					1,7	10	<1,7		0,95	32	3,1	23	<22	
755	511SH10	SH	Nordfriesland	8,6	13	9,9	17					<0,87		1,8	48	1,2	31	7,2	21	<21	
756	511SH20	T SH	Nordfriesland	5,0	16	5,2	20					<0,87		<1,8		0,53	42	4,4	22	<21	
757	512SH10	SH	Nordfriesland	7,7	14	7,6	18					<0,87		2,3	39	0,52	45	5,7	21	<21	
758	512SH20	T SH	Nordfriesland	4,1	17	3,5	23					<0,87		2,0	43	0,41	48	6,8	21	<21	
759	513SH10	SH	Nordfriesland	17	12	24	16					0,98	14	1,9	46	<0,38		7,3	21	37	50
760	513SH20	T SH	Nordfriesland	8,9	13	9,5	17					<0,87		2,0	44	1,3	28	8,1	21	<21	
761	538SH10	SH	Ostholstein	14	12	19	16					<0,99		<1,8		3,3	18	3,3	22	22	69
762	538SH20	T SH	Ostholstein	5,0	16	7,1	17					<0,99		<1,7		0,54	42	2,7	23	<20	
763	539SH10	SH	Ostholstein	8,0	13	18	16					<0,99		<1,7		0,39	54	2,6	22	21	70
764	539SH20	T SH	Ostholstein	5,7	13	9,4	17					<0,99		<1,8		1,1	29	2,6	23	<20	
765	540SH10	SH	Ostholstein	11	13	16	16					<0,99		<1,7		0,65	41	4,8	21	<20	
766	540SH20	T SH	Ostholstein	6,4	14	5,3	19					<0,99		3,0	32	0,71	38	6,8	21	<20	
767	516SH10	SH	Pinneberg	5,3	16	3,0	22					9,3	11	2,4	38	1,5	24	10	21	<22	
768	516SH20	T SH	Pinneberg	5,7	15	4,7	19					5,5	11	<1,8		0,95	32	1,8	24	<22	
769	517SH10	SH	Pinneberg	9,5	13	13	16					4,0	11	<1,7		3,8	18	2,9	22	35	52
770	517SH20	T SH	Pinneberg	3,5	18	4,9	20					3,7	11	<1,7		0,46	42	2,4	23	<21	
771	520SH10	SH	Plön	8,4	14	15	16					5,6	12	<1,7		2,4	21	9,3	21	24	67
772	520SH20	T SH	Plön	3,3	20	4,9	19					5,4	12	<1,7		0,61	37	4,4	21	<22	
773	542SH10	SH	Rendsburg-Eckenförde	6,0	15	14	16					<0,99		<1,8		0,95	32	7,2	21	<20	
774	542SH20	T SH	Rendsburg-Eckenförde	2,4	19	4,3	21					<0,99		<1,8		0,50	46	<1,5		<20	
775	508SH10	SH	Schleswig-Flensburg	16	11	20	16					<0,87		<1,8		0,80	33	2,6	24	31	56
776	508SH20	T SH	Schleswig-Flensburg	7,8	14	8,3	18					<0,87		5,2	22	3,2	18	5,6	21	<21	
777	543SH10	SH	Segeberg	4,8	15	2,3	24					<0,99		<1,8		1,3	26	5,2	21	<20	
778	543SH20	T SH	Segeberg	1,0	39	<0,79						<0,99		<1,7		<0,39		<1,4		<20	
779	515SH10	SH	Steinburg	3,5	19	3,8	20					<0,87		<1,7		0,93	33	6,0	21	<22	
780	515SH20	T SH	Steinburg	1,5	29	2,1	26					<0,87		<1,7		0,50	50	2,2	23	<22	

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
781	518SH10	SH	Stormarn	4,7	16	4,0	21					<0,87		<1,7		1,2	28	3,3	22	<22	
782	518SH20	T SH	Stormarn	1,9	24	1,1	51					<0,87		<1,7		0,50	49	1,8	24	<21	
783	500SL10	SL	Saar-Pfalz-Kreis	16	12	12	16	35	20	<4,1		22	11	7,6	18	0,99	30	20	21	91	37
784	500SL20	T SL	Saar-Pfalz-Kreis	9,4	13	7,1	18	35	20	<4,3		23	11	2,5	37	0,84	34	7,8	22	81	38
785	501SL10	SL	Saar-Pfalz-Kreis	17	12	11	17					<1,2		9,2	17	1,4	25	19	21	27	57
786	501SL20	T SL	Saar-Pfalz-Kreis	18	12	13	18					<1,2		4,7	24	0,87	32	13	21	23	64
787	499SL10	SL	Saarlouis	12	12	11	16					<1,2		5,6	21	0,77	33	13	21	47	46
788	499SL20	T SL	Saarlouis	6,2	14	6,6	18					<1,2		2,2	40	<0,36		5,9	21	<22	
789	502SL10	T SL	Sankt Wendel	3,4	17	4,7	21	41	21	<5,8		21	11	14	14	2,1	21	44	20	64	39
790	498SL10	SL	Stadtverband Saarbrücken	14	12	14	16					<1,2		6,4	20	3,5	17	19	20	32	53
791	498SL20	T SL	Stadtverband Saarbrücken	2,4	23	3,0	23					<1,2		<1,7		0,68	41	2,2	24	<19	
792	221SN10	SN	Dresden	9,8	13	9,3	22					<0,74		3,7	27	17	13	1,5	25	44	40
793	221SN20	T SN	Dresden	7,6	13	3,7	31					<0,74		<1,7		1,7	24	<1,4		<17	
794	035SN10	SN	Görlitz	15	12	11	20					6,2	17	12	12	7,3	12			80	32
795	035SN20	T SN	Görlitz	<1,2		<2,3						3,7	12	2,7	18	1,7	16				
796	031SN10	SN	Annaberg	13	13	7,5	30					1,9	17	27	12	33	11	110	20	32	37
797	031SN20	T SN	Annaberg	14	12	6,7	26					1,9	17	4,7	15	4,9	13	110	20	33	37
798	032SN10	SN	Annaberg	9,7	13	6,8	32					<0,74		8,3	14	3,5	14	65	20		
799	032SN20	T SN	Annaberg	6,3	15	7,6	23					<0,74		11	14	1,4	17	71	20		
800	033SN10	SN	Annaberg	25	12	5,4	35					7,4	12	270	11	73	11	790	20	190	31
801	033SN20	T SN	Annaberg	22	12	2,5	52					5,9	17	34	12	11	12	780	20	140	31
802	034SN10	T SN	Annaberg	15	12	<4,0		35	14	<3,0		30	11	57	11	8,3	12	640	20	68	32
803	048SN10	SN	Annaberg	7,8	13	5,1	31					<0,74		23	12	6,8	12	86	20		
804	048SN20	T SN	Annaberg	10	13	5,1	30					<0,74		12	12	1,5	16	53	20		
805	049SN10	SN	Annaberg	24	12	7,0	22					<0,74		50	11	4,0	13	250	20	70	33
806	049SN20	T SN	Annaberg	20	12	7,3	23					2,0	16	42	11	7,6	12	120	20	43	63
807	050SN10	SN	Annaberg	7,4	13	5,3	29					<0,74		1,1	33	1,3	18	2,5	22		
808	050SN20	T SN	Annaberg	6,6	14	4,3	46					<0,74		2,9	19	1,5	16	2,2	23		
809	051SN10	T SN	Annaberg	5,5	14	<1,9						<0,74		1,6	24	1,3	17	20	20		
810	022SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	27	12	15	20	13	24	<3,5		14	14	7,2	14	6,2	13	<1,8		70	33
811	022SN20	T SN	Aue-Schwarzenberg	14	12	7,2	22					1,4	14	1,3	31	1,5	17	<1,8			
812	023SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	30	12	11	19	24	23	<5,0		25	14	20	12	19	12	<1,8		97	42
813	023SN20	T SN	Aue-Schwarzenberg	13	12	5,8	38					1,1	13	1,0	32	1,1	18	<1,8			
814	024SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	38	12	<3,8						2,5	18	24	12	11	12	160	20	73	32

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
815	024SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	38	12	<3,2					2,1	19	5,1	14	2,0	16	85	20	52	33
816	025SN10		SN	Aue-Schwarzenberg	9,2	13	8,0	33				<0,74		1,1	30	3,5	14	<1,6			
817	025SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	9,9	13	9,8	20				<0,74		1,3	27	2,4	15	<1,6			
818	026SN10	T	SN	Aue-Schwarzenberg	16	12	4,4	52				2,5	14	6,7	13	5,5	13	220	20	50	33
819	027SN10	T	SN	Aue-Schwarzenberg	57	11	7,8	29	26	14	<3,0	26	11	73	11	11	12	380	20	180	31
820	030SN10	T	SN	Aue-Schwarzenberg	19	12	14	24				3,7	12	4,0	15	3,5	14	1,9	24	38	35
821	042SN11		SN	Aue-Schwarzenberg	11	13	6,1	29				<0,74		13	12	1,7	16	140	20		
822	042SN12		SN	Aue-Schwarzenberg	13	13	7,5	34				<0,74		11	13	1,3	17	160	20		
823	042SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	12	13	5,1	30				<0,74		6,6	13	0,99	19	70	20		
824	043SN11		SN	Aue-Schwarzenberg	7,6	13	4,9	31				<0,74		15	12	12	12	35	20	22	42
825	043SN12		SN	Aue-Schwarzenberg	5,4	14	3,9	31				<0,74		4,4	15	2,4	15	21	20		
826	043SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	7,5	14	3,1	45				<0,74		2,2	20	<0,50		23	20		
827	044SN10		SN	Aue-Schwarzenberg	4,3	15	4,0	34				<0,74		7,8	13	3,3	14	50	20		
828	044SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	4,7	14	4,1	33				<0,74		22	12	4,4	14	36	20		
829	045SN10		SN	Aue-Schwarzenberg	14	12	9,2	20	28	18	<1,8	13	13	67	11	5,6	13	570	20	100	31
830	045SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	13	12	9,3	22	30	17	<1,7	12	13	44	11	13	12	170	20	63	31
831	046SN10		SN	Aue-Schwarzenberg	12	13	5,2	24				7,4	18	12	12	5,3	13			36	55
832	047SN10		SN	Aue-Schwarzenberg	18	12	5,2	26				8,7	19	23	12	5,0	13	63	20	50	36
833	047SN20	T	SN	Aue-Schwarzenberg	16	12	6,3	24				<0,74		39	12	7,4	12	54	20	49	41
834	220SN10		SN	Bautzen	15	12	13	18				<0,74		5,2	24	3,9	17	8,0	21	28	55
835	220SN20	T	SN	Bautzen	7,4	14	5,1	27				<0,74		2,4	36	0,87	37	2,2	23	<17	
836	135SN10		SN	Freiberg	4,7	15	6,3	24				1,2	14	5,9	20	0,61	26	19	21	<23	
837	135SN20	T	SN	Freiberg	3,2	20	4,2	37				1,2	14	6,7	19	0,80	25	34	20	<23	
838	142SN10		SN	Freiberg	13	12	19	17				1,2	14	17	14	7,5	14	73	20	28	60
839	142SN20	T	SN	Freiberg	14	12	22	17				1,2	14	15	14	9,3	14	83	20	28	60
840	228SN10		SN	Löbau-Zittau	34	12	53	15				3,0	17	7,2	18	3,1	18	28	20	55	41
841	228SN20	T	SN	Löbau-Zittau	49	11	65	17				2,8	13	9,5	16	3,7	17	17	21	68	38
842	229SN10		SN	Löbau-Zittau	10	13	8,1	19				<0,74		19	15	7,0	16	12	21	<18	
843	229SN20	T	SN	Löbau-Zittau	12	12	8,8	19				<0,74		5,4	22	2,6	20	15	21	<18	
844	037SN10		SN	Meißen	30	12	22	17				<0,74		19	12	2,8	14			89	31
845	037SN20	T	SN	Meißen	31	12	29	18				<0,74		1,4	29	0,51	26			71	32
846	124SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	6,7	14	5,3	26				1,2	14	21	13	1,8	24	180	20	12	67
847	124SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	7,3	14	4,1	32				1,2	14	21	13	1,3	27	190	20	<23	
848	125SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	48	11	12	20	17	14	<3,0	16	9	17	14	1,9	22	81	20	110	35

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%	
849	125SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	26	12	6,4	23	13	14	<3,0		11	9	9,5	16	1,3	28	85	20	50	44
850	126SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	11	13	5,0	30					1,2	13	70	12	3,7	17	520	20	28	60
851	126SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	11	13	6,3	25					2,5	18	110	11	7,0	14	330	20	33	54
852	127SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	2,5	21	<2,3						<1,5		68	12	8,5	14	210	20	25	45
853	127SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	3,4	18	2,8	50					1,2	12	68	12	14	13	230	20	<23	
854	128SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	4,7	17	2,4	44					<0,74		46	12	12	13	140	20	37	39
855	128SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	6,5	14	2,5	44					<0,74		31	12	2,7	20	84	20	<23	
856	129SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	5,8	15	<2,7						<0,74		53	12	6,9	15	230	20	<23	
857	129SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	4,6	16	<3,3						<0,74		58	12	7,2	14	270	20	<23	
858	130SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	21	12	6,0	25					3,7	16	97	12	14	13	270	20	50	44
859	130SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	17	12	4,9	29					3,7	12	60	12	6,8	15	260	20	44	46
860	131SN10	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	17	12	17	17	17	14	<3,0		10	11	120	11	55	12	130	20	89	37
861	132SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	3,3	16	4,8	28					<0,74		34	12	6,6	15	120	20	<11	
862	132SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	5,0	15	4,3	33					<0,74		31	12	2,9	19	110	20	<14	
863	133SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	7,7	13	6,2	26					2,2	13	49	12	5,4	15	190	20	28	60
864	133SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	8,5	13	6,6	26					1,6	13	40	12	17	13	180	20	28	60
865	134SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	17	12	20	18	12	25	<3,7		5,5	15	12	15	4,0	17	34	20	56	42
866	134SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	9,9	13	13	19					4,5	17	5,5	21	1,4	26	32	20	33	54
867	136SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	6,4	14	8,1	22					2,5	18	25	13	4,6	15	86	20	28	60
868	136SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	6,1	14	9,1	24					1,2	16	13	15	1,7	22	86	20	<23	
869	137SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	5,6	15	10	22					<0,74		5,5	21	1,2	30	25	20	<23	
870	138SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	5,3	18	7,8	29					<0,74		18	12	2,9	16	99	20	<23	
871	138SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	6,1	15	6,9	30					<0,74		16	13	3,5	15	42	20	<23	
872	139SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	5,8	15	5,1	30					<0,74		31	12	3,8	17	170	20	<23	
873	139SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	10	13	9,7	22					<0,74		49	12	6,1	15	210	20	<23	
874	140SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	8,1	13	7,3	23					<0,74		23	13	4,1	17	160	20	<23	
875	140SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	9,1	13	7,6	23					<0,74		18	14	3,2	18	140	20	<23	
876	141SN10		SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	10	13	9,3	20					<0,74		51	12	7,2	14	260	20	29	46
877	141SN20	T	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	11	13	7,8	23					<0,74		41	12	1,3	27	200	20	20	57
878	028SN10		SN	Stollberg	31	12	34	17					3,7	12	11	12	12	12	19	20	47	60
879	028SN20	T	SN	Stollberg	27	12	21	16					<0,74		6,7	13	19	12	10	21	37	32
880	029SN10	T	SN	Stollberg	52	11	9,9	19					1,2	22	20	12	37	11	72	20	89	31
881	224SN10	T	SN	Sächsische Schweiz	12	12	12	24					<0,74		9,6	17	9,1	14	7,1	21	22	66
882	225SN10		SN	Sächsische Schweiz	23	12	29	16					<0,74		3,1	30	0,79	39	20	20	31	60

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	
883	225SN20	T	SN	Sächsische Schweiz	21	12	23	17					<0,74		7,8	18	1,4	27	17	20	43	50
884	226SN10		SN	Sächsische Schweiz	1,7	28	<2,5						<0,74		12	16	<1,4		32	20	<17	
885	226SN20	T	SN	Sächsische Schweiz	2,2	23	<2,4						<0,74		13	14	3,9	17	32	20	<19	
886	218SN10		SN	Torgau-Oschatz	9,9	13	3,5	37	22	22	<4,1		14	15	15	14	3,3	18	44	20	50	42
887	218SN20	T	SN	Torgau-Oschatz	9,2	13	3,5	34	19	24	<4,9		9,7	15	4,5	26	2,8	19	9,4	21	39	46
888	219SN10	T	SN	Torgau-Oschatz	5,6	15	8,7	21					2,2	19	12	15	3,2	18	29	20	<17	
889	227SN10	T	SN	Torgau-Oschatz	14	12	11	21	84	18	<5,3		58	13	8,9	17	<1,4				160	33
890	234SN10		SN	Torgau-Oschatz	17	12	32	16	17	24	<4,2		9,9	16	6,7	19	3,7	18	9,5	21	39	47
891	234SN20	T	SN	Torgau-Oschatz	7,3	13	12	18					5,9	20	2,7	34	0,84	33	6,5	21	23	64
892	252SN10		SN	Torgau-Oschatz	7,4	14	8,7	19					<0,74		2,7	33	9,5	14	5,6	21	<19	
893	252SN20	T	SN	Torgau-Oschatz	2,4	21	<1,6						<0,74		5,9	21	2,7	19	13	21	<19	
894	264SN10	T	SN	Torgau-Oschatz	19	12	17	18					<0,74		3,9	26	1,8	22	18	20	26	60
895	265SN30	T	SN	Torgau-Oschatz	9,5	13	22	20	71	18	<4,6		38	12	8,1	17	2,0	21	10	21	110	35
896	006SN10	T	SN	Vogtlandkreis	27	12	26	18	41	17	<1,7		8,3	13	7,1	14	1,5	17	45	20	120	31
897	007SN20	T	SN	Vogtlandkreis	15	12	5,5	25	23	18	<1,6		6,3	11	8,5	13	2,6	14	10	21	39	35
898	008SN10		SN	Vogtlandkreis	31	12	24	17	<3,0		<3,0		1,2	13	70	11	17	12	120	20	47	33
899	008SN20	T	SN	Vogtlandkreis	30	12	18	17	4,5	14	<3,0		<0,74		19	12	2,3	15	61	20	23	39
900	009SN20	T	SN	Vogtlandkreis	6,3	14	6,0	27	<1,3		<1,8		<0,74		11	12	2,1	15	62	20	15	44
901	010SN10	T	SN	Vogtlandkreis	16	12	9,6	23	6,2	14	<3,0		2,4	9	18	12	3,1	14	88	20	19	40
902	011SN20	T	SN	Vogtlandkreis	1,4	21	<1,8		3,4	14	<3,0		<0,74		15	12	4,0	13	62	20	20	44
903	012SN10	T	SN	Vogtlandkreis	5,9	14	4,7	34	<3,0		<3,0		<0,74		9,8	13	1,7	16	65	20	<15	
904	013SN10		SN	Vogtlandkreis	61	11	9,0	26	37	21	<5,4		38	10	42	12	40	11	180	20	160	31
905	013SN20	T	SN	Vogtlandkreis	44	12	5,9	33	14	28	<5,7		15	11	22	12	9,9	12	35	20	55	32
906	014SN10		SN	Vogtlandkreis	15	13	23	19					<0,74		82	11	71	11	72	20	58	32
907	014SN20	T	SN	Vogtlandkreis	11	14	12	24					<0,74		1,3	35	0,59	30	6,0	21		
908	015SN10		SN	Vogtlandkreis	3,4	18	<5,3		<3,0		<3,0		<0,74		1,0	32	1,4	17	3,0	23		
909	015SN20	T	SN	Vogtlandkreis	3,2	22	<6,5		<3,0		<3,0		<0,74		0,86	37	0,57	25	3,9	22		
910	143SN10		SN	Vogtlandkreis	29	12	37	17					<0,74		4,3	25	2,8	19	77	20	50	44
911	143SN20	T	SN	Vogtlandkreis	6,0	14	6,2	29					<0,74		3,4	24	1,1	27	22	20	<21	
912	036SN10		SN	Weißeritzkreis	4,7	14	6,7	23					1,2	13	3,1	23	1,3	20				
913	036SN20	T	SN	Weißeritzkreis	6,8	13	3,9	30					<0,74		3,8	16	1,1	18				
914	222SN10	T	SN	Weißeritzkreis	17	12			280	16	11	30	210	13	23	13	4,7	16	42	20	570	31
915	223SN10	T	SN	Weißeritzkreis	7,0	14	7,8	41					1,7	17	3,1	32	1,1	31	6,5	22	<19	
916	016SN10	T	SN	Zwickauer Land	11	13	4,1	30	330	10	9,3	14	190	9	4,8	15	4,3	13	38	20	580	31

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%	
917	017SN10	T	SN	Zwickauer Land	14	13	12	30	580	16	14	45	320	13	8,7	13	3,5	14	47	20	940	31
918	018SN10		SN	Zwickauer Land	10	13	3,7	30	57	19	<5,9		15	11	3,2	17	4,3	13	32	20	51	33
919	018SN20	T	SN	Zwickauer Land	12	12	3,2	36	49	20	<5,6		15	11	3,8	16	4,8	13	28	20	54	33
920	019SN10	T	SN	Zwickauer Land	5,6	15	<5,9		14	24	<3,4		10	15	4,9	15	5,0	13	39	20	24	37
921	020SN10		SN	Zwickauer Land	16	12	16	39					4,2	19	3,0	17	2,6	15	10	21	27	36
922	020SN20	T	SN	Zwickauer Land	12	12	12	19					2,6	18	4,5	15	6,4	13	8,6	21	18	34
923	021SN10		SN	Zwickauer Land	32	12	12	24	26	20	<3,3		23	13	13	12	8,9	12	23	20	83	30
924	021SN20	T	SN	Zwickauer Land	17	12	6,4	30					8,7	17	9,6	12	1,8	16	16	21	38	35
925	168ST10		ST	Dessau	19	12	16	19					<0,74		2,4	38	1,6	23			<21	
926	168ST20	T	ST	Dessau	4,4	14	4,4	31					<0,74		<1,7		<0,49				<21	
927	238ST10		ST	Altmarkkreis Salzwedel	3,3	17	<2,2						<0,74		<1,7		1,1	28			<18	
928	238ST20	T	ST	Altmarkkreis Salzwedel	4,1	16	<2,1						<0,74		10	16	4,3	17			<18	
929	251ST10		ST	Altmarkkreis Salzwedel	6,5	14	9,1	19					1,2	16	18	14	3,1	18			<18	
930	251ST20	T	ST	Altmarkkreis Salzwedel	5,8	14	10	19					<0,74		2,4	36	2,7	20			<18	
931	295ST10		ST	Altmarkkreis Salzwedel	5,5	15	3,3	21					<0,74		<1,7		0,88	33			<19	
932	295ST20	T	ST	Altmarkkreis Salzwedel	1,9	25	<0,80						<0,74		<2,2		2,0	21			<19	
933	296ST10		ST	Altmarkkreis Salzwedel	11	13	5,6	19	<4,2		<5,6		<0,74		<1,7		0,72	40			<57	
934	296ST20	T	ST	Altmarkkreis Salzwedel	6,6	14	5,5	20					<0,74		2,2	39	3,2	17			<19	
935	325ST10		ST	Altmarkkreis Salzwedel	5,6	15	2,6	24	19	23	<4,1		11	9	<1,8		2,4	21			33	52
936	325ST20	T	ST	Altmarkkreis Salzwedel	2,9	19	0,80	49	37	19	<4,2		32	9	<1,8		2,5	20			85	37
937	167ST10		ST	Anhalt-Zerbst	9,5	13	9,5	26					<1,5		1,8	47	1,9	23			<21	
938	167ST20	T	ST	Anhalt-Zerbst	6,7	14	7,7	23					<0,74		<1,6		0,49	54			<21	
939	239ST10		ST	Anhalt-Zerbst	13	12	11	20					<0,74		1,8	47	1,3	27			<18	
940	239ST20	T	ST	Anhalt-Zerbst	7,3	13	6,5	28					<0,74		<1,8		0,71	39			<18	
941	111ST10		ST	Bitterfeld	12	12	6,5	25					<0,74		5,1	15	2,2	15			<16	
942	111ST20	T	ST	Bitterfeld	4,4	14	2,2	54					<0,74		1,9	23	2,0	15			<16	
943	061ST10		ST	Burgenlandkreis	18	12	9,8	20	90	18	<7,4		79	13	3,6	16	15	12	13	21	180	33
944	061ST20	T	ST	Burgenlandkreis	19	12	9,7	20	96	18	<7,8		80	13	1,4	26	1,6	16	7,1	21	180	35
945	112ST10		ST	Burgenlandkreis	31	11	20	17	41	18	<3,0		17	18	5,7	15	27	12			87	34
946	112ST20	T	ST	Burgenlandkreis	19	12	8,7	23	27	20	<3,2		8,3	21	5,1	15	6,7	13			90	39
947	110ST10		ST	Halberstadt	8,7	13	13	22					4,8	21	3,1	19	0,95	20			17	58
948	110ST20	T	ST	Halberstadt	9,2	13	11	23					4,3	23	2,3	22	1,1	19			21	51
949	233ST10		ST	Jerichower Land	5,4	15	6,6	25					0,99	18	3,0	32	1,9	22			<19	
950	233ST20	T	ST	Jerichower Land	4,3	16	4,9	27					5,8	16	5,6	21	3,6	18			23	65

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha	
				Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %	Akt. Bq/l	Ωg %	Akt. mBq/l	Ωg %
951	154ST10	ST	Köthen	28	12	46	16					<0,74		2,7	32	2,0	22			56	42
952	154ST20 T	ST	Köthen	6,8	14	9,9	27					<0,74		<1,8		1,4	26			<21	
953	236ST10	ST	Merseburg-Querfurt	38	12	18	17					2,5	14	4,2	25	19	12			63	40
954	236ST11	ST	Merseburg-Querfurt															5,8	21		
955	236ST20 T	ST	Merseburg-Querfurt	5,4	15	<1,9						1,7	15	2,8	33	2,8	19			<19	
956	236ST21 T	ST	Merseburg-Querfurt															6,7	21		
957	237ST10	ST	Merseburg-Querfurt	59	11	38	16	140	16	<4,0		22	14	3,3	30	630	11			610	31
958	237ST11	ST	Merseburg-Querfurt	61	11	37	16	130	16	<3,1		27	15	3,1	30	360	11			490	32
959	237ST20 T	ST	Merseburg-Querfurt	32	12	18	17	150	17	<6,5		24	14	2,1	44	180	11			330	31
960	237ST21 T	ST	Merseburg-Querfurt	32	12	17	17	130	17	<6,3		22	15	3,3	28	120	11			270	34
961	249ST10	ST	Merseburg-Querfurt	36	11	25	16	120	17	<4,7		17	15	2,6	36	410	11			390	33
962	250ST10	ST	Merseburg-Querfurt	53	11	93	15	160	18	<11		110	15	2,4	38	1,7	24			200	38
963	292ST10 T	ST	Merseburg-Querfurt	35	12	9,6	18	130	16	<4,1		35	10	3,0	33	9,5	14	27	20	180	36
964	103ST10	ST	Ohrekreis	36	12	28	16					<1,5		1,2	34	0,31	35			43	44
965	103ST20 T	ST	Ohrekreis	21	13	19	24					<1,5		1,9	23	0,42	29			19	70
966	170ST10	ST	Ohrekreis	11	13	22	17					2,5	18	9,5	16	3,2	18			28	60
967	170ST20 T	ST	Ohrekreis	6,5	15	8,4	31					1,2	17	7,9	18	3,1	18			<21	
968	184ST10	ST	Quedlinburg	<0,94		<3,7						<0,74		<1,6		1,5	26			<19	
969	184ST20 T	ST	Quedlinburg	1,3	29	<2,0						<0,74		<1,7		0,52	42			<19	
970	186ST20 T	ST	Quedlinburg	6,3	14	6,1	26	14	28	<5,9		14	15	13	14	4,4	18			31	58
971	155ST20 T	ST	Sangerhausen	8,5	13	16	18	270	16	5,5	44	120	14	19	13	2,5	20			470	31
972	155ST21 T	ST	Sangerhausen	8,3	13	14	18	310	16	5,7	43	170	13	4,6	28	3,0	19			460	31
973	240ST10	ST	Sangerhausen	3,1	17	<5,0		24	31	<4,0		14	17	2,9	32	1,0	30			39	48
974	240ST20 T	ST	Sangerhausen	1,2	33	<2,7		42	23	<5,8		24	15	3,8	26	1,3	27			69	39
975	171ST10	ST	Stendal	6,1	15	3,0	37					<0,74		2,2	40	0,90	31			<21	
976	171ST20 T	ST	Stendal	6,3	15	3,4	48					<0,74		2,9	32	0,85	33			<21	
977	185ST10	ST	Stendal	10	12	19	17					<0,74		1,8	46	0,89	32			<19	
978	185ST20 T	ST	Stendal	7,0	12	8,5	20					<0,74		1,8	48	0,73	35			<19	
979	326ST10	ST	Stendal	2,7	22	4,0	20					<0,74		<1,7		0,42	55			<19	
980	326ST20 T	ST	Stendal	2,8	21	4,3	19					<0,74		<1,8		<0,50				<19	
981	169ST10	ST	Weißenfels	110	11	88	16	140	16	4,8	42	160	13	14	14	12	13			440	31
982	169ST11	ST	Weißenfels	100	11	90	15	140	16	8,2	36	140	12	12	15	10	14			430	31
983	169ST12	ST	Weißenfels	140	11	97	15	220	16	13	31	200	13	4,1	26	11	14	52	20	600	31
984	169ST20 T	ST	Weißenfels	86	11	62	15	140	16	<4,8		150	13	5,4	21	5,3	16			390	31

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%	
985	169ST21	T	ST	Weißenfels	73	11	66	15	140	17	7,9	39	130	12	5,1	21	4,1	17			380	31
986	201ST10		ST	Weißenfels	25	12	29	17	45	19	<4,8		37	14	7,2	20	39	12			120	34
987	201ST20	T	ST	Weißenfels	16	12	16	18	67	18	<5,2		52	13	5,8	22	7,8	14			140	33
988	377ST20	T	ST	Weißenfels	58	11	40	15	120	16	<4,1		98	12	<1,8		1,0	32			320	31
989	038ST10		ST	Wernigerode	2,4	22	5,7	40					<0,74		2,2	21	1,6	16	<1,5			
990	038ST20	T	ST	Wernigerode	3,2	21	7,6	36					<0,74		2,9	17	0,75	41	<1,5			
991	039ST10		ST	Wernigerode	1,5	28	<3,8						<0,74		<0,60		0,42	29	<1,5			
992	039ST20	T	ST	Wernigerode	1,9	30	<1,8						<0,74		<0,61		0,24	42	<1,5			
993	230ST10		ST	Wittenberg	15	12	13	18					1,4	21	<1,8		<0,45				21	65
994	230ST20	T	ST	Wittenberg	9,5	13	6,4	26					1,2	16	2,7	35	2,6	20			<19	
995	231ST10		ST	Wittenberg	11	13	14	19					1,2	16	<2,0		<1,4				21	55
996	231ST20	T	ST	Wittenberg	9,2	13	12	20					1,2	17	2,9	31	1,8	23			19	55
997	232ST10		ST	Wittenberg	26	12	14	30	30	21	<5,0		23	12	3,1	34	10	13			87	36
998	232ST20	T	ST	Wittenberg	24	12	12	19	27	22	<4,8		24	14	3,3	29	3,0	19			64	39
999	074TH10	T	TH	Gera	<0,83		<7,5		91	14	<3,0		55	12	1,9	22	0,26	34	29	20	110	35
1000	075TH10	T	TH	Gera	0,97	28	3,7	33	57	14	<3,0		34	11	2,9	17	1,6	16	15	20	120	36
1001	081TH10	T	TH	Gera	17	12	4,2	35	170	17	<9,2		97	15	19	12	4,1	13	120	20	330	37
1002	058TH10		TH	Jena	15	12	10	20	210	14	4,9	14	89	11	3,1	19	14	12	26	20	330	34
1003	058TH20	T	TH	Jena	14	12	8,1	22	180	14	3,3	14	73	11	2,8	20	11	12	19	20	280	35
1004	059TH10		TH	Jena	16	12	6,2	24	130	14	3,1	14	59	11	4,7	15	10	12	26	20	220	34
1005	059TH20	T	TH	Jena	17	12	4,5	28	140	14	3,3	14	58	10	1,8	23	9,5	12	7,1	21	180	34
1006	060TH10		TH	Altenburger Land	29	12	8,8	53	210	14	5,5	14	110	12	2,7	19	5,6	13	17	21	300	31
1007	060TH20	T	TH	Altenburger Land	24	12	5,7	48	230	14	5,8	14	130	13	5,0	15	2,3	15	19	21	420	31
1008	071TH10		TH	Altenburger Land	13	12	13	26	74	14	<3,0		42	11	12	12	6,1	13	54	20	140	33
1009	071TH20	T	TH	Altenburger Land	17	12	13	44	75	14	<3,0		41	11	6,3	14	2,3	15	48	20	120	34
1010	158TH20	T	TH	Altenburger Land	13	12	19	17	160	10	4,9	14	88	9	18	13	6,0	15	5,6	22	270	32
1011	160TH10		TH	Altenburger Land	380	11	11	19	210	10	4,6	14	79	9	26	13	6,2	15	50	20	780	31
1012	160TH20	T	TH	Altenburger Land	350	11	8,8	22	180	10	3,5	14	70	9	250	11	28	13	230	20	740	31
1013	054TH10		TH	Gotha	12	13	26	17					<0,74		2,4	27	0,99	22	<1,5			
1014	054TH20	T	TH	Gotha	13	12	17	18					<0,74		<0,70		<0,19		<1,5			
1015	055TH10		TH	Gotha	7,4	14	9,3	23					2,1	15	2,1	20	9,1	12	<1,5			
1016	055TH20	T	TH	Gotha	5,1	16	4,6	34					1,1	18	<0,59		0,16	55	<1,5			
1017	056TH10		TH	Greiz	1,6	25	<3,0						1,2	14	1,1	34	5,4	13	<1,5			
1018	056TH20	T	TH	Greiz	1,4	40	<3,1						<0,74		<0,61		<0,15		<1,5			

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		G-Alpha		
				Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	Akt.	Ωg	
				mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	mBq/l	%	Bq/l	%	mBq/l	%	
1019	072TH20	T	TH	Greiz	15	12	6,5	42					6,6	19	1,9	22	0,66	23	7,7	21	27	37
1020	072TH30	T	TH	Greiz	12	12	3,7	38					6,7	21	1,1	44	0,43	33	8,3	21	23	39
1021	073TH20	T	TH	Greiz	73	11	15	17	130	14	<3,0		55	11	6,1	14	2,1	15	51	20	190	32
1022	073TH30	T	TH	Greiz	41	11	<5,3		120	14	<3,0		54	11	4,8	15	1,4	16	22	20	220	32
1023	076TH20	T	TH	Greiz	14	12	7,4	40					7,4	20	11	13	32	11	36	20	63	41
1024	076TH30	T	TH	Greiz	14	12	7,4	21					7,4	18	9,4	13	17	12	44	20	63	32
1025	077TH10	T	TH	Greiz	12	13	5,7	27	55	18	<4,2		36	14	3,7	16	<0,53		35	20	260	31
1026	078TH10	T	TH	Greiz	13	12	7,7	22	140	16	<4,3		74	13	7,3	14	1,5	16	70	20	240	40
1027	079TH10	T	TH	Greiz	3,8	16	<3,7		70	18	<4,5		35	14	5,2	14	0,83	21	31	20	66	41
1028	080TH10	T	TH	Greiz	7,7	13	5,1	38	98	17	<4,0		59	14	6,8	13	1,6	16	82	20	130	35
1029	052TH10		TH	Hildburghausen	2,6	20	3,3	50					<0,74		1,4	29	0,80	21	<1,5			
1030	052TH20	T	TH	Hildburghausen	1,5	32	<2,8						<0,74		<0,60		0,39	30	<1,5			
1031	156TH20	T	TH	Hildburghausen	18	12	8,4	26	130	10	6,0	14	110	8	40	12	16	13	250	20	260	32
1032	062TH20	T	TH	Kyffhäuserkreis	5,1	15	8,4	22	220	17	<7,9		89	15	7,9	13	1,2	19	21	20	380	34
1033	063TH20	T	TH	Kyffhäuserkreis	15	12	12	21	180	17	<7,8		100	13	4,0	16	1,5	17	18	21	360	36
1034	163TH10	T	TH	Kyffhäuserkreis	6,9	14	12	19	300	16	9,8	35	190	16	4,6	24	0,80	40	20	20	540	31
1035	066TH10	T	TH	Saale-Holzland-Kreis	23	12	8,9	21	210	17	<7,5		110	13	17	12	3,9	13	49	20	380	31
1036	164TH10		TH	Saale-Holzland-Kreis	20	12	8,6	21	310	16	6,7	40	200	16	27	13	5,9	15	100	20	570	31
1037	164TH20	T	TH	Saale-Holzland-Kreis	24	12	8,2	23	290	16	5,0	44	190	16	24	13	4,2	17	89	20	590	31
1038	053TH10		TH	Saalfeld-Rudolfstadt	4,3	16	<3,7						2,0	20	2,2	20	0,93	20	4,2	22		
1039	053TH20	T	TH	Saalfeld-Rudolfstadt	3,6	21	5,6	48					<0,74		1,0	32	0,50	27	2,4	23		
1040	162TH10		TH	Saalfeld-Rudolfstadt	26	12	17	18	360	16	7,3	37	160	16	8,3	17	2,8	19	23	20	590	31
1041	162TH20	T	TH	Saalfeld-Rudolfstadt	19	12	14	18	370	16	7,0	42	170	17	4,7	24	4,3	16	22	20	560	31
1042	157TH10		TH	Schmalkalden-Meiningen	2,2	26	4,3	29	23	22	<4,4		15	14	9,1	17	1,8	22	12	21	50	44
1043	159TH10		TH	Schmalkalden-Meiningen	7,3	14	6,5	24	360	10	8,3	14	170	9	2,7	34	1,3	27	21	20	540	31
1044	159TH20	T	TH	Schmalkalden-Meiningen	7,2	14	4,0	35	360	10	9,8	14	170	9	<1,8		0,92	30	2,9	24	540	31
1045	161TH20	T	TH	Schmalkalden-Meiningen	6,4	14	<2,9		87	17	<5,0		45	19	2,5	37	0,99	33	7,2	21	160	33
1046	064TH20	T	TH	Sömmerda	8,3	13	5,6	24	120	18	<8,2		83	15	6,6	13	0,78	22	24	20	240	34
1047	065TH10	T	TH	Wartburgkreis	4,4	17	7,1	37	230	17	<8,0		100	13	31	12	2,6	14	160	20	390	31
1048	057TH10		TH	Weimarer Land	9,3	13	10	20	39	14	<3,0		16	10	3,6	16	6,9	12	16	20	45	32
1049	057TH20	T	TH	Weimarer Land	7,7	13	7,4	22	36	14	<3,0		15	11	0,71	43	2,9	14	<1,7		36	32
1050	165TH10		TH	Weimarer Land	37	12	13	27	330	16	6,2	40	170	16	7,7	18	11	13	32	20	580	31
1051	165TH20	T	TH	Weimarer Land	30	12	14	19	350	16	7,3	38	160	16	3,0	32	5,4	15	6,5	21	540	31

Tabelle C2: Aktivitätskonzentrationen der Thoriumisotope in ausgewählten Roh- und Reinwasserproben

Proben-nummer	Ra-228 mBq/l	Th-228 ber. ¹⁾ mBq/l	Th-228 mBq/l	Th-230 mBq/l	Th-232 mBq/l	Proben-nummer	Ra-228 mBq/l	Th-228 ber. ¹⁾ mBq/l	Th-228 mBq/l	Th-230 mBq/l	Th-232 mBq/l
166BY20	73 ± 11	19	14 ± 4,5	<3,0	<2,6	402RP20	92 ± 15	3,7	3,8 ± 0,9	<1,0	<1,0
169ST12	97 ± 15	0,3	2,9 ± 1,3	<2,2	<2,2	406RP11	64 ± 9,6	4,3	4,7 ± 1,5	<1,9	<1,9
169ST21	66 ± 10	2,2	<3,5	<3,0	<3,0	406RP20	22 ± 3,6	1,6	1,8 ± 0,7	<1,1	<1,1
228SN10	53 ± 8,0	4,6	5,1 ± 1,3	<1,1	<1,1	416RP20	24 ± 3,8	1,5	2,1 ± 0,8	<0,9	<0,9
228SN20	65 ± 11	5,4	3,4 ± 1,5	<2,7	<2,7	421BY20	85 ± 13	1,7	4,1 ± 1,4	<2,0	<2,0
237ST20	18 ± 3,1	0,6	<4,0	<3,4	<3,4	423BY11	190 ± 29	19	19 ± 4,0	<1,4	<1,4
237ST21	17 ± 2,9	0,7	<3,3	<1,2	<1,1	423BY21	76 ± 11	3,7	4,7 ± 1,1	<1,0	<1,0
250ST10	93 ± 14	3,2	8,4 ± 1,8	1,5 ± 0,6	4,0 ± 1,0	424BY20	47 ± 7,0	1,3	2,2 ± 0,7	<1,2	<1,2
256BY20	55 ± 8,3	4,1	5,4 ± 1,5	<1,5	<1,5	425BY20	39 ± 5,9	1,1	4,2 ± 1,1	<1,0	<1,0
261BY20	41 ± 6,5	1,3	3,6 ± 1,4	<2,9	<2,9	427BY20	120 ± 18	4,9	4,1 ± 1,2	<1,2	<1,2
278BY10	19 ± 3,1	0,9	1,8 ± 0,6	<1,0	<1,0	428BY20	36 ± 5,3	1,5	1,9 ± 0,8	<1,3	<1,3
286HE20	44 ± 6,6	2,2	<3,3	<2,5	<2,5	433BY10	33 ± 5,0	2,2	2,5 ± 0,8	<1,1	<1,1
327BW30	35 ± 5,3	1,8	<2,0	<2,0	<2,0	433BY20	19 ± 3,2	1,3	<2,3	<2,0	<2,0
329BY10	31 ± 4,6	1,2	3,2 ± 1,4	<1,6	<1,6	458HE20	75 ± 11	4,5	3,9 ± 1,1	<1,2	<1,2
329BY20	27 ± 4,3	1,3	1,7 ± 0,7	<1,1	<1,1	460BY20	60 ± 9,0	2,3	2,9 ± 0,7	1,6 ± 0,6	<1,0
331BY10	33 ± 4,9	1,3	2,0 ± 0,7	<1,1	<1,1	461BY10	80 ± 12	9,3	9,1 ± 1,8	<1,0	<1,0
331BY20	27 ± 4,4	1,3	2,6 ± 0,9	<1,4	<1,4	461BY20	40 ± 6,0	1,5	2,6 ± 0,8	1,3 ± 0,5	<1,0
352RP20	17 ± 2,6	1,2	2,1 ± 0,8	<1,5	<1,5	462BY20	27 ± 4,3	1,2	2,9 ± 0,9	<1,1	<1,1
372RP10	42 ± 6,4	2,6	2,7 ± 0,8	<0,9	<1,0	463BY10	210 ± 32	19	16 ± 3,6	<2,5	<2,5
372RP20	19 ± 3,1	1,3	1,8 ± 0,6	<1,0	<1,0	463BY20	55 ± 8,2	2,9	4,6 ± 1,1	<1,0	<1,0
377ST20	40 ± 6,1	1,4	<2,5	<2,3	<2,3	465BY20	66 ± 9,9	3,1	3,8 ± 1,0	<1,0	<1,0
384HE20	22 ± 3,5	0,7	3,8 ± 1,0	<1,0	<1,0	466BY10	100 ± 15	9,0	8,6 ± 2,2	<2,1	<2,1
384HE21	20 ± 3,2	0,7	6,7 ± 1,5	<1,1	<1,1	466BY20	78 ± 12	4,7	4,9 ± 1,2	<1,1	<1,1
392RP10	51 ± 7,7	2,1	3,5 ± 1,2	<1,7	<1,7	467BY10	90 ± 13	11	10 ± 2,3	<1,7	<1,7
395RP10	47 ± 7,0	1,6	2,8 ± 0,8	<1,0	<1,0	467BY20	64 ± 9,7	3,5	3,5 ± 1,2	<1,7	<1,7
395RP11	75 ± 11	2,6	4,5 ± 1,1	<1,0	<1,0	468BY20	21 ± 3,3	1,4	3,0 ± 1,0	<1,3	<1,3
395RP20	25 ± 3,9	0,9	1,0 ± 0,4	<0,6	<0,6	485BW10	26 ± 4,2	1,9	1,8 ± 0,7	<1,1	<1,1
402RP10	130 ± 20	5,2	7,8 ± 1,6	<1,0	<1,0	485BW20	19 ± 3,1	1,4	<2,5	<2,0	<2,0

1) Th-228-Aktivitätskonzentration, berechnet nach: $C_{Th-228} = C_{Ra-228} \cdot (1 - e^{-\lambda_{Th-228}(t_2-t_1)})$ mit t_1 = Probenahmedatum und t_2 = Analysendatum

Tabelle C3: Aus dem Konsum der untersuchten Trinkwässer resultierende Ingestions-Folgedosen H_i und Rn-222-Inhalations-Folgedosen H_{inh} für Personen der Altersgruppen $\neq 0 - 1$ a, $1 - 2$ a, $2 - 7$ a, $7 - 12$ a, $12 - 17$ a und > 17 a

Lfd. Nr.	Proben-nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	H_{1-2a} $\mu\text{Sv/a}$	H_{2-7a} $\mu\text{Sv/a}$	H_{7-12a} $\mu\text{Sv/a}$	H_{12-17a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{inh} $\mu\text{Sv/a}$
1	093BB20	BB	Oberhavel	38	6,6	4,5	5,4	7,9	4,5	11
2	096BB20	BB	Havelland	30	6,5	5,3	6,1	8,8	6,0	22
3	097BB20	BB	Havelland	49	8,7	5,7	6,7	9,3	5,6	13
4	098BB20	BB	Havelland	46	10	6,4	6,3	6,8	6,8	15
5	099BB20	BB	Havelland	15	4,9	4,4	4,5	5,4	5,2	24
6	100BB20	BB	Potsdam-Mittelmark	52	7,7	5,3	7,5	12	5,2	12
7	101BB20	BB	Havelland	64	12	7,3	7,9	10	7,3	11
8	102BB20	BB	Havelland	44	7,5	5,1	6,4	9,5	5,2	13
9	113BB20	BB	Dahme-Spreewald	34	5,0	3,3	4,7	8,0	3,2	5,2
10	114BB20	BB	Dahme-Spreewald	64	17	13	14	17	14	51
11	115BB20	BB	Teltow-Fläming	43	11	7,2	6,7	6,8	7,7	22
12	116BB20	BB	Teltow-Fläming	44	7,8	5,9	7,5	12	6,5	19
13	117BB20	BB	Teltow-Fläming	22	4,4	2,7	2,9	3,6	2,8	5,0
14	118BB20	BB	Potsdam-Mittelmark	55	9,0	5,8	7,5	11	5,7	11
15	119BB20	BB	Potsdam-Mittelmark	210	33	19	23	33	17	11
16	120BB20	BB	Potsdam-Mittelmark	30	9,1	7,9	8,3	10	9,2	40
17	121BB20	BB	Oder-Spree	42	7,2	5,4	6,9	11	5,6	17
18	122BB20	BB	Märkisch-Oderland	20	5,2	4,1	4,3	5,3	4,6	17
19	123BB20	BB	Märkisch-Oderland	42	8,0	5,6	6,6	9,2	5,8	17
20	003BE20	BE	Berlin	49	9,4	6,0	6,9	9,3	6,1	11
21	004BE20	BE	Berlin	18	3,3	2,2	2,6	3,8	2,4	4,9
22	005BE20	BE	Berlin	47	7,9	5,9	7,7	12	6,1	19
23	094BE20	BE	Berlin	45	8,6	6,5	7,8	11	6,9	22
24	095BE20	BE	Berlin	26	5,9	4,6	5,3	7,2	5,2	19
25	536BE20	BE	Berlin	25	3,8	2,2	3,3	5,5	2,1	
26	537BE20	BE	Berlin	53	6,9	4,0	6,4	11	3,6	
27	546BE20	BE	Berlin	120	15	9,1	14	25	7,8	7,4
28	001BW20	BW	Bodenseekreis	27	4,7	2,6	3,0	3,9	2,6	
29	293BW20	BW	Mannheim	45	7,7	5,4	6,9	11	5,5	14
30	294BW10	BW	Rhein-Neckar-Kreis	71	25	22	22	24	26	120
31	309BW20	BW	Rhein-Neckar-Kreis	40	7,7	5,1	5,8	7,7	5,3	13
32	310BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	29	7,8	6,1	6,4	7,8	7,0	26
33	311BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	38	12	11	11	14	13	61
34	312BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	28	6,1	4,4	5,0	6,6	4,9	15
35	313BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	37	13	12	12	13	14	63
36	314BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	37	7,0	5,0	6,3	9,2	6,6	11
37	315BW20	BW	Main-Tauber-Kreis	27	7,3	6,0	6,4	8,1	7,0	27
38	316BW10	BW	Main-Tauber-Kreis	91	26	22	23	28	26	100
39	317BW20	BW	Konstanz	23	4,2	2,6	3,0	4,1	2,7	3,6
40	318BW20	BW	Konstanz	3,6	3,7	4,1	3,6	3,4	5,0	29
41	319BW30	BW	Waldshut	76	15	9,3	9,7	11	9,5	16
42	320BW21	BW	Waldshut	260	110	100	94	96	120	560
43	320BW30	BW	Waldshut	900	240	160	160	160	180	500
44	320BW31	BW	Waldshut	540	180	140	140	140	160	620
45	321BW20	BW	Ortenaukreis	64	8,7	5,6	8,3	14	5,2	7,2
46	323BW10	BW	Lörrach	38	8,4	6,9	8,2	12	8,0	28
47	324BW10	BW	Lörrach	36	12	11	11	12	13	57
48	327BW30	BW	Lörrach	200	24	14	23	42	11	
49	328BW20	BW	Ortenaukreis	64	9,3	5,3	7,5	12	4,7	
50	366BW20	BW	Freudenstadt	17	2,6	1,7	2,5	4,2	1,7	3,3
51	366BW21	BW	Freudenstadt	30	4,3	2,7	3,9	6,4	2,5	2,9

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
52	369BW20	BW	Alb-Donau-Kreis	11	3,1	2,5	2,7	3,3	3,1	11
53	388BW20	BW	Ostalbkreis	27	5,5	4,0	4,8	7,1	4,9	12
54	389BW20	BW	Rhein-Neckar-Kreis	44	8,1	4,4	5,1	6,8	4,4	
55	390BW20	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	37	5,4	3,5	5,0	8,3	3,6	4,9
56	398BW20	BW	Freiburg im Breisgau	34	11	9,7	9,9	12	11	51
57	399BW20	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	36	21	21	20	20	26	140
58	400BW20	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	20	5,8	4,9	5,3	7,0	5,9	23
59	403BW20	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	14	4,4	3,6	3,6	3,9	4,2	17
60	404BW20	BW	Breisgau-Hochschwarzwald	46	7,5	4,6	6,3	10	5,3	2,9
61	417BW20	BW	Karlsruhe	39	5,6	3,4	5,1	8,5	3,5	
62	418BW20	BW	Rastatt	38	5,8	3,5	5,1	8,4	3,7	
63	419BW10	BW	Emmendingen	16	4,0	2,8	2,8	3,0	3,1	9,4
64	419BW11	BW	Emmendingen	58	28	26	24	23	31	150
65	436BW20	BW	Reutlingen	19	7,0	6,3	6,3	7,2	7,4	34
66	437BW20	BW	Pforzheim	61	13	11	13	17	13	46
67	438BW20	BW	Freudenstadt	81	16	13	16	23	14	49
68	439BW20	BW	Freudenstadt	35	8,5	6,5	6,7	8,1	7,1	25
69	440BW20	BW	Freudenstadt	25	3,6	2,3	3,3	5,6	2,3	3,0
70	441BW10	BW	Reutlingen	18	6,4	5,5	5,5	6,1	6,4	28
71	442BW10	BW	Sigmaringen	41	12	10	10	12	12	46
72	443BW10	BW	Sigmaringen	31	9,2	8,2	8,6	11	9,5	42
73	444BW10	BW	Sigmaringen	27	8,0	6,5	6,6	7,6	7,5	30
74	446BW10	BW	Neckar-Odenwald-Kreis	120	51	48	47	50	57	270
75	448BW20	BW	Esslingen	23	7,6	6,6	6,6	7,6	7,7	33
76	469BW20	BW	Baden-Baden	24	4,4	2,8	3,6	5,4	2,9	4,8
77	470BW10	BW	Bodenseekreis	53	16	15	15	19	17	77
78	470BW11	BW	Bodenseekreis	49	14	12	13	17	14	65
79	471BW20	BW	Bodenseekreis	33	4,7	2,8	4,4	8,1	2,9	
80	472BW10	BW	Bodenseekreis	3,2	3,3	3,6	3,2	3,0	4,4	25
81	472BW30	BW	Bodenseekreis	33	4,4	2,6	4,0	7,1	2,4	
82	473BW20	BW	Ostalbkreis	73	12	8,0	11	18	8,4	17
83	474BW20	BW	Ostalbkreis	37	7,4	5,7	6,8	9,8	6,4	20
84	475BW20	BW	Ostalbkreis	20	6,6	5,7	5,8	6,7	6,5	28
85	477BW20	BW	Tübingen	19	3,2	2,0	2,5	3,7	2,0	3,3
86	478BW20	BW	Tübingen	28	4,1	2,6	3,8	6,7	2,7	3,3
87	479BW20	BW	Tübingen	14	2,3	1,6	2,2	3,5	1,7	3,5
88	480BW10	BW	Alb-Donau-Kreis	35	7,3	5,5	6,5	9,1	6,6	18
89	481BW30	BW	Alb-Donau-Kreis	92	13	8,8	13	23	9,6	12
90	482BW20	BW	Göppingen	180	53	45	48	64	55	210
91	483BW20	BW	Karlsruhe	42	7,0	5,0	6,5	10	5,2	14
92	484BW20	BW	Karlsruhe	84	14	9,8	13	20	9,7	26
93	485BW20	BW	Karlsruhe	140	24	17	23	37	18	51
94	486BW20	BW	Karlsruhe	68	11	7,5	10	16	7,6	16
95	487BW20	BW	Karlsruhe	50	20	19	19	21	23	110
96	492BW10	BW	Ravensburg	29	7,8	5,8	5,8	6,5	6,4	21
97	493BW10	BW	Ravensburg	38	11	9,4	10	13	11	44
98	494BW10	BW	Ravensburg	46	13	11	11	14	13	50
99	495BW10	BW	Ravensburg	63	16	13	14	18	16	51
100	496BW10	BW	Ravensburg	42	5,6	3,5	5,3	9,2	3,4	2,3
101	496BW11	BW	Ravensburg	39	9,2	7,4	8,1	10	8,3	32
102	497BW20	BW	Göppingen	26	7,2	6,1	6,5	8,0	6,9	29
103	503BW10	BW	Biberach	54	13	10,0	11	14	12	36
104	504BW20	BW	Biberach	18	4,8	3,8	4,0	5,0	4,3	15
105	505BW10	BW	Biberach	37	8,9	6,9	7,5	9,7	7,7	27
106	166BY20	BY	Günzburg	410	46	28	48	90	22	

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
107	187BY10	BY	Pfaffenhofen an der Ilm	35	9,6	8,1	8,7	11	9,8	37
108	188BY20	BY	Dachau	35	11	9,1	9,6	12	11	40
109	189BY20	BY	Augsburg	75	13	9,3	12	19	11	22
110	190BY10	BY	Augsburg	41	11	9,1	10	13	11	42
111	191BY20	BY	Günzburg	39	8,6	6,4	7,4	9,8	8,5	19
112	192BY10	BY	Kempten (Allgäu)	42	10	8,1	8,7	11	9,2	33
113	193BY10	BY	Oberallgäu	30	11	10,0	10	12	12	54
114	194BY10	BY	Weilheim-Schongau	33	6,8	5,3	6,2	8,5	5,9	20
115	195BY10	BY	Miesbach	64	15	9,9	9,8	11	11	28
116	196BY10	BY	Ebersberg	46	10	6,4	6,6	7,8	7,2	14
117	197BY20	BY	Erding	150	23	16	23	38	16	38
118	198BY10	BY	Traunstein	39	9,2	7,5	8,5	11	8,6	32
119	199BY10	BY	Rosenheim	21	6,0	5,1	5,5	6,9	6,3	24
120	200BY10	BY	Berchtesgadener Land	39	12	11	11	14	13	52
121	202BY10	BY	Passau	27	8,6	7,7	7,8	9,2	9,1	40
122	203BY20	BY	Passau	96	54	52	48	49	63	320
123	204BY20	BY	Freyung-Grafenau	24	13	13	12	12	15	76
124	205BY20	BY	Deggendorf	13	2,5	1,6	1,9	2,6	1,6	3,1
125	206BY20	BY	Landshut	83	37	34	32	33	42	190
126	207BY10	BY	Landshut	43	11	8,6	9,2	12	11	34
127	208BY20	BY	Regensburg	19	5,5	4,6	4,9	5,9	5,5	21
128	209BY20	BY	Regensburg	170	94	90	84	85	110	530
129	210BY20	BY	Regen	24	7,8	6,5	6,4	7,1	7,4	30
130	211BY20	BY	Regen	16	3,1	1,8	1,9	2,3	1,9	2,6
131	212BY20	BY	Schwandorf	33	13	11	11	12	13	56
132	213BY20	BY	Neustadt an der Waldnaab	150	95	96	88	87	120	610
133	214BY20	BY	Weiden in der Oberpfalz	160	22	14	21	38	15	13
134	253BY20	BY	Bamberg	31	5,3	3,6	4,5	6,7	3,7	8,5
135	254BY20	BY	Bamberg	130	30	23	25	32	28	81
136	255BY20	BY	Coburg	52	7,9	4,8	6,7	11	5,6	2,8
137	256BY20	BY	Lichtenfels	580	76	47	77	150	58	13
138	256BY25	BY	Lichtenfels	590	71	43	75	160	48	
139	257BY20	BY	Kulmbach	99	15	9,4	14	23	11	5,8
140	258BY20	BY	Bayreuth	420	250	240	220	220	290	1500
141	259BY20	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	590	330	330	310	320	400	2100
142	260BY10	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	100	22	13	13	13	14	24
143	261BY20	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	330	98	90	94	120	100	490
144	262BY20	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	970	870	940	840	810	1100	6500
145	263BY20	BY	Wunsiedel im Fichtelgebirge	370	220	220	200	200	260	1400
146	266BY10	BY	Main-Spessart	51	18	16	16	18	19	86
147	267BY10	BY	Main-Spessart	79	17	13	15	19	14	47
148	268BY20	BY	Miltenberg	61	12	7,2	7,5	8,7	7,3	12
149	269BY20	BY	Miltenberg	64	9,2	5,6	8,1	14	6,0	3,2
150	270BY20	BY	Miltenberg	78	11	7,4	11	18	7,3	10
151	271BY20	BY	Aschaffenburg	30	4,6	2,8	3,7	5,8	2,7	3,2
152	272BY20	BY	Main-Spessart	35	8,1	6,2	6,9	9,2	6,9	24
153	273BY20	BY	Main-Spessart	46	8,2	4,6	5,4	7,2	4,6	3,2
154	274BY20	BY	Würzburg	42	9,6	7,8	8,7	12	8,9	33
155	275BY10	BY	Bad Kissingen	110	26	22	25	33	26	100
156	276BY10	BY	Bad Kissingen	72	22	19	19	23	22	94
157	277BY20	BY	Rhön-Grabfeld	53	8,4	5,3	7,1	11	5,4	8,1
158	278BY10	BY	Haßberge	220	47	36	43	60	45	120
159	279BY20	BY	Haßberge	71	12	8,1	10	15	8,4	18
160	280BY10	BY	Haßberge	97	23	19	21	27	22	78
161	281BY10	BY	Haßberge	140	27	21	26	36	24	75

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} µSv/a	H _{1-2a} µSv/a	H _{2-7a} µSv/a	H _{7-12a} µSv/a	H _{12-17a} µSv/a	H _{>17a} µSv/a	H _{inh.} µSv/a
162	329BY20	BY	Günzburg	160	20	13	20	36	11	15
163	330BY20	BY	Günzburg	43	7,7	5,8	7,4	11	6,4	19
164	331BY20	BY	Günzburg	160	20	13	20	37	11	14
165	332BY10	BY	Günzburg	52	11	9,3	11	15	10	40
166	333BY20	BY	Günzburg	55	11	8,4	11	17	9,9	31
167	420BY20	BY	Nürnberger Land	72	12	9,0	12	18	9,0	29
168	421BY20	BY	Fürth	600	80	54	84	160	57	84
169	422BY20	BY	Roth	78	16	13	16	24	14	54
170	423BY20	BY	Roth	540	110	90	110	150	97	380
171	423BY21	BY	Roth	480	57	34	58	110	30	
172	424BY20	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	260	32	20	33	58	17	17
173	425BY20	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	260	37	24	34	57	22	37
174	426BY20	BY	Ansbach	120	15	9,7	16	28	10	3,0
175	427BY20	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	700	85	53	86	150	48	25
176	428BY20	BY	Weißenburg-Gunzenhausen	240	32	21	32	54	22	25
177	429BY10	BY	Erlangen-Höchstadt	140	51	49	50	58	59	290
178	430BY10	BY	Neustadt an der Aisch	94	17	13	17	25	15	42
179	431BY20	BY	Erlangen-Höchstadt	86	21	17	20	27	21	78
180	432BY20	BY	Erlangen-Höchstadt	54	9,6	5,8	6,9	9,8	6,5	6,9
181	433BY20	BY	Fürth	140	23	17	23	35	19	48
182	434BY20	BY	Ansbach	90	12	7,7	12	22	8,1	8,1
183	435BY20	BY	Nürnberger Land	110	16	11	15	25	11	20
184	459BY20	BY	Roth	71	8,8	5,3	8,9	17	5,5	
185	460BY20	BY	Fürth	400	46	28	49	96	26	
186	461BY20	BY	Fürth	270	33	20	33	62	20	
187	462BY20	BY	Ingolstadt	170	19	12	20	39	10	
188	463BY20	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	380	48	28	44	79	25	
189	464BY20	BY	Fürth	88	12	7,2	12	22	8,7	
190	465BY20	BY	Lichtenfels	490	57	35	62	130	35	
191	466BY20	BY	Neumarkt in der Oberpfalz	460	55	33	56	100	30	
192	467BY20	BY	Forchheim	370	44	27	45	81	23	
193	468BY20	BY	Ingolstadt	150	17	10	18	37	10	
194	506HB20	HB	Bremerhaven	10	2,9	2,6	2,8	3,6	3,0	13
195	507HB20	HB	Bremen	27	3,9	2,6	3,7	6,5	2,6	4,0
196	247HE20	HE	Wetteraukreis	29	15	15	14	14	18	90
197	248HE20	HE	Gießen	15	5,8	5,2	5,0	5,2	6,1	28
198	282HE20	HE	Lahn-Dill-Kreis	9,3	2,4	2,0	2,2	2,9	2,3	9,0
199	283HE10	HE	Limburg-Weilburg	14	4,9	4,3	4,4	5,1	5,1	22
200	284HE20	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	23	3,5	2,2	3,2	5,3	2,3	3,0
201	285HE20	HE	Wiesbaden	140	24	14	17	23	13	3,0
202	286HE20	HE	Main-Taunus-Kreis	250	31	20	31	54	17	17
203	287HE20	HE	Hochtaunuskreis	25	7,3	6,5	6,8	8,6	7,5	33
204	288HE20	HE	Frankfurt am Main	37	4,9	3,1	4,9	9,0	3,1	2,6
205	289HE20	HE	Groß-Gerau	36	7,0	5,2	6,4	9,3	5,6	17
206	290HE20	HE	Darmstadt-Dieburg	42	9,1	7,2	8,5	12	9,2	25
207	291HE20	HE	Darmstadt-Dieburg	42	5,3	3,4	5,4	9,8	3,1	2,5
208	297HE20	HE	Bergstraße	59	11	7,3	9,3	14	7,6	16
209	298HE20	HE	Bergstraße	41	5,2	3,3	5,2	9,1	2,8	3,0
210	299HE20	HE	Bergstraße	23	6,3	5,2	5,5	6,9	5,9	23
211	300HE20	HE	Bergstraße	20	9,4	9,4	9,1	10	11	59
212	301HE20	HE	Odenwaldkreis	43	15	14	14	16	16	75
213	302HE20	HE	Odenwaldkreis	33	9,3	8,1	8,6	11	9,1	41
214	303HE20	HE	Vogelsbergkreis	30	21	22	20	20	27	140
215	304HE20	HE	Gießen	34	4,5	2,9	4,4	7,7	2,6	2,5
216	305HE20	HE	Main-Kinzig-Kreis	43	6,9	5,2	7,1	12	5,6	15

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
217	306HE20	HE	Main-Kinzig-Kreis	71	25	22	22	25	27	110
218	307HE20	HE	Offenbach	54	7,5	5,0	7,3	12	4,7	7,8
219	308HE20	HE	Wetteraukreis	75	36	35	33	36	42	210
220	341HE20	HE	Gießen	48	14	10	9,5	9,4	11	40
221	342HE20	HE	Marburg-Biedenkopf	19	5,3	4,1	4,1	4,5	4,6	17
222	343HE20	HE	Lahn-Dill-Kreis	47	16	13	12	13	15	55
223	344HE20	HE	Limburg-Weilburg	12	3,7	3,3	3,5	4,2	3,8	18
224	345HE20	HE	Rheingau-Taunus-Kreis	23	3,8	2,3	2,9	4,3	2,3	2,8
225	346HE20	HE	Marburg-Biedenkopf	83	10	6,6	11	19	5,8	5,5
226	347HE20	HE	Waldeck-Frankenberg	55	21	20	19	22	24	110
227	348HE20	HE	Waldeck-Frankenberg	21	6,4	5,6	5,9	7,3	6,5	28
228	349HE20	HE	Kassel	68	8,7	5,6	8,9	16	5,1	6,7
229	350HE20	HE	Kassel	26	6,3	5,5	6,2	8,3	6,2	27
230	378HE20	HE	Vogelsbergkreis	12	7,0	7,2	6,7	7,1	8,7	46
231	379HE20	HE	Schwalm-Eder-Kreis	49	6,2	3,9	6,4	12	3,8	2,9
232	380HE20	HE	Hersfeld-Rotenburg	60	11	8,8	11	17	10	31
233	381HE20	HE	Hersfeld-Rotenburg	67	14	12	14	20	14	46
234	382HE20	HE	Gießen	27	7,9	7,1	7,5	9,4	8,1	36
235	383HE20	HE	Waldeck-Frankenberg	11	4,3	4,0	4,0	4,7	4,8	23
236	384HE20	HE	Kassel	210	33	19	26	42	18	6,1
237	384HE21	HE	Kassel	240	40	23	29	44	23	8,4
238	385HE20	HE	Werra-Meißner-Kreis	30	4,5	2,9	4,2	6,8	3,4	2,5
239	386HE20	HE	Werra-Meißner-Kreis	61	20	18	19	23	23	93
240	387HE20	HE	Schwalm-Eder-Kreis	110	31	27	29	37	32	140
241	449HE20	HE	Vogelsbergkreis	22	13	12	11	11	15	79
242	450HE20	HE	Vogelsbergkreis	28	12	11	10	10	13	59
243	451HE20	HE	Vogelsbergkreis	29	13	12	11	12	14	66
244	452HE20	HE	Vogelsbergkreis	13	6,1	5,8	5,5	5,8	7,0	35
245	453HE20	HE	Gießen	16	11	11	9,8	9,6	13	70
246	454HE20	HE	Limburg-Weilburg	9,7	3,6	3,2	3,2	3,5	3,7	16
247	455HE20	HE	Hochtaunuskreis	45	28	28	26	26	34	180
248	456HE20	HE	Hochtaunuskreis	37	16	16	15	16	19	93
249	457HE20	HE	Hochtaunuskreis	36	18	18	17	18	21	110
250	458HE20	HE	Kassel	500	63	39	64	120	39	21
251	488HH20	HH	Hamburg	36	5,4	3,7	5,2	8,5	3,5	7,8
252	489HH20	HH	Hamburg	9,4	2,6	2,2	2,3	3,1	2,6	10,0
253	490HH20	HH	Hamburg	15	4,0	3,1	3,1	3,6	3,5	12
254	491HH20	HH	Hamburg	82	15	9,2	11	16	9,4	6,8
255	067MV20	MV	Nordwestmecklenburg	24	7,6	6,8	7,0	8,3	7,8	37
256	068MV20	MV	Nordwestmecklenburg	70	10	7,4	10	17	7,3	19
257	069MV20	MV	Nordwestmecklenburg	50	12	10	12	16	12	48
258	070MV20	MV	Nordwestmecklenburg	57	9,2	6,6	8,8	14	6,7	18
259	144MV20	MV	Demmin	76	13	9,4	12	19	9,5	29
260	145MV20	MV	Demmin	49	8,2	6,2	8,0	13	6,3	20
261	146MV20	MV	Demmin	92	19	15	19	27	17	61
262	147MV20	MV	Demmin	67	13	9,7	12	17	10	33
263	148MV20	MV	Demmin	69	11	8,4	11	17	8,3	26
264	149MV20	MV	Demmin	80	12	8,8	12	20	8,5	23
265	150MV20	MV	Demmin	57	8,2	5,7	8,2	14	5,4	13
266	152MV20	MV	Demmin	50	7,4	5,0	7,0	11	4,7	9,9
267	153MV20	MV	Demmin	11	3,2	2,9	3,0	3,8	3,3	15
268	241MV20	MV	Rügen	51	8,9	6,4	8,3	13	7,2	17
269	242MV20	MV	Rügen	45	6,6	4,5	6,3	10	4,4	8,8
270	243MV20	MV	Rügen	79	13	9,1	12	19	9,3	25
271	244MV20	MV	Rügen	36	7,7	6,0	7,1	10,0	6,6	23

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
272	245MV20	MV	Rügen	56	8,5	5,9	8,3	14	6,2	12
273	246MV20	MV	Rügen	20	3,4	2,5	3,4	5,7	2,9	7,6
274	002NI10	NI	Emsland	73	12	8,9	12	19	9,4	24
275	040NI20	NI	Gifhorn	15	4,3	3,8	3,9	4,8	4,3	19
276	041NI20	NI	Gifhorn	14	4,3	3,8	4,0	5,1	4,5	20
277	082NI20	NI	Helmstedt	45	9,7	7,8	9,2	13	8,9	31
278	082NI21	NI	Helmstedt	17	3,1	2,3	2,9	4,5	2,4	7,7
279	083NI20	NI	Helmstedt	74	13	7,6	8,5	11	7,4	7,7
280	084NI20	NI	Wolfenbüttel	56	11	8,5	10	15	9,4	28
281	085NI20	NI	Diepholz	35	8,1	6,4	7,2	9,7	7,1	25
282	086NI20	NI	Nienburg (Weser)	19	8,1	8,0	7,8	8,8	9,5	49
283	087NI20	NI	Region Hannover	49	8,2	5,1	6,7	10	5,1	6,3
284	088NI20	NI	Region Hannover	30	7,4	6,0	6,6	8,5	6,6	26
285	089NI20	NI	Osnabrück	54	20	19	19	21	22	100
286	090NI20	NI	Osterode am Harz	0,68	0,71	0,77	0,68	0,65	0,95	5,4
287	090NI21	NI	Osterode am Harz	22	2,7	1,6	2,6	4,5	1,4	
288	090NI22	NI	Osterode am Harz	27	4,0	2,3	3,2	5,2	2,0	
289	091NI20	NI	Goslar	24	4,9	3,9	4,6	6,3	4,2	16
290	092NI20	NI	Goslar	0,67	0,70	0,76	0,67	0,64	0,93	5,3
291	092NI21	NI	Goslar	14	1,9	1,1	1,6	2,7	0,95	
292	092NI22	NI	Goslar	18	2,7	1,5	2,0	3,2	1,3	
293	104NI10	NI	Wolfenbüttel	31	5,0	3,1	4,4	6,8	3,7	
294	105NI10	NI	Wolfenbüttel	37	5,7	3,4	5,0	8,0	3,8	
295	106NI10	NI	Wolfenbüttel	57	7,3	4,4	7,1	12	4,2	
296	107NI10	NI	Wolfenbüttel	47	6,9	4,1	6,2	10	4,2	
297	108NI10	NI	Wolfenbüttel	44	5,9	3,6	5,6	9,8	3,3	
298	109NI10	NI	Wolfenbüttel	81	9,6	5,7	9,6	17	4,5	
299	547NI20	NI	Cuxhaven	24	4,3	3,2	4,1	6,5	3,5	9,6
300	548NI20	NI	Lüchow-Dannenberg	9,2	3,0	2,6	2,6	3,1	3,1	13
301	549NI20	NI	Lüneburg	21	4,1	2,4	2,7	3,4	2,4	2,5
302	550NI20	NI	Peine	54	8,1	5,4	7,6	13	5,3	8,9
303	551NI20	NI	Holz Minden	63	12	9,0	11	16	11	23
304	552NI20	NI	Emsland	7,7	2,2	1,7	1,7	2,0	2,0	7,1
305	553NI20	NI	Goslar	8,0	1,7	1,1	1,2	1,5	1,2	2,5
306	554NI20	NI	Holz Minden	67	34	33	31	33	39	190
307	555NI10	NI	Hamel-Pyrmont	65	17	14	15	19	16	60
308	555NI11	NI	Hamel-Pyrmont	90	21	17	20	27	20	72
309	556NI20	NI	Hildesheim	45	8,5	5,4	6,9	10	6,0	6,2
310	557NI20	NI	Grafschaft Bentheim	31	5,6	4,1	5,3	8,4	4,4	12
311	558NI20	NI	Diepholz	26	5,3	3,9	4,5	6,4	4,2	12
312	559NI20	NI	Harburg	21	5,1	4,2	4,6	6,1	4,7	18
313	560NI20	NI	Vechta	38	7,1	4,9	6,2	9,2	5,3	12
314	561NI20	NI	Wolfenbüttel	25	6,3	5,1	5,5	6,8	5,6	22
315	562NI20	NI	Cloppenburg	24	3,3	2,2	3,3	5,7	2,1	2,7
316	563NI20	NI	Osnabrück	38	8,8	5,9	6,4	7,8	6,4	15
317	564NI20	NI	Oldenburg	71	11	6,7	9,4	16	6,5	7,0
318	565NI10	NI	Northeim	74	12	8,2	11	17	10	10
319	566NI20	NI	Region Hannover	34	6,2	4,1	5,0	7,2	4,2	8,4
320	567NI10	NI	Northeim	82	24	21	22	27	24	99
321	567NI11	NI	Northeim	120	38	32	34	40	39	150
322	568NI10	NI	Göttingen	75	23	19	20	24	23	86
323	569NI20	NI	Helmstedt	120	17	11	17	29	11	20
324	570NI20	NI	Braunschweig	19	8,8	8,5	8,2	9,0	10	50
325	172NW10	NW	Minden-Lübbecke	91	18	13	15	21	14	43
326	173NW10	NW	Minden-Lübbecke	59	10	7,2	9,3	14	7,2	20

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
327	174NW20	NW	Minden-Lübbecke	92	38	36	35	39	43	200
328	175NW10	NW	Minden-Lübbecke	32	9,7	7,5	7,1	7,3	8,5	33
329	176NW10	NW	Minden-Lübbecke	28	7,9	5,9	5,7	6,0	6,5	23
330	177NW20	NW	Minden-Lübbecke	32	6,2	3,5	3,6	4,2	3,5	3,0
331	178NW20	NW	Recklinghausen	86	13	7,9	11	16	7,3	9,0
332	179NW20	NW	Bochum	42	12	9,9	9,8	11	11	45
333	180NW20	NW	Essen	28	9,3	7,8	7,6	8,2	9,0	38
334	181NW20	NW	Gütersloh	41	7,5	4,7	5,3	7,0	4,6	8,3
335	182NW20	NW	Gütersloh	35	6,8	3,7	3,7	4,1	3,7	2,2
336	183NW10	NW	Höxter	61	26	24	22	23	28	130
337	215NW20	NW	Mülheim an der Ruhr	19	5,5	4,8	5,1	6,2	5,5	25
338	216NW20	NW	Wesel	35	11	9,3	9,6	12	11	47
339	217NW20	NW	Recklinghausen	45	6,3	4,2	6,1	10	3,9	6,7
340	334NW20	NW	Solingen	5,3	1,2	0,89	1,0	1,5	1,0	2,9
341	335NW20	NW	Oberbergischer Kreis	6,8	1,0	0,63	0,96	1,8	0,74	
342	336NW20	NW	Märkischer Kreis	8,3	1,8	1,1	1,2	1,5	1,2	2,4
343	337NW20	NW	Düsseldorf	18	3,9	3,1	3,7	5,3	3,7	12
344	338NW20	NW	Paderborn	42	5,0	3,0	5,1	9,6	2,7	
345	339NW20	NW	Kleve	15	3,0	2,2	2,7	3,7	2,8	5,9
346	340NW20	NW	Aachen	6,2	1,7	1,4	1,5	2,0	1,6	6,0
347	358NW20	NW	Oberbergischer Kreis	0,61	0,64	0,70	0,62	0,58	0,85	4,9
348	359NW20	NW	Köln	20	5,8	5,2	5,5	6,8	5,9	28
349	360NW20	NW	Unna	28	13	12	12	13	15	76
350	476NW20	NW	Mettmann	80	16	11	14	22	13	18
351	521NW20	NW	Rhein-Sieg-Kreis	42	5,9	3,7	5,3	9,2	3,6	3,5
352	522NW20	NW	Euskirchen	29	13	12	12	12	15	69
353	523NW20	NW	Euskirchen	34	14	12	12	12	14	61
354	524NW20	NW	Steinfurt	63	8,0	5,0	7,9	14	4,5	3,9
355	525NW20	NW	Steinfurt	31	5,9	4,2	5,0	7,1	4,8	11
356	526NW20	NW	Coesfeld	11	2,7	2,3	2,6	3,4	2,6	11
357	527NW20	NW	Borken	56	9,8	5,5	6,3	8,2	5,3	4,1
358	528NW20	NW	Düren	89	13	9,1	13	23	11	16
359	529NW20	NW	Euskirchen	42	9,6	5,8	5,5	5,5	6,1	12
360	530NW20	NW	Wesel	22	4,9	3,1	3,1	3,4	3,4	7,1
361	532NW20	NW	Borken	34	6,8	4,1	4,4	5,3	4,3	7,4
362	534NW20	NW	Borken	50	9,5	6,6	7,8	11	7,1	17
363	545NW20	NW	Heinsberg	0,39	0,41	0,44	0,39	0,37	0,54	3,1
364	571NW20	NW	Neuss	0,54	0,57	0,62	0,54	0,52	0,75	4,3
365	351RP20	RP	Vulkaneifel	39	14	12	11	11	14	60
366	352RP20	RP	Bitburg-Prüm	150	27	20	25	39	22	61
367	353RP20	RP	Cochem-Zell	48	23	21	20	21	25	120
368	354RP20	RP	Bitburg-Prüm	27	11	11	10	11	12	61
369	355RP20	RP	Vulkaneifel	42	21	20	19	20	24	120
370	356RP20	RP	Bernkastel-Wittlich	36	7,2	5,4	6,4	9,5	5,8	18
371	357RP20	RP	Bernkastel-Wittlich	89	26	22	23	27	25	100
372	361RP20	RP	Südliche Weinstraße	50	7,6	5,0	6,8	11	4,8	9,0
373	362RP20	RP	Südliche Weinstraße	15	6,7	6,4	6,1	6,6	7,6	37
374	363RP20	RP	Südwestpfalz	45	15	14	14	17	16	74
375	364RP20	RP	Südwestpfalz	66	10	7,4	10	17	7,7	20
376	365RP20	RP	Landau in der Pfalz	26	5,7	4,6	5,4	7,5	5,1	20
377	367RP20	RP	Neustadt an der Weinstraße	21	4,4	3,4	4,0	5,7	3,7	13
378	368RP20	RP	Speyer	45	8,9	7,3	8,9	13	8,0	30
379	370RP20	RP	Westerwaldkreis	18	12	12	11	11	14	77
380	371RP20	RP	Westerwaldkreis	4,7	1,1	0,85	0,96	1,3	0,94	2,9
381	372RP20	RP	Bad Kreuznach	390	140	120	120	140	150	650

Lfd. Nr.	Proben-nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
382	373RP20	RP	Westerwaldkreis	13	3,6	2,7	2,6	2,7	3,0	11
383	374RP20	RP	Bad Kreuznach	96	26	22	23	29	27	86
384	375RP20	RP	Donnersbergkreis	43	8,9	6,9	8,2	12	8,2	23
385	376RP20	RP	Donnersbergkreis	150	24	17	24	41	20	38
386	391RP20	RP	Ludwigshafen am Rhein	76	14	8,4	9,1	11	8,4	12
387	392RP20	RP	Bad Dürkheim	28	4,3	2,7	3,6	5,6	2,6	2,9
388	393RP20	RP	Frankenthal (Pfalz)	41	6,7	4,6	6,2	10	4,8	11
389	394RP20	RP	Bad Kreuznach	72	19	16	17	22	18	71
390	395RP20	RP	Bad Kreuznach	200	35	27	34	54	32	79
391	396RP20	RP	Bad Kreuznach	53	15	13	14	18	17	56
392	397RP20	RP	Kusel	110	31	28	30	40	33	150
393	401RP20	RP	Alzey-Worms	97	27	24	26	36	29	120
394	402RP20	RP	Donnersbergkreis	510	62	39	63	110	32	30
395	405RP20	RP	Alzey-Worms	56	11	8,4	10	16	9,1	33
396	406RP20	RP	Alzey-Worms	150	25	18	24	38	20	45
397	407RP20	RP	Rhein-Lahn-Kreis	22	5,8	5,0	5,4	6,8	6,0	23
398	408RP20	RP	Rhein-Lahn-Kreis	14	2,3	1,6	2,2	3,5	1,6	3,4
399	409RP20	RP	Rhein-Pfalz-Kreis	49	6,9	4,7	6,9	12	4,6	8,5
400	410RP20	RP	Rhein-Pfalz-Kreis	73	9,9	6,6	10,0	17	6,2	11
401	411RP20	RP	Bad Dürkheim	62	9,0	6,4	9,4	17	6,8	14
402	412RP20	RP	Kusel	42	12	11	12	15	13	59
403	413RP20	RP	Kaiserslautern	38	9,7	8,6	9,6	13	9,9	44
404	414RP20	RP	Ahrweiler	14	7,2	7,1	6,7	7,0	8,8	43
405	415RP20	RP	Mayen-Koblenz	17	5,2	4,6	4,9	5,9	5,9	22
406	416RP20	RP	Bad Dürkheim	160	21	13	21	38	13	4,1
407	508SH20	SH	Schleswig-Flensburg	72	13	8,7	11	16	8,8	20
408	509SH20	SH	Flensburg	16	3,4	2,6	3,0	4,2	2,9	10
409	510SH20	SH	Nordfriesland	32	5,4	3,9	5,0	7,8	4,0	11
410	511SH20	SH	Nordfriesland	36	6,3	4,7	6,1	9,4	4,9	15
411	512SH20	SH	Nordfriesland	29	6,6	5,5	6,3	8,7	6,1	24
412	513SH20	SH	Nordfriesland	68	12	8,9	11	17	9,2	28
413	514SH20	SH	Dithmarschen	19	3,6	2,5	3,1	4,4	2,7	7,5
414	515SH20	SH	Steinburg	17	3,1	2,3	2,9	4,2	2,5	7,8
415	516SH20	SH	Pinneberg	35	5,3	3,5	4,9	8,1	3,5	6,3
416	517SH20	SH	Pinneberg	32	5,0	3,5	4,8	7,8	3,5	8,4
417	518SH20	SH	Stormarn	11	2,4	1,8	2,1	2,9	2,0	6,2
418	519SH20	SH	Herzogtum Lauenburg	21	3,3	2,4	3,2	5,3	2,4	5,9
419	520SH20	SH	Plön	34	6,0	4,5	5,7	8,6	4,7	15
420	538SH20	SH	Ostholstein	45	6,5	4,5	6,4	11	4,3	9,3
421	539SH20	SH	Ostholstein	60	8,4	5,5	8,0	13	5,1	9,1
422	540SH20	SH	Ostholstein	43	8,5	6,6	8,0	12	7,1	24
423	541SH20	SH	Kiel	15	2,9	2,1	2,6	4,0	2,3	6,7
424	542SH20	SH	Rendsburg-Eckernförde	27	3,8	2,4	3,6	6,0	2,1	2,6
425	543SH20	SH	Segeberg	5,3	1,1	0,84	1,00	1,4	0,93	2,5
426	544SH20	SH	Herzogtum Lauenburg	14	3,0	2,3	2,7	3,7	2,5	8,4
427	498SL20	SL	Stadtverband Saarbrücken	22	3,8	2,7	3,5	5,3	2,8	7,6
428	499SL20	SL	Saarlouis	45	8,1	6,2	7,9	12	6,4	21
429	500SL20	SL	Saar-Pfalz-Kreis	58	11	8,3	10	16	9,4	27
430	501SL20	SL	Saar-Pfalz-Kreis	100	18	14	18	27	15	46
431	502SL10	SL	Sankt Wendel	79	31	29	28	32	34	160
432	006SN10	SN	Vogtlandkreis	190	42	36	41	58	40	160
433	007SN20	SN	Vogtlandkreis	70	15	11	13	19	13	36
434	008SN20	SN	Vogtlandkreis	180	50	44	47	62	50	210
435	009SN20	SN	Vogtlandkreis	88	38	37	36	39	44	220
436	010SN10	SN	Vogtlandkreis	140	57	53	53	60	63	310

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
437	011SN20	SN	Vogtlandkreis	73	38	37	34	35	44	220
438	012SN10	SN	Vogtlandkreis	79	38	37	36	38	44	230
439	013SN20	SN	Vogtlandkreis	160	41	32	35	46	37	120
440	014SN20	SN	Vogtlandkreis	76	11	8,2	11	19	8,1	21
441	015SN20	SN	Vogtlandkreis	25	4,8	3,7	4,5	6,6	4,0	13
442	016SN10	SN	Zwickauer Land	100	33	28	29	34	37	130
443	017SN10	SN	Zwickauer Land	180	47	39	43	54	51	160
444	018SN20	SN	Zwickauer Land	68	22	19	19	22	23	98
445	019SN10	SN	Zwickauer Land	67	27	25	23	25	29	140
446	020SN20	SN	Zwickauer Land	110	19	13	16	24	13	30
447	021SN20	SN	Zwickauer Land	75	18	14	16	23	16	57
448	022SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	57	7,7	4,7	7,3	13	4,6	3,2
449	023SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	47	6,3	3,9	6,1	11	4,0	3,2
450	024SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	92	47	47	45	51	58	300
451	025SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	71	9,5	5,7	8,6	15	5,2	2,8
452	026SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	170	110	120	110	110	140	780
453	027SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	410	220	220	200	220	260	1300
454	028SN20	SN	Stollberg	230	38	24	30	44	24	37
455	029SN10	SN	Stollberg	320	83	63	64	76	72	250
456	030SN10	SN	Aue-Schwarzenberg	110	15	9,3	14	24	8,8	6,7
457	031SN20	SN	Annaberg	120	61	61	57	60	73	380
458	032SN20	SN	Annaberg	97	43	41	40	44	49	250
459	033SN20	SN	Annaberg	470	380	400	360	350	490	2700
460	034SN10	SN	Annaberg	430	320	340	300	300	410	2200
461	035SN20	SN	Görlitz	18	3,2	1,8	2,2	3,0	1,8	
462	036SN20	SN	Weißeritzkreis	36	5,2	3,1	4,6	8,0	3,0	
463	037SN20	SN	Meißen	180	21	12	21	41	11	
464	042SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	80	39	39	38	41	47	240
465	043SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	36	14	13	13	16	16	79
466	044SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	91	31	26	27	30	31	130
467	045SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	260	120	110	100	110	130	610
468	047SN20	SN	Aue-Schwarzenberg	160	50	42	43	51	49	190
469	048SN20	SN	Annaberg	81	34	32	32	36	38	190
470	049SN20	SN	Annaberg	200	84	77	75	83	91	420
471	050SN20	SN	Annaberg	39	6,4	4,2	5,6	9,0	4,3	7,7
472	051SN10	SN	Annaberg	26	12	11	11	12	14	69
473	124SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	150	97	100	92	93	120	650
474	125SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	110	50	49	48	55	59	300
475	126SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	370	200	190	180	190	230	1100
476	127SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	280	140	140	130	130	160	800
477	128SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	110	54	52	50	53	62	300
478	129SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	250	150	150	140	140	180	950
479	130SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	270	150	150	140	150	180	920
480	131SN10	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	570	160	120	120	140	140	440
481	132SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	130	67	65	62	65	78	390
482	133SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	250	120	110	100	100	130	620
483	134SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	100	26	23	25	32	25	110
484	135SN20	SN	Freiberg	52	21	20	20	22	24	120
485	136SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	120	52	50	49	53	59	300
486	138SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	97	33	29	29	34	33	150
487	139SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	250	130	120	120	120	150	740
488	140SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	150	79	79	74	77	94	490
489	141SN20	SN	Mittlerer Erzgebirgskreis	200	110	110	110	110	130	690
490	142SN20	SN	Freiberg	220	66	57	59	71	65	290
491	143SN20	SN	Vogtlandkreis	56	16	15	15	19	17	76

Lfd. Nr.	Probennummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
492	218SN20	SN	Torgau-Oschatz	50	12	9,0	10	14	10	33
493	219SN10	SN	Torgau-Oschatz	93	26	22	23	29	24	100
494	220SN20	SN	Bautzen	40	6,3	4,2	5,9	9,8	4,3	7,8
495	221SN20	SN	Dresden	34	4,9	3,0	4,3	7,3	3,0	2,5
496	222SN10	SN	Weißeritzkreis	120	40	33	34	40	43	150
497	223SN10	SN	Weißeritzkreis	58	10	7,5	9,6	15	7,8	23
498	224SN10	SN	Sächsische Schweiz	130	23	15	18	26	15	25
499	225SN20	SN	Sächsische Schweiz	160	27	20	26	41	20	59
500	226SN20	SN	Sächsische Schweiz	59	24	21	21	22	25	110
501	227SN10	SN	Torgau-Oschatz	90	13	8,0	12	21	8,8	
502	228SN20	SN	Löbau-Zittau	410	56	37	56	96	35	58
503	229SN20	SN	Löbau-Zittau	79	17	13	16	22	15	51
504	234SN20	SN	Torgau-Oschatz	76	12	8,7	12	19	8,6	23
505	252SN20	SN	Torgau-Oschatz	32	11	9,2	9,0	9,9	11	44
506	264SN10	SN	Torgau-Oschatz	120	23	17	22	33	19	63
507	265SN30	SN	Torgau-Oschatz	150	24	17	23	36	17	35
508	038ST20	ST	Wernigerode	49	6,7	4,1	6,3	11	3,6	2,6
509	039ST20	ST	Wernigerode	8,0	1,4	0,98	1,3	2,0	1,0	2,6
510	061ST20	ST	Burgenlandkreis	88	15	11	14	22	13	25
511	103ST20	ST	Ohrekreis	120	14	8,4	14	27	7,3	
512	110ST20	ST	Halberstadt	71	8,9	5,2	8,5	15	4,6	
513	111ST20	ST	Bitterfeld	26	4,1	2,3	3,1	5,0	2,3	
514	112ST20	ST	Burgenlandkreis	98	15	8,5	12	19	8,6	
515	154ST20	ST	Köthen	63	7,9	4,6	7,4	13	3,9	
516	155ST20	ST	Sangerhausen	150	24	14	21	33	17	
517	155ST21	ST	Sangerhausen	130	19	12	17	27	15	
518	167ST20	ST	Anhalt-Zerbst	48	5,7	3,4	5,7	11	2,9	
519	168ST20	ST	Dessau	28	3,4	2,1	3,4	6,4	1,8	
520	169ST20	ST	Weißenfels	430	54	32	53	99	32	
521	169ST21	ST	Weißenfels	440	54	32	54	99	31	
522	170ST20	ST	Ohrekreis	73	11	6,3	9,1	15	5,9	
523	171ST20	ST	Stendal	30	4,4	2,6	3,9	6,9	2,5	
524	184ST20	ST	Quedlinburg	9,7	1,5	0,84	1,2	2,0	0,80	
525	185ST20	ST	Stendal	55	6,8	4,0	6,6	12	3,5	
526	186ST20	ST	Quedlinburg	77	13	7,6	10	15	7,7	
527	201ST20	ST	Weißenfels	140	21	12	17	28	12	
528	230ST20	ST	Wittenberg	56	7,8	4,5	6,7	12	4,2	
529	231ST20	ST	Wittenberg	79	10	6,0	9,5	17	5,2	
530	232ST20	ST	Wittenberg	100	14	8,0	12	23	8,1	
531	233ST20	ST	Jerichower Land	53	8,5	4,8	6,5	9,9	4,6	
532	236ST20	ST	Merseburg-Querfurt	26	4,6	2,5	3,1	4,6	2,7	
533	236ST21	ST	Merseburg-Querfurt	3,0	3,1	3,4	3,0	2,8	4,1	23
534	237ST20	ST	Merseburg-Querfurt	930	170	89	87	90	86	
535	237ST21	ST	Merseburg-Querfurt	640	120	61	62	69	60	
536	238ST20	ST	Altmarkkreis Salzwedel	42	8,5	4,8	5,7	7,7	5,0	
537	239ST20	ST	Anhalt-Zerbst	43	5,3	3,2	5,2	9,6	2,8	
538	240ST20	ST	Sangerhausen	23	4,3	2,5	3,3	4,7	3,1	
539	251ST20	ST	Altmarkkreis Salzwedel	72	9,6	5,5	8,4	14	4,7	
540	292ST10	ST	Merseburg-Querfurt	150	33	25	28	39	30	94
541	295ST20	ST	Altmarkkreis Salzwedel	14	2,6	1,4	1,6	2,1	1,4	
542	296ST20	ST	Altmarkkreis Salzwedel	51	7,4	4,2	5,9	9,7	3,9	
543	325ST20	ST	Altmarkkreis Salzwedel	23	4,1	2,3	2,8	3,9	2,9	
544	326ST20	ST	Stendal	26	3,2	1,9	3,2	5,8	1,6	
545	377ST20	ST	Weißenfels	270	33	20	34	64	20	
546	052TH20	TH	Hildburghausen	11	1,7	1,2	1,6	2,5	1,2	2,6

Lfd. Nr.	Proben-nummer	BL	Landkreis / kreisfreie Stadt	H _{0-1a} μSv/a	H _{1-2a} μSv/a	H _{2-7a} μSv/a	H _{7-12a} μSv/a	H _{12-17a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
547	053TH20	TH	Saalfeld-Rudolfstadt	36	5,5	3,8	5,3	8,6	3,6	8,5
548	054TH20	TH	Gotha	99	12	7,2	12	23	6,0	2,7
549	055TH20	TH	Gotha	29	3,7	2,4	3,8	6,8	2,2	2,6
550	056TH20	TH	Greiz	10	1,5	1,1	1,5	2,5	1,1	2,6
551	057TH20	TH	Weimarer Land	61	8,8	5,3	7,5	12	5,3	3,0
552	058TH20	TH	Jena	130	29	21	23	29	25	67
553	059TH20	TH	Jena	96	19	12	14	19	15	25
554	060TH20	TH	Altenburger Land	97	23	18	21	29	24	68
555	062TH20	TH	Kyffhäuserkreis	92	23	19	21	27	23	75
556	063TH20	TH	Kyffhäuserkreis	110	23	18	22	31	22	62
557	064TH20	TH	Sömmerda	71	21	18	19	24	22	83
558	065TH10	TH	Wartburgkreis	190	96	94	89	94	110	560
559	066TH10	TH	Saale-Holzland-Kreis	150	44	37	40	49	46	170
560	071TH20	TH	Altenburger Land	130	36	33	34	43	38	170
561	072TH20	TH	Greiz	54	10,0	7,7	9,8	16	8,5	27
562	072TH30	TH	Greiz	36	8,0	6,7	7,9	12	7,7	29
563	073TH20	TH	Greiz	190	45	39	44	64	47	180
564	073TH30	TH	Greiz	80	21	17	20	29	23	75
565	074TH10	TH	Gera	45	18	17	17	19	22	100
566	075TH10	TH	Gera	43	13	11	11	13	13	52
567	076TH20	TH	Greiz	220	54	38	37	42	41	130
568	076TH30	TH	Greiz	160	44	35	35	40	39	150
569	077TH10	TH	Greiz	66	23	22	22	27	26	120
570	078TH10	TH	Greiz	110	45	43	42	48	52	250
571	079TH10	TH	Greiz	44	20	19	18	20	23	110
572	080TH10	TH	Greiz	95	47	47	44	48	57	290
573	081TH10	TH	Gera	150	72	70	67	72	86	410
574	156TH20	TH	Hildburghausen	310	150	150	140	140	180	880
575	158TH20	TH	Altenburger Land	180	29	19	25	38	20	20
576	159TH20	TH	Schmalkalden-Meiningen	66	12	8,4	11	16	13	10
577	160TH20	TH	Altenburger Land	920	260	210	230	320	250	790
578	161TH20	TH	Schmalkalden-Meiningen	32	8,2	6,6	7,3	9,6	8,6	25
579	162TH20	TH	Saalfeld-Rudolfstadt	160	33	25	29	41	31	79
580	163TH10	TH	Kyffhäuserkreis	120	25	20	24	32	26	70
581	164TH20	TH	Saale-Holzland-Kreis	180	66	60	61	70	74	310
582	165TH20	TH	Weimarer Land	160	26	17	23	37	22	23

Tabelle C4: Aus dem Konsum der untersuchten Trinkwässer resultierende Ingestions-Folgedosen H_i und Rn-222-Inhalations-Folgedosen H_{inh} für Personen der Altersgruppen $\neq 0 - 1$ a und > 17 a

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	H_{0-1a} $\mu\text{Sv/a}$	$H_{>17a}$ $\mu\text{Sv/a}$	$H_{inh.}$ $\mu\text{Sv/a}$
1	093BB20	BB	2,9	0,36	22	1,0					0,21	0,058	0,47	0,080	11	1,1	1,4	1,9	11
2	096BB20	BB	6,7	0,82	15	0,71					0,021	0,0060	0,54	0,091	5,2	0,50	2,8	3,8	22
3	097BB20	BB	2,7	0,34	25	1,2					0,021	0,0060	0,45	0,076	19	1,8	1,6	2,2	13
4	098BB20	BB	2,3	0,28	5,9	0,28					0,021	0,0060	1,4	0,24	35	3,3	1,9	2,7	15
5	099BB20	BB	2,2	0,27	5,8	0,27					0,021	0,0060	1,0	0,18	3,1	0,29	3,0	4,2	24
6	100BB20	BB	5,4	0,66	42	2,0					0,021	0,0060	0,44	0,075	3,2	0,31	1,6	2,2	12
7	101BB20	BB	3,7	0,45	19	0,90					0,18	0,049	2,2	0,37	38	3,6	1,4	1,9	11
8	102BB20	BB	4,2	0,52	26	1,2					0,021	0,0060	0,49	0,083	11	1,1	1,7	2,3	13
9	113BB20	BB	4,6	0,56	24	1,1					0,10	0,027	1,2	0,21	3,8	0,36	0,66	0,91	5,2
10	114BB20	BB	4,9	0,60	19	0,92					0,021	0,0060	11	1,8	23	2,2	6,5	9,0	51
11	115BB20	BB	1,0	0,13	4,4	0,21					0,057	0,016	1,3	0,21	34	3,2	2,8	3,9	22
12	116BB20	BB	5,4	0,67	30	1,4	1,3	0,36	0,042	0,012	0,88	0,24	1,3	0,23	2,4	0,23	2,4	3,3	19
13	117BB20	BB	1,5	0,19	5,7	0,27					0,021	0,0060	1,2	0,21	13	1,2	0,63	0,87	5,0
14	118BB20	BB	3,9	0,48	34	1,6					0,021	0,0060	1,2	0,21	14	1,4	1,4	2,0	11
15	119BB20	BB	6,2	0,77	110	5,1					0,021	0,0060	2,7	0,46	93	8,8	1,4	1,9	11
16	120BB20	BB	3,5	0,43	13	0,62					0,021	0,0060	3,9	0,65	4,6	0,43	5,1	7,0	40
17	121BB20	BB	4,7	0,57	31	1,5					0,21	0,058	1,3	0,21	2,7	0,26	2,2	3,0	17
18	122BB20	BB	2,5	0,31	5,4	0,26					0,021	0,0060	2,7	0,45	6,8	0,64	2,1	3,0	17
19	123BB20	BB	3,0	0,37	23	1,1					0,021	0,0060	1,3	0,21	13	1,2	2,1	2,9	17
20	003BE20	BE	2,4	0,29	19	0,89	0,094	0,026	0,089	0,025	0,021	0,0060	6,7	1,1	19	1,8	1,4	1,9	11
21	004BE20	BE	3,6	0,44	5,3	0,25	0,23	0,063	0,089	0,025	0,17	0,045	0,43	0,072	7,2	0,69	0,62	0,86	4,9
22	005BE20	BE	3,8	0,47	37	1,7	0,33	0,091	0,089	0,025	0,16	0,045	0,45	0,076	3,1	0,29	2,4	3,3	19
23	094BE20	BE	3,6	0,44	28	1,3	0,58	0,16	0,049	0,013	0,39	0,11	1,5	0,25	7,4	0,70	2,8	3,9	22
24	095BE20	BE	3,1	0,38	13	0,64					0,43	0,12	2,1	0,35	4,6	0,43	2,4	3,3	19
25	536BE20	BE	2,4	0,29	14	0,68					0,029	0,0080	5,2	0,89	2,7	0,26			
26	537BE20	BE	5,7	0,71	39	1,8					0,029	0,0080	2,7	0,46	5,8	0,55			
27	546BE20	BE	7,4	0,91	97	4,6					0,14	0,037	1,2	0,21	8,0	0,76	0,94	1,3	7,4
28	001BW20	BW	0,97	0,12	8,4	0,40	0,91	0,25	0,022	0,0060	0,74	0,20	1,3	0,21	15	1,4			
29	293BW20	BW	4,7	0,58	29	1,4					0,11	0,031	2,5	0,42	7,2	0,68	1,7	2,4	14
30	294BW10	BW	3,9	0,48	17	0,82	0,97	0,27	0,35	0,096	0,57	0,16	9,1	1,5	25	2,4	15	20	120

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
31	309BW20	BW	2,9	0,35	17	0,79					0,021	0,0060	1,2	0,20	17	1,7	1,6	2,3	13
32	310BW20	BW	2,7	0,34	9,1	0,43					0,43	0,12	3,7	0,63	10	0,97	3,2	4,5	26
33	311BW20	BW	3,7	0,46	17	0,80					0,21	0,058	2,9	0,50	6,7	0,63	7,7	11	61
34	312BW20	BW	3,3	0,41	10	0,49					0,38	0,10	2,5	0,42	9,3	0,88	1,9	2,6	15
35	313BW20	BW	2,8	0,35	12	0,59					0,36	0,097	5,8	0,98	7,5	0,71	8,0	11	63
36	314BW20	BW	3,6	0,44	17	0,79	7,5	2,1	0,13	0,035	2,6	0,71	1,4	0,23	3,8	0,36	1,4	2,0	11
37	315BW20	BW	3,3	0,40	10	0,49					0,50	0,14	3,2	0,55	6,0	0,57	3,5	4,8	27
38	316BW10	BW	5,2	0,64	42	2,0	5,4	1,5	0,12	0,032	0,98	0,27	11	1,9	14	1,3	13	18	100
39	317BW20	BW	2,8	0,34	6,5	0,31					0,50	0,14	1,2	0,20	11	1,1	0,45	0,63	3,6
40	318BW20	BW															3,6	5,0	29
41	319BW30	BW	2,6	0,31	16	0,76					0,29	0,078	4,6	0,78	50	4,8	2,0	2,8	16
42	320BW21	BW	5,6	0,69	32	1,5					0,072	0,020	51	8,7	98	9,3	70	97	560
43	320BW30	BW	4,3	0,53	21	1,00					0,086	0,023	200	33	620	59	63	87	500
44	320BW31	BW	4,6	0,56	27	1,3					0,072	0,020	130	23	290	28	79	110	620
45	321BW20	BW	6,1	0,75	50	2,4					0,12	0,033	1,3	0,23	5,6	0,53	0,92	1,3	7,2
46	323BW10	BW	10	1,3	17	0,81					0,53	0,14	3,9	0,66	2,4	0,23	3,5	4,9	28
47	324BW10	BW	1,8	0,22	12	0,57					0,34	0,093	6,1	1,0	8,4	0,79	7,2	10	57
48	327BW30	BW	5,7	0,70	180	8,5	1,2	0,32	0,13	0,035	0,59	0,16	4,4	0,75	6,5	0,62			
49	328BW20	BW	4,5	0,55	39	1,8					0,021	0,0060	5,1	0,87	16	1,5			
50	366BW20	BW	2,4	0,29	12	0,58					0,021	0,0060	1,3	0,22	0,71	0,067	0,42	0,58	3,3
51	366BW21	BW	3,1	0,38	21	0,97					0,021	0,0060	1,2	0,21	4,8	0,46	0,37	0,51	2,9
52	369BW20	BW	0,86	0,11	3,4	0,16	1,2	0,33	0,12	0,034	0,71	0,19	1,3	0,22	2,0	0,19	1,4	1,9	11
53	388BW20	BW	5,5	0,67	8,7	0,41	1,7	0,47	0,13	0,036	0,96	0,26	2,9	0,49	5,2	0,50	1,5	2,1	12
54	389BW20	BW	4,0	0,49	8,8	0,42					0,17	0,047	5,9	1,00	26	2,4			
55	390BW20	BW	4,8	0,59	24	1,1	0,78	0,21	0,15	0,041	0,60	0,16	1,2	0,20	4,6	0,43	0,62	0,86	4,9
56	398BW20	BW	2,0	0,24	15	0,72					0,41	0,11	3,7	0,63	5,9	0,56	6,5	9,0	51
57	399BW20	BW	2,9	0,35	5,0	0,24					0,079	0,021	4,9	0,83	6,2	0,59	17	24	140
58	400BW20	BW	6,0	0,73	4,1	0,20					0,13	0,035	2,7	0,46	4,5	0,43	2,9	4,1	23
59	403BW20	BW	0,74	0,090	2,0	0,093					0,021	0,0060	3,0	0,50	5,7	0,54	2,1	2,9	17
60	404BW20	BW	6,7	0,83	20	0,93	2,8	0,76	0,12	0,034	2,3	0,63	5,0	0,84	8,8	0,84	0,36	0,50	2,9
61	417BW20	BW	3,4	0,42	24	1,1	1,6	0,44	0,12	0,033	1,3	0,34	4,9	0,83	3,6	0,34			
62	418BW20	BW	3,5	0,43	21	1,0	1,5	0,42	0,11	0,029	1,0	0,28	6,4	1,1	4,3	0,41			
63	419BW10	BW	0,92	0,11	2,2	0,10					0,021	0,0060	1,3	0,22	10	1,00	1,2	1,6	9,4
64	419BW11	BW	1,4	0,17	2,1	0,10					0,021	0,0060	7,5	1,3	28	2,6	19	27	150

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
65	436BW20	BW	1,9	0,23	5,7	0,27					0,18	0,050	3,7	0,62	3,4	0,33	4,3	5,9	34
66	437BW20	BW	3,4	0,42	40	1,9	2,9	0,79	0,20	0,056	1,4	0,37	3,0	0,51	3,6	0,34	5,9	8,1	46
67	438BW20	BW	12	1,4	53	2,5					0,50	0,14	5,0	0,85	5,0	0,47	6,2	8,5	49
68	439BW20	BW	1,5	0,19	13	0,63					0,045	0,012	2,6	0,44	14	1,3	3,2	4,5	25
69	440BW20	BW	3,3	0,40	16	0,78					0,30	0,082	1,2	0,21	3,1	0,29	0,38	0,52	3,0
70	441BW10	BW	0,34	0,042	5,2	0,25					0,16	0,045	4,5	0,76	4,6	0,44	3,5	4,9	28
71	442BW10	BW	4,0	0,49	11	0,54	2,5	0,68	0,17	0,048	2,0	0,56	4,6	0,77	11	1,0	5,8	8,0	46
72	443BW10	BW	3,3	0,40	15	0,73					0,46	0,13	2,8	0,48	3,6	0,34	5,3	7,4	42
73	444BW10	BW	1,9	0,23	7,2	0,34					0,28	0,077	3,9	0,66	9,8	0,93	3,8	5,3	30
74	446BW10	BW	5,5	0,67	28	1,3	2,7	0,73	0,16	0,044	1,0	0,28	29	5,0	17	1,6	34	48	270
75	448BW20	BW	2,1	0,26	5,4	0,25					0,53	0,14	4,2	0,71	6,5	0,62	4,2	5,8	33
76	469BW20	BW	2,7	0,34	11	0,51					0,036	0,010	4,3	0,73	5,6	0,53	0,61	0,84	4,8
77	470BW10	BW	6,0	0,74	27	1,3	1,4	0,38	0,13	0,036	1,2	0,32	3,4	0,58	3,4	0,33	9,8	14	77
78	470BW11	BW	6,1	0,75	30	1,4	1,1	0,31	0,22	0,061	1,1	0,29	1,2	0,21	0,82	0,078	8,2	11	65
79	471BW20	BW	8,6	1,1	17	0,81					0,021	0,0060	4,2	0,71	3,4	0,32			
80	472BW10	BW															3,2	4,4	25
81	472BW30	BW	3,3	0,40	23	1,1					0,46	0,13	2,7	0,45	3,0	0,28			
82	473BW20	BW	7,5	0,92	52	2,4	2,9	0,78	0,16	0,043	1,1	0,31	3,4	0,57	4,6	0,44	2,1	2,9	17
83	474BW20	BW	3,6	0,44	22	1,1	1,5	0,42	0,16	0,044	0,72	0,20	2,7	0,45	3,4	0,33	2,5	3,5	20
84	475BW20	BW	0,90	0,11	7,1	0,34					0,12	0,031	4,4	0,74	4,4	0,42	3,5	4,9	28
85	477BW20	BW	1,5	0,19	9,2	0,44					0,036	0,010	1,3	0,22	6,2	0,59	0,42	0,58	3,3
86	478BW20	BW	6,8	0,84	15	0,72					0,036	0,010	1,2	0,20	4,1	0,39	0,42	0,58	3,3
87	479BW20	BW	2,3	0,29	8,4	0,40					0,097	0,026	1,2	0,21	1,7	0,16	0,44	0,61	3,5
88	480BW10	BW	4,1	0,50	16	0,74	2,4	0,65	0,15	0,042	2,2	0,61	2,7	0,46	5,4	0,51	2,2	3,1	18
89	481BW30	BW	23	2,8	53	2,5	1,5	0,41	0,20	0,055	1,0	0,28	3,8	0,64	7,7	0,73	1,6	2,2	12
90	482BW20	BW	48	5,9	43	2,0	5,2	1,4	0,15	0,040	3,4	0,94	28	4,7	29	2,7	27	37	210
91	483BW20	BW	4,6	0,57	29	1,4					0,49	0,13	1,3	0,22	4,5	0,42	1,8	2,4	14
92	484BW20	BW	3,5	0,43	67	3,1	0,81	0,22	0,12	0,034	0,60	0,16	3,9	0,65	5,7	0,55	3,3	4,5	26
93	485BW20	BW	21	2,6	98	4,6					0,036	0,010	8,8	1,5	6,7	0,64	6,4	8,9	51
94	486BW20	BW	4,1	0,50	52	2,5	1,7	0,45	0,12	0,033	1,2	0,34	4,3	0,72	3,0	0,29	2,0	2,8	16
95	487BW20	BW	4,2	0,52	24	1,1					0,036	0,010	3,9	0,66	3,2	0,30	14	20	110
96	492BW10	BW	0,33	0,041	5,8	0,28					0,25	0,069	5,6	0,95	14	1,4	2,7	3,7	21
97	493BW10	BW	2,5	0,31	17	0,82	1,3	0,36	0,13	0,035	0,91	0,25	7,1	1,2	3,5	0,34	5,5	7,7	44
98	494BW10	BW	2,7	0,33	17	0,82	1,8	0,50	0,12	0,033	1,5	0,41	6,1	1,0	9,9	0,94	6,3	8,8	50

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
99	495BW10	BW	2,8	0,35	27	1,3	8,1	2,2	0,12	0,033	7,1	1,9	6,6	1,1	5,2	0,50	6,4	8,9	51
100	496BW10	BW	3,8	0,46	31	1,5	1,1	0,29	0,13	0,035	0,89	0,24	1,3	0,22	3,1	0,30	0,29	0,40	2,3
101	496BW11	BW	1,1	0,13	22	1,0	0,81	0,22	0,18	0,049	0,59	0,16	2,8	0,47	7,5	0,71	4,0	5,5	32
102	497BW20	BW	1,2	0,14	13	0,62					0,16	0,043	4,0	0,68	3,8	0,36	3,6	5,0	29
103	503BW10	BW	5,6	0,68	18	0,84	3,6	0,98	0,15	0,041	3,0	0,81	5,4	0,92	14	1,3	4,6	6,4	36
104	504BW20	BW	2,1	0,25	5,2	0,24					0,41	0,11	3,1	0,52	5,5	0,52	1,9	2,7	15
105	505BW10	BW	3,1	0,38	15	0,73					0,48	0,13	5,1	0,87	9,5	0,90	3,4	4,7	27
106	166BY20	BY	32	4,0	370	18					0,021	0,0060	1,2	0,21	0,95	0,090			
107	187BY10	BY	3,2	0,39	14	0,68	2,2	0,60	0,13	0,035	2,0	0,55	2,9	0,50	5,4	0,52	4,7	6,5	37
108	188BY20	BY	4,7	0,57	5,7	0,27	3,1	0,83	0,15	0,040	3,1	0,85	7,9	1,3	5,0	0,48	5,1	7,1	40
109	189BY20	BY	9,2	1,1	43	2,0	5,5	1,5	0,20	0,055	4,6	1,2	2,6	0,44	7,3	0,69	2,8	3,9	22
110	190BY10	BY	5,0	0,62	20	0,97	1,4	0,38	0,13	0,037	1,3	0,36	4,5	0,76	2,9	0,27	5,3	7,3	42
111	191BY20	BY	3,3	0,40	13	0,61	6,1	1,7	0,18	0,050	5,4	1,5	1,1	0,19	7,4	0,71	2,4	3,4	19
112	192BY10	BY	2,6	0,32	17	0,81	0,78	0,21	0,15	0,042	0,63	0,17	3,4	0,58	13	1,3	4,1	5,7	33
113	193BY10	BY	3,0	0,36	8,9	0,42	1,1	0,29	0,16	0,043	0,91	0,25	4,9	0,84	4,6	0,44	6,8	9,4	54
114	194BY10	BY	2,6	0,32	19	0,91	0,85	0,23	0,15	0,040	0,81	0,22	1,3	0,21	5,1	0,49	2,5	3,5	20
115	195BY10	BY	2,4	0,30	8,3	0,39	0,73	0,20	0,12	0,034	0,62	0,17	4,6	0,78	43	4,1	3,5	4,8	28
116	196BY10	BY	4,5	0,55	4,6	0,22	1,2	0,33	0,15	0,043	0,92	0,25	2,9	0,49	30	2,9	1,8	2,4	14
117	197BY20	BY	22	2,6	110	5,4					0,021	0,0060	3,4	0,58	8,3	0,79	4,8	6,7	38
118	198BY10	BY	2,1	0,25	23	1,1	1,2	0,33	0,13	0,035	1,2	0,32	4,6	0,77	2,6	0,25	4,0	5,5	32
119	199BY10	BY	3,3	0,40	6,3	0,30	1,3	0,34	0,12	0,034	0,92	0,25	3,1	0,52	2,9	0,27	3,0	4,2	24
120	200BY10	BY	11	1,4	5,5	0,26	1,6	0,43	0,14	0,038	1,4	0,37	5,5	0,92	6,9	0,66	6,6	9,1	52
121	202BY10	BY	2,0	0,25	12	0,55	0,89	0,24	0,13	0,036	0,87	0,24	1,5	0,25	4,9	0,46	5,1	7,1	40
122	203BY20	BY	4,2	0,52	6,0	0,29					0,18	0,049	24	4,0	21	2,0	41	56	320
123	204BY20	BY	0,79	0,097	5,2	0,25					0,021	0,0060	5,6	0,95	3,2	0,30	9,6	13	76
124	205BY20	BY	0,98	0,12	5,6	0,26					0,072	0,020	1,3	0,22	5,1	0,49	0,39	0,54	3,1
125	206BY20	BY	3,8	0,46	4,9	0,23	6,1	1,7	0,32	0,089	5,6	1,5	9,4	1,6	28	2,7	24	34	190
126	207BY10	BY	3,8	0,47	14	0,68	4,3	1,2	0,13	0,037	3,6	0,97	1,3	0,22	11	1,1	4,3	6,0	34
127	208BY20	BY	1,2	0,15	6,5	0,31	0,89	0,24	0,12	0,034	0,76	0,21	3,2	0,54	3,4	0,32	2,7	3,7	21
128	209BY20	BY	3,1	0,38	4,0	0,19					0,49	0,13	63	11	34	3,3	67	93	530
129	210BY20	BY	1,4	0,17	4,0	0,19					0,021	0,0060	5,6	0,94	9,5	0,90	3,8	5,2	30
130	211BY20	BY	0,39	0,048	3,5	0,17					0,021	0,0060	1,3	0,22	10	0,95	0,33	0,46	2,6
131	212BY20	BY	0,43	0,053	3,6	0,17					0,021	0,0060	14	2,3	8,5	0,81	7,0	9,8	56
132	213BY20	BY	1,5	0,18	5,2	0,25					0,021	0,0060	38	6,4	24	2,2	77	110	610

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
133	214BY20	BY	36	4,4	92	4,4	3,5	0,97	0,18	0,051	2,9	0,80	2,7	0,45	18	1,7	1,6	2,3	13
134	253BY20	BY	2,6	0,32	18	0,85					0,56	0,15	1,3	0,21	7,2	0,68	1,1	1,5	8,5
135	254BY20	BY	8,2	1,0	47	2,2	13	3,6	0,27	0,075	8,0	2,2	7,5	1,3	32	3,0	10	14	81
136	255BY20	BY	8,5	1,0	24	1,1	4,7	1,3	0,16	0,044	1,4	0,37	1,2	0,21	11	1,1	0,35	0,49	2,8
137	256BY20	BY	210	25	280	13	29	7,9	1,1	0,31	19	5,1	2,6	0,44	38	3,6	1,6	2,3	13
138	256BY25	BY	240	30	310	15					0,021	0,0060	2,7	0,45	34	3,2			
139	257BY20	BY	10	1,2	59	2,8	13	3,5	0,43	0,12	5,6	1,5	3,7	0,62	7,6	0,72	0,73	1,0	5,8
140	258BY20	BY	3,5	0,43	9,8	0,47					0,021	0,0060	140	23	81	7,7	190	260	1500
141	259BY20	BY	52	6,4	62	3,0	2,0	0,55	0,16	0,043	2,1	0,57	130	23	76	7,2	260	360	2100
142	260BY10	BY	2,3	0,29	11	0,52					0,20	0,054	6,3	1,1	78	7,5	3,0	4,1	24
143	261BY20	BY	30	3,6	210	9,8					0,021	0,0060	15	2,5	18	1,7	62	85	490
144	262BY20	BY	7,7	0,94	89	4,2	2,7	0,74	0,17	0,048	1,8	0,50	41	7,0	16	1,5	820	1100	6500
145	263BY20	BY	17	2,1	40	1,9	1,7	0,47	0,15	0,042	1,7	0,47	67	11	69	6,6	170	240	1400
146	266BY10	BY	3,9	0,47	17	0,83					0,46	0,13	7,6	1,3	10	0,97	11	15	86
147	267BY10	BY	3,6	0,44	41	2,0	3,5	0,96	0,11	0,031	0,89	0,24	3,7	0,63	20	1,9	6,0	8,3	47
148	268BY20	BY	1,5	0,18	14	0,67					0,021	0,0060	3,2	0,54	40	3,8	1,5	2,0	12
149	269BY20	BY	8,6	1,1	37	1,8	3,9	1,1	0,15	0,041	1,1	0,29	1,2	0,20	11	1,1	0,40	0,56	3,2
150	270BY20	BY	13	1,6	50	2,4					0,093	0,025	3,4	0,58	11	1,0	1,3	1,8	10
151	271BY20	BY	2,5	0,30	17	0,80					0,18	0,049	1,2	0,20	8,5	0,81	0,40	0,55	3,2
152	272BY20	BY	3,7	0,46	16	0,74					0,021	0,0060	4,2	0,71	8,4	0,80	3,0	4,1	24
153	273BY20	BY	2,6	0,32	15	0,69					0,29	0,078	3,6	0,62	24	2,3	0,40	0,55	3,2
154	274BY20	BY	3,1	0,38	24	1,1	1,9	0,53	0,13	0,035	1,0	0,28	1,3	0,22	6,3	0,60	4,2	5,8	33
155	275BY10	BY	4,7	0,58	72	3,4	9,6	2,6	0,14	0,040	3,2	0,87	1,3	0,23	5,4	0,51	13	18	100
156	276BY10	BY	6,0	0,73	31	1,5	1,8	0,48	0,12	0,032	0,51	0,14	7,0	1,2	14	1,3	12	16	94
157	277BY20	BY	8,4	1,0	28	1,3					0,14	0,039	1,4	0,24	14	1,4	1,0	1,4	8,1
158	278BY10	BY	22	2,6	99	4,7	25	6,9	0,74	0,21	17	4,6	19	3,3	22	2,1	15	21	120
159	279BY20	BY	4,0	0,49	43	2,0	2,1	0,56	0,11	0,029	0,77	0,21	1,2	0,20	18	1,7	2,3	3,2	18
160	280BY10	BY	4,3	0,53	51	2,4	8,4	2,3	0,24	0,067	4,5	1,2	4,4	0,75	14	1,3	9,8	14	78
161	281BY10	BY	8,3	1,0	87	4,1	10	2,8	0,17	0,048	4,4	1,2	6,9	1,2	10	0,99	9,4	13	75
162	329BY20	BY	15	1,9	140	6,4					0,021	0,0060	1,2	0,21	3,1	0,29	1,9	2,6	15
163	330BY20	BY	4,8	0,58	30	1,4	1,6	0,44	0,12	0,033	0,65	0,18	1,1	0,19	2,5	0,24	2,4	3,3	19
164	331BY20	BY	15	1,9	140	6,6					0,072	0,020	1,2	0,21	1,0	0,097	1,8	2,5	14
165	332BY10	BY	6,9	0,84	32	1,5					0,45	0,12	3,3	0,57	4,5	0,43	5,0	7,0	40
166	333BY20	BY	20	2,5	25	1,2					0,021	0,0060	2,7	0,45	3,0	0,29	3,9	5,5	31

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
167	420BY20	BY	4,1	0,50	60	2,8					0,40	0,11	1,2	0,21	3,0	0,29	3,6	5,1	29
168	421BY20	BY	130	16	440	21	13	3,5	0,13	0,036	2,1	0,57	4,6	0,78	2,0	0,19	11	15	84
169	422BY20	BY	13	1,6	54	2,6					0,22	0,060	2,9	0,49	0,93	0,088	6,9	9,5	54
170	423BY20	BY	51	6,3	390	19	5,0	1,4	0,14	0,038	0,74	0,20	16	2,6	21	2,0	48	66	380
171	423BY21	BY	67	8,2	390	18	3,2	0,88	0,12	0,034	0,64	0,17	7,0	1,2	16	1,6			
172	424BY20	BY	14	1,8	240	11	0,76	0,21	0,11	0,030	0,089	0,024	1,2	0,21	6,4	0,61	2,2	3,0	17
173	425BY20	BY	18	2,2	200	9,5	2,9	0,79	0,12	0,034	0,73	0,20	2,8	0,48	28	2,7	4,7	6,5	37
174	426BY20	BY	14	1,7	93	4,4	7,3	2,0	0,15	0,040	4,7	1,3	1,2	0,21	0,75	0,071	0,38	0,53	3,0
175	427BY20	BY	34	4,2	610	29	18	5,0	0,89	0,25	16	4,4	1,2	0,21	8,6	0,82	3,1	4,4	25
176	428BY20	BY	20	2,5	180	8,6	13	3,5	0,29	0,081	9,4	2,6	1,1	0,19	7,9	0,75	3,1	4,3	25
177	429BY10	BY	11	1,3	79	3,7	6,5	1,8	0,13	0,036	3,7	1,00	3,3	0,55	0,82	0,078	36	50	290
178	430BY10	BY	6,2	0,77	66	3,1	8,1	2,2	0,12	0,033	4,8	1,3	1,3	0,22	2,5	0,24	5,3	7,3	42
179	431BY20	BY	14	1,7	46	2,2	6,0	1,6	0,14	0,039	3,0	0,81	3,6	0,61	3,7	0,35	9,8	14	78
180	432BY20	BY	6,1	0,75	17	0,82	2,9	0,79	0,12	0,032	1,3	0,37	1,2	0,20	24	2,3	0,87	1,2	6,9
181	433BY20	BY	11	1,3	100	4,8	11	3,1	0,14	0,040	3,9	1,1	2,9	0,49	2,6	0,24	6,0	8,4	48
182	434BY20	BY	18	2,2	64	3,0	2,7	0,74	0,12	0,033	0,80	0,22	1,2	0,21	2,8	0,27	1,0	1,4	8,1
183	435BY20	BY	5,3	0,65	84	4,0	6,2	1,7	0,29	0,080	2,6	0,71	3,1	0,52	0,95	0,090	2,5	3,5	20
184	459BY20	BY	15	1,9	48	2,3	2,4	0,64	0,12	0,033	0,77	0,21	1,2	0,21	3,1	0,29			
185	460BY20	BY	82	10	310	14	4,4	1,2	0,11	0,030	0,45	0,12	2,7	0,45	0,93	0,088			
186	461BY20	BY	39	4,8	200	9,7	15	4,1	0,13	0,035	1,6	0,43	3,4	0,57	3,2	0,31			
187	462BY20	BY	26	3,1	140	6,5					0,26	0,072	1,2	0,21	2,8	0,27			
188	463BY20	BY	39	4,7	280	13	3,7	1,0	0,087	0,024	0,41	0,11	8,0	1,4	46	4,4			
189	464BY20	BY	21	2,6	52	2,5	9,5	2,6	0,14	0,039	1,6	0,44	2,9	0,48	0,95	0,090			
190	465BY20	BY	150	18	340	16					0,13	0,036	3,6	0,61	2,9	0,27			
191	466BY20	BY	35	4,3	400	19	13	3,6	0,41	0,11	9,0	2,5	1,2	0,20	7,1	0,67			
192	467BY20	BY	22	2,7	330	16	12	3,1	0,26	0,072	5,1	1,4	1,2	0,20	4,4	0,42			
193	468BY20	BY	38	4,7	110	5,0					0,021	0,0060	1,2	0,20	2,1	0,20			
194	506HB20	HB	1,7	0,21	4,8	0,23					0,025	0,0070	1,2	0,20	0,75	0,071	1,7	2,3	13
195	507HB20	HB	4,4	0,54	18	0,86					0,22	0,060	1,2	0,20	2,3	0,22	0,51	0,71	4,0
196	247HE20	HE	0,36	0,045	3,1	0,15					0,11	0,031	7,1	1,2	7,0	0,66	11	16	90
197	248HE20	HE	0,30	0,037	2,9	0,14					0,26	0,070	2,6	0,45	5,0	0,48	3,6	5,0	28
198	282HE20	HE	0,81	0,099	5,0	0,24					0,26	0,070	1,2	0,21	0,95	0,090	1,1	1,6	9,0
199	283HE10	HE	1,5	0,19	3,5	0,16					0,54	0,15	3,2	0,54	2,8	0,27	2,8	3,8	22
200	284HE20	HE	3,5	0,43	14	0,69					0,29	0,078	1,3	0,21	3,5	0,33	0,38	0,52	3,0

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
201	285HE20	HE	3,9	0,48	53	2,5					0,021	0,0060	23	3,9	59	5,6	0,37	0,52	3,0
202	286HE20	HE	8,6	1,1	220	11	4,6	1,3	0,12	0,034	2,3	0,63	3,4	0,57	3,7	0,35	2,2	3,0	17
203	287HE20	HE	3,1	0,38	12	0,57					0,021	0,0060	2,7	0,46	2,8	0,27	4,2	5,8	33
204	288HE20	HE	8,2	1,0	24	1,2					0,021	0,0060	1,2	0,20	2,9	0,28	0,33	0,45	2,6
205	289HE20	HE	3,1	0,38	23	1,1					0,39	0,11	3,5	0,59	4,3	0,41	2,2	3,0	17
206	290HE20	HE	3,3	0,41	21	1,00	7,2	2,0	0,14	0,039	4,0	1,1	1,4	0,24	2,0	0,19	3,1	4,3	25
207	291HE20	HE	5,9	0,72	33	1,6					0,36	0,097	1,3	0,23	0,99	0,095	0,32	0,44	2,5
208	297HE20	HE	5,2	0,64	32	1,5					0,021	0,0060	9,2	1,6	10	0,97	2,1	2,9	16
209	298HE20	HE	2,3	0,28	36	1,7					0,021	0,0060	1,2	0,20	0,82	0,078	0,38	0,52	3,0
210	299HE20	HE	2,1	0,26	9,3	0,44					0,19	0,051	4,1	0,69	4,8	0,46	2,9	4,0	23
211	300HE20	HE	3,3	0,40	7,5	0,36					0,021	0,0060	1,2	0,20	0,91	0,086	7,4	10	59
212	301HE20	HE	3,8	0,47	16	0,76					0,021	0,0060	7,7	1,3	6,5	0,61	9,5	13	75
213	302HE20	HE	1,3	0,16	19	0,92					0,021	0,0060	3,5	0,58	3,9	0,37	5,1	7,1	41
214	303HE20	HE	0,38	0,047	1,8	0,087					0,021	0,0060	7,1	1,2	2,7	0,26	18	25	140
215	304HE20	HE	4,0	0,49	26	1,2					0,021	0,0060	1,2	0,21	2,6	0,25	0,32	0,44	2,5
216	305HE20	HE	11	1,4	28	1,3					0,021	0,0060	1,4	0,23	0,93	0,088	1,9	2,6	15
217	306HE20	HE	8,6	1,1	16	0,77	6,3	1,7	0,15	0,041	1,8	0,49	7,3	1,2	16	1,6	14	20	110
218	307HE20	HE	5,8	0,71	42	2,0					0,021	0,0060	1,3	0,22	3,9	0,37	0,99	1,4	7,8
219	308HE20	HE	5,3	0,65	21	0,98					0,021	0,0060	13	2,2	9,2	0,88	27	37	210
220	341HE20	HE	0,42	0,051	1,8	0,083					0,021	0,0060	5,9	0,99	34	3,3	5,0	7,0	40
221	342HE20	HE	0,41	0,050	4,2	0,20					0,021	0,0060	2,6	0,44	9,5	0,91	2,2	3,0	17
222	343HE20	HE	2,2	0,27	1,9	0,091					0,072	0,020	15	2,6	21	2,0	6,9	9,6	55
223	344HE20	HE	0,40	0,049	7,1	0,34					0,086	0,023	1,3	0,22	0,84	0,080	2,3	3,1	18
224	345HE20	HE	2,3	0,28	10	0,48					0,021	0,0060	1,3	0,22	8,7	0,82	0,35	0,49	2,8
225	346HE20	HE	8,7	1,1	71	3,4					0,14	0,039	1,4	0,23	1,1	0,10	0,69	0,96	5,5
226	347HE20	HE	5,9	0,73	16	0,75	2,3	0,62	0,084	0,023	0,38	0,10	7,1	1,2	9,2	0,87	14	19	110
227	348HE20	HE	2,7	0,34	8,9	0,42					0,29	0,080	2,6	0,45	3,0	0,28	3,6	4,9	28
228	349HE20	HE	7,9	0,97	57	2,7					0,021	0,0060	1,2	0,20	1,0	0,097	0,84	1,2	6,7
229	350HE20	HE	2,9	0,36	17	0,80					0,20	0,054	1,3	0,21	0,91	0,086	3,4	4,7	27
230	378HE20	HE	1,6	0,19	2,6	0,12					0,021	0,0060	1,2	0,21	0,97	0,092	5,8	8,1	46
231	379HE20	HE	10	1,2	37	1,7					0,14	0,039	1,2	0,21	0,80	0,076	0,37	0,51	2,9
232	380HE20	HE	8,5	1,0	39	1,9	3,9	1,1	0,16	0,043	0,42	0,11	2,7	0,45	0,95	0,090	3,9	5,4	31
233	381HE20	HE	8,0	0,98	41	2,0	6,5	1,8	0,16	0,045	0,74	0,20	3,7	0,63	0,95	0,090	5,8	8,0	46
234	382HE20	HE	2,7	0,33	15	0,70					0,11	0,029	3,0	0,50	2,0	0,19	4,6	6,4	36

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
235	383HE20	HE	1,4	0,17	4,6	0,22					0,086	0,023	1,2	0,21	0,95	0,090	3,0	4,1	23
236	384HE20	HE	19	2,3	110	5,3	2,3	0,62	0,12	0,033	1,7	0,46	21	3,5	54	5,2	0,77	1,1	6,1
237	384HE21	HE	19	2,3	100	4,8	2,0	0,54	0,17	0,047	1,2	0,33	28	4,7	88	8,3	1,1	1,5	8,4
238	385HE20	HE	3,0	0,37	18	0,86	3,8	1,0	0,13	0,036	0,87	0,24	1,2	0,21	2,4	0,23	0,31	0,43	2,5
239	386HE20	HE	5,9	0,73	23	1,1	9,3	2,5	0,12	0,034	4,6	1,3	3,1	0,52	3,0	0,28	12	16	93
240	387HE20	HE	11	1,3	58	2,7	5,8	1,6	0,13	0,035	3,3	0,90	6,7	1,1	5,3	0,50	17	24	140
241	449HE20	HE	1,1	0,13	1,9	0,092					0,021	0,0060	1,2	0,21	7,9	0,75	9,9	14	79
242	450HE20	HE	0,93	0,11	1,7	0,082					0,021	0,0060	6,1	1,0	12	1,2	7,5	10	59
243	451HE20	HE	0,94	0,12	1,9	0,091					0,021	0,0060	9,6	1,6	8,0	0,76	8,3	11	66
244	452HE20	HE	1,5	0,19	1,7	0,078					0,15	0,040	1,2	0,20	3,5	0,34	4,5	6,2	35
245	453HE20	HE	0,35	0,043	1,7	0,082					0,021	0,0060	1,2	0,21	4,2	0,40	8,9	12	70
246	454HE20	HE	0,40	0,049	1,8	0,086					0,021	0,0060	3,1	0,53	2,3	0,22	2,0	2,8	16
247	455HE20	HE	0,92	0,11	1,7	0,078					0,021	0,0060	10	1,7	9,4	0,89	23	32	180
248	456HE20	HE	2,4	0,29	10	0,48					0,021	0,0060	5,5	0,93	7,3	0,69	12	16	93
249	457HE20	HE	2,8	0,34	13	0,61					0,021	0,0060	2,6	0,44	3,9	0,37	14	19	110
250	458HE20	HE	84	10	380	18	11	2,9	0,17	0,046	6,8	1,8	4,6	0,78	12	1,2	2,6	3,6	21
251	488HH20	HH	2,9	0,36	29	1,4					0,036	0,010	1,2	0,20	2,5	0,24	0,98	1,4	7,8
252	489HH20	HH	2,7	0,33	2,2	0,11					0,036	0,010	1,3	0,21	2,0	0,19	1,3	1,7	10,0
253	490HH20	HH	1,4	0,17	2,1	0,098					0,036	0,010	2,6	0,44	7,1	0,67	1,5	2,1	12
254	491HH20	HH	6,3	0,77	26	1,2					0,036	0,010	21	3,5	28	2,7	0,86	1,2	6,8
255	067MV20	MV	1,1	0,13	13	0,62					0,072	0,020	1,6	0,27	3,9	0,37	4,6	6,4	37
256	068MV20	MV	6,9	0,85	58	2,7					0,021	0,0060	0,54	0,091	2,2	0,21	2,4	3,4	19
257	069MV20	MV	6,6	0,81	32	1,5					0,021	0,0060	3,2	0,53	1,9	0,18	6,1	8,4	48
258	070MV20	MV	7,3	0,90	41	1,9					0,021	0,0060	1,7	0,29	4,6	0,44	2,3	3,2	18
259	144MV20	MV	5,4	0,66	61	2,9					0,086	0,023	3,5	0,58	2,2	0,21	3,7	5,1	29
260	145MV20	MV	5,0	0,61	38	1,8					0,021	0,0060	1,2	0,21	2,6	0,25	2,5	3,4	20
261	146MV20	MV	13	1,5	58	2,7	1,6	0,43	0,13	0,035	0,94	0,26	7,3	1,2	3,8	0,36	7,7	11	61
262	147MV20	MV	4,4	0,54	47	2,2					0,021	0,0060	6,0	1,0	6,0	0,57	4,2	5,8	33
263	148MV20	MV	3,3	0,41	59	2,8					0,14	0,039	1,3	0,22	2,3	0,21	3,3	4,6	26
264	149MV20	MV	5,0	0,62	68	3,2					0,021	0,0060	2,9	0,49	0,86	0,082	2,9	4,0	23
265	150MV20	MV	4,7	0,58	48	2,3					0,021	0,0060	1,2	0,21	0,93	0,088	1,6	2,2	13
266	152MV20	MV	3,6	0,44	40	1,9					0,021	0,0060	1,2	0,21	4,7	0,45	1,3	1,7	9,9
267	153MV20	MV	1,5	0,19	5,2	0,25					0,021	0,0060	1,2	0,21	1,0	0,097	1,9	2,6	15
268	241MV20	MV	4,2	0,52	32	1,5	2,8	0,76	0,13	0,036	2,2	0,60	3,2	0,54	3,7	0,35	2,1	2,9	17

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
269	242MV20	MV	4,4	0,53	34	1,6					0,36	0,099	1,3	0,22	3,6	0,34	1,1	1,5	8,8
270	243MV20	MV	5,0	0,62	62	3,0	1,6	0,43	0,075	0,021	1,2	0,33	1,2	0,21	4,5	0,42	3,1	4,3	25
271	244MV20	MV	3,4	0,41	21	1,0					0,50	0,14	4,5	0,76	3,7	0,35	2,9	4,0	23
272	245MV20	MV	8,4	1,0	40	1,9	1,2	0,33	0,15	0,042	0,93	0,25	1,3	0,23	3,3	0,32	1,5	2,1	12
273	246MV20	MV	5,8	0,71	10	0,50					0,18	0,049	1,2	0,21	0,95	0,090	0,96	1,3	7,6
274	002NI10	NI	13	1,6	45	2,1					0,021	0,0060	4,3	0,73	7,4	0,71	3,1	4,3	24
275	040NI20	NI	1,4	0,18	6,2	0,30					0,021	0,0060	1,8	0,30	2,8	0,27	2,4	3,3	19
276	041NI20	NI	2,7	0,33	5,4	0,26					0,021	0,0060	1,4	0,24	1,6	0,16	2,6	3,5	20
277	082NI20	NI	9,5	1,2	23	1,1					0,21	0,058	4,0	0,67	4,6	0,43	3,9	5,5	31
278	082NI21	NI	1,8	0,22	12	0,58					0,072	0,020	1,0	0,17	1,1	0,10	0,97	1,3	7,7
279	083NI20	NI	2,7	0,33	25	1,2					0,021	0,0060	2,5	0,42	43	4,1	0,97	1,3	7,7
280	084NI20	NI	5,4	0,66	32	1,5	1,8	0,49	0,047	0,013	0,69	0,19	5,2	0,87	7,4	0,71	3,6	5,0	28
281	085NI20	NI	3,3	0,40	17	0,82					0,021	0,0060	5,7	0,96	5,5	0,53	3,1	4,4	25
282	086NI20	NI	2,7	0,33	7,9	0,37					0,072	0,020	0,49	0,082	1,3	0,12	6,2	8,6	49
283	087NI20	NI	5,6	0,69	23	1,1					0,021	0,0060	6,0	1,0	13	1,2	0,79	1,1	6,3
284	088NI20	NI	2,4	0,30	15	0,73					0,021	0,0060	3,5	0,59	5,4	0,52	3,2	4,5	26
285	089NI20	NI	2,4	0,29	23	1,1					0,36	0,097	9,3	1,6	5,8	0,55	13	18	100
286	090NI20	NI															0,68	0,95	5,4
287	090NI21	NI	1,9	0,24	17	0,79					0,021	0,0060	0,72	0,12	2,3	0,22			
288	090NI22	NI	1,8	0,22	16	0,78					0,086	0,023	2,1	0,35	6,9	0,66			
289	091NI20	NI	1,0	0,13	17	0,83					0,021	0,0060	0,45	0,076	2,9	0,28	2,1	2,9	16
290	092NI20	NI															0,67	0,93	5,3
291	092NI21	NI	1,1	0,13	9,2	0,44					0,021	0,0060	0,63	0,11	2,9	0,27			
292	092NI22	NI	1,2	0,15	10	0,47					0,021	0,0060	0,64	0,11	6,5	0,61			
293	104NI10	NI	0,66	0,080	17	0,81	3,7	1,0	0,20	0,055	2,1	0,56	5,4	0,91	2,3	0,22			
294	105NI10	NI	0,74	0,091	24	1,1	2,9	0,79	0,19	0,052	2,2	0,59	5,3	0,90	2,6	0,25			
295	106NI10	NI	3,9	0,48	44	2,1	1,7	0,46	0,053	0,015	1,1	0,30	3,8	0,64	1,8	0,17			
296	107NI10	NI	3,9	0,48	30	1,4	1,9	0,52	0,045	0,012	1,1	0,30	6,5	1,1	3,6	0,34			
297	108NI10	NI	3,6	0,44	33	1,5	0,79	0,22	0,043	0,012	0,59	0,16	4,8	0,82	1,6	0,16			
298	109NI10	NI	3,2	0,39	74	3,5					0,31	0,086	2,3	0,39	1,4	0,13			
299	547NI20	NI	5,1	0,63	14	0,65	0,26	0,070	0,047	0,013	0,20	0,055	1,2	0,21	2,2	0,21	1,2	1,7	9,6
300	548NI20	NI	1,3	0,16	2,0	0,093	0,055	0,015	0,070	0,019	0,051	0,014	1,2	0,21	2,8	0,27	1,7	2,3	13
301	549NI20	NI	1,2	0,15	4,8	0,23	0,043	0,012	0,055	0,015	0,040	0,011	2,9	0,50	11	1,1	0,31	0,43	2,5
302	550NI20	NI	4,8	0,59	39	1,9	0,77	0,21	0,058	0,016	0,59	0,16	2,9	0,49	4,8	0,45	1,1	1,6	8,9

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{>17a} μSv/a	H _{Inh.} μSv/a
303	551NI20	NI	3,1	0,38	35	1,7	9,6	2,6	0,28	0,079	6,0	1,6	4,5	0,76	1,6	0,15	2,9	4,1	23
304	552NI20	NI	0,38	0,046	1,7	0,078	0,16	0,044	0,061	0,017	0,045	0,012	1,3	0,22	3,2	0,30	0,89	1,2	7,1
305	553NI20	NI	0,33	0,041	2,2	0,11	0,046	0,013	0,058	0,016	0,042	0,011	1,2	0,21	3,8	0,36	0,31	0,43	2,5
306	554NI20	NI	1,3	0,16	13	0,64	0,044	0,012	0,056	0,015	0,041	0,011	21	3,6	6,7	0,63	24	34	190
307	555NI10	NI	4,1	0,50	30	1,4	2,3	0,62	0,096	0,026	1,0	0,27	11	1,9	9,8	0,93	7,5	10	60
308	555NI11	NI	10	1,2	52	2,5	5,1	1,4	0,081	0,022	1,9	0,52	5,9	0,99	6,1	0,58	9,1	13	72
309	556NI20	NI	7,1	0,87	13	0,64	1,1	0,30	0,037	0,010	0,81	0,22	11	1,9	11	1,0	0,78	1,1	6,2
310	557NI20	NI	5,2	0,64	20	0,93	0,039	0,011	0,047	0,013	0,036	0,010	2,8	0,48	2,1	0,20	1,5	2,1	12
311	558NI20	NI	3,2	0,39	12	0,57	0,040	0,011	0,050	0,014	0,036	0,010	2,9	0,49	6,1	0,58	1,5	2,1	12
312	559NI20	NI	1,6	0,20	11	0,51	0,041	0,011	0,051	0,014	0,039	0,011	3,2	0,54	2,4	0,23	2,3	3,1	18
313	560NI20	NI	3,0	0,37	21	1,0	0,55	0,15	0,062	0,017	0,46	0,12	6,0	1,0	5,5	0,53	1,5	2,1	12
314	561NI20	NI	0,40	0,049	13	0,62	0,36	0,099	0,036	0,010	0,27	0,072	2,9	0,49	5,1	0,48	2,8	3,8	22
315	562NI20	NI	3,3	0,40	18	0,84	0,036	0,010	0,046	0,013	0,033	0,0090	1,2	0,20	1,5	0,14	0,34	0,47	2,7
316	563NI20	NI	1,2	0,15	8,4	0,40	0,044	0,012	0,050	0,014	0,038	0,010	9,6	1,6	17	1,6	1,8	2,6	15
317	564NI20	NI	9,0	1,1	43	2,0	0,029	0,0080	0,035	0,010	0,026	0,0070	5,9	1,0	12	1,1	0,89	1,2	7,0
318	565NI10	NI	3,8	0,47	43	2,0	12	3,4	0,22	0,059	4,4	1,2	5,1	0,87	4,3	0,41	1,3	1,8	10
319	566NI20	NI	3,5	0,42	16	0,76	0,030	0,0080	0,035	0,010	0,026	0,0070	2,9	0,49	11	1,0	1,1	1,5	8,4
320	567NI10	NI	4,8	0,59	39	1,9	3,3	0,91	0,086	0,024	1,9	0,52	14	2,3	6,3	0,60	13	17	99
321	567NI11	NI	3,6	0,44	45	2,1	12	3,2	0,042	0,012	1,3	0,37	23	3,8	21	2,0	19	27	150
322	568NI10	NI	2,0	0,25	26	1,2	6,6	1,8	0,045	0,012	2,6	0,72	16	2,7	11	1,1	11	15	86
323	569NI20	NI	13	1,6	100	4,7	0,21	0,058	0,048	0,013	0,098	0,027	1,4	0,24	5,0	0,47	2,6	3,6	20
324	570NI20	NI	1,8	0,22	3,5	0,17	0,85	0,23	0,054	0,015	0,50	0,14	4,5	0,76	1,0	0,097	6,3	8,7	50
325	172NW10	NW	3,7	0,46	53	2,5	1,3	0,36	0,16	0,043	0,96	0,26	4,5	0,76	22	2,1	5,5	7,6	43
326	173NW10	NW	3,6	0,44	42	2,0					0,21	0,056	4,3	0,73	6,1	0,58	2,5	3,4	20
327	174NW20	NW	9,3	1,1	21	1,0					0,36	0,097	22	3,8	14	1,3	25	35	200
328	175NW10	NW	0,33	0,040	4,2	0,20					0,14	0,037	3,4	0,57	20	1,9	4,2	5,8	33
329	176NW10	NW	0,33	0,041	4,1	0,19					0,057	0,016	3,7	0,63	17	1,6	2,9	4,0	23
330	177NW20	NW	1,5	0,19	4,9	0,23					0,021	0,0060	2,3	0,40	22	2,1	0,39	0,53	3,0
331	178NW20	NW	4,5	0,55	56	2,6					0,52	0,14	1,2	0,21	23	2,2	1,1	1,6	9,0
332	179NW20	NW	1,2	0,15	12	0,55					0,021	0,0060	4,4	0,74	19	1,8	5,7	7,9	45
333	180NW20	NW	1,3	0,16	5,0	0,24					0,072	0,020	4,2	0,71	13	1,2	4,8	6,7	38
334	181NW20	NW	1,7	0,21	17	0,81					0,29	0,078	1,3	0,21	20	1,9	1,0	1,5	8,3
335	182NW20	NW	1,3	0,16	4,6	0,22					0,17	0,047	1,2	0,20	28	2,6	0,28	0,39	2,2
336	183NW10	NW	2,8	0,34	5,0	0,24					0,60	0,16	10	1,7	26	2,4	17	23	130

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
337	215NW20	NW	0,86	0,11	11	0,52					0,34	0,093	1,3	0,22	2,6	0,25	3,1	4,3	25
338	216NW20	NW	1,6	0,20	17	0,80					0,50	0,14	5,0	0,84	5,2	0,49	5,9	8,2	47
339	217NW20	NW	3,7	0,45	37	1,7					0,11	0,029	1,3	0,22	2,6	0,25	0,85	1,2	6,7
340	334NW20	NW	1,0	0,13	1,7	0,080					0,021	0,0060	1,3	0,21	0,95	0,090	0,36	0,50	2,9
341	335NW20	NW	2,7	0,34	1,7	0,082					0,021	0,0060	1,3	0,22	0,95	0,090			
342	336NW20	NW	0,33	0,041	1,7	0,081					0,021	0,0060	1,3	0,23	4,6	0,43	0,31	0,43	2,4
343	337NW20	NW	2,6	0,32	9,6	0,46	1,4	0,39	0,14	0,038	0,58	0,16	1,4	0,23	1,0	0,099	1,5	2,0	12
344	338NW20	NW	5,9	0,72	33	1,6					0,30	0,082	1,2	0,21	0,99	0,095			
345	339NW20	NW	0,43	0,053	7,1	0,34	2,6	0,72	0,12	0,033	1,3	0,35	1,2	0,21	1,1	0,10	0,74	1,0	5,9
346	340NW20	NW	1,4	0,17	1,8	0,087					0,021	0,0060	1,2	0,21	0,95	0,090	0,76	1,0	6,0
347	358NW20	NW															0,61	0,85	4,9
348	359NW20	NW	0,37	0,046	14	0,65					0,29	0,078	1,2	0,20	0,95	0,090	3,5	4,9	28
349	360NW20	NW	1,8	0,22	11	0,54					0,072	0,020	3,5	0,59	2,2	0,21	9,6	13	76
350	476NW20	NW	23	2,9	13	0,63	4,5	1,2	0,16	0,044	1,4	0,39	23	4,0	11	1,1	2,3	3,1	18
351	521NW20	NW	6,6	0,81	26	1,3					0,025	0,0070	1,2	0,21	7,2	0,69	0,44	0,61	3,5
352	522NW20	NW	0,36	0,044	2,9	0,14					0,54	0,15	9,1	1,5	7,1	0,68	8,7	12	69
353	523NW20	NW	0,37	0,045	2,8	0,13					0,44	0,12	12	2,1	11	1,0	7,7	11	61
354	524NW20	NW	6,7	0,82	51	2,4					0,025	0,0070	1,2	0,20	3,3	0,32	0,49	0,68	3,9
355	525NW20	NW	2,8	0,35	15	0,72	1,8	0,50	0,13	0,037	1,2	0,32	1,3	0,21	7,0	0,66	1,4	2,0	11
356	526NW20	NW	1,00	0,12	6,2	0,29					0,025	0,0070	1,2	0,21	0,88	0,084	1,4	1,9	11
357	527NW20	NW	2,4	0,30	20	0,93					0,33	0,089	1,2	0,20	32	3,1	0,52	0,71	4,1
358	528NW20	NW	20	2,4	52	2,5	5,6	1,5	0,14	0,037	2,8	0,77	1,3	0,21	5,5	0,53	2,0	2,7	16
359	529NW20	NW	0,77	0,094	1,8	0,083					0,025	0,0070	3,3	0,57	35	3,3	1,5	2,1	12
360	530NW20	NW	1,4	0,18	2,0	0,093					0,54	0,15	1,2	0,21	16	1,5	0,90	1,2	7,1
361	532NW20	NW	1,8	0,22	8,3	0,39					0,46	0,13	1,3	0,21	21	2,0	0,94	1,3	7,4
362	534NW20	NW	3,0	0,37	25	1,2	1,3	0,36	0,17	0,047	1,1	0,30	3,1	0,53	14	1,3	2,2	3,0	17
363	545NW20	NW															0,39	0,54	3,1
364	571NW20	NW															0,54	0,75	4,3
365	351RP20	RP	1,3	0,17	2,9	0,14					0,021	0,0060	3,2	0,54	24	2,3	7,6	11	60
366	352RP20	RP	28	3,5	84	4,0	3,2	0,88	0,23	0,062	0,29	0,080	1,2	0,20	28	2,6	7,7	11	61
367	353RP20	RP	1,0	0,13	3,9	0,19					0,021	0,0060	18	3,0	9,6	0,91	15	21	120
368	354RP20	RP	2,2	0,27	8,4	0,40					0,021	0,0060	4,5	0,76	4,3	0,41	7,7	11	61
369	355RP20	RP	0,91	0,11	6,1	0,29					0,072	0,020	11	1,8	9,3	0,89	15	21	120
370	356RP20	RP	5,5	0,68	19	0,91					0,072	0,020	2,9	0,50	6,1	0,58	2,3	3,2	18

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
371	357RP20	RP	3,8	0,46	37	1,7					0,021	0,0060	14	2,4	21	2,0	13	18	100
372	361RP20	RP	5,0	0,62	34	1,6					0,021	0,0060	1,3	0,22	8,0	0,76	1,1	1,6	9,0
373	362RP20	RP	1,6	0,19	1,8	0,085					0,20	0,054	3,8	0,65	2,7	0,26	4,6	6,4	37
374	363RP20	RP	5,4	0,66	21	1,0					0,021	0,0060	4,7	0,80	4,8	0,46	9,3	13	74
375	364RP20	RP	12	1,5	46	2,2					0,021	0,0060	1,2	0,21	3,4	0,33	2,5	3,5	20
376	365RP20	RP	3,3	0,40	16	0,77					0,021	0,0060	1,3	0,23	3,1	0,29	2,5	3,4	20
377	367RP20	RP	2,2	0,27	13	0,63					0,021	0,0060	1,2	0,20	3,1	0,29	1,7	2,3	13
378	368RP20	RP	7,3	0,90	31	1,5					0,021	0,0060	1,2	0,21	0,93	0,088	3,8	5,3	30
379	370RP20	RP	1,9	0,23	1,8	0,087					0,021	0,0060	2,6	0,44	2,4	0,23	9,7	13	77
380	371RP20	RP	0,39	0,048	1,8	0,085					0,021	0,0060	1,2	0,20	0,95	0,090	0,37	0,51	2,9
381	372RP20	RP	50	6,1	98	4,7	18	5,0	0,78	0,22	12	3,3	38	6,4	91	8,6	82	110	650
382	373RP20	RP	0,38	0,046	1,9	0,089					0,021	0,0060	1,3	0,22	8,1	0,77	1,3	1,9	11
383	374RP20	RP	5,6	0,68	27	1,3	16	4,3	0,47	0,13	8,4	2,3	15	2,6	12	1,2	11	15	86
384	375RP20	RP	6,3	0,78	21	1,0	3,3	0,91	0,19	0,052	1,4	0,39	2,6	0,44	5,2	0,50	3,0	4,1	23
385	376RP20	RP	45	5,5	72	3,4	6,0	1,6	0,14	0,038	3,9	1,1	6,1	1,0	11	1,1	4,9	6,7	38
386	391RP20	RP	4,3	0,52	21	1,0					0,021	0,0060	2,6	0,44	46	4,4	1,5	2,0	12
387	392RP20	RP	2,9	0,35	16	0,74					0,30	0,082	1,2	0,21	7,5	0,71	0,37	0,51	2,9
388	393RP20	RP	7,6	0,93	25	1,2					0,021	0,0060	1,3	0,22	5,7	0,54	1,4	1,9	11
389	394RP20	RP	5,2	0,64	35	1,7	5,4	1,5	0,13	0,037	1,9	0,52	4,7	0,79	10	0,97	8,9	12	71
390	395RP20	RP	26	3,2	130	5,9	21	5,9	0,45	0,13	11	3,1	1,2	0,20	0,88	0,084	9,9	14	79
391	396RP20	RP	5,8	0,71	19	0,89	10	2,8	0,15	0,042	5,3	1,5	3,1	0,53	2,5	0,24	7,1	9,9	56
392	397RP20	RP	18	2,3	64	3,1	1,7	0,47	0,13	0,035	1,4	0,38	3,6	0,62	4,2	0,40	19	26	150
393	401RP20	RP	23	2,9	47	2,2	5,0	1,4	0,13	0,036	2,1	0,58	1,3	0,22	2,8	0,27	16	22	120
394	402RP20	RP	36	4,4	470	22					0,072	0,020	1,2	0,21	3,7	0,35	3,8	5,2	30
395	405RP20	RP	6,9	0,84	41	1,9					0,39	0,11	1,3	0,22	2,7	0,26	4,1	5,7	33
396	406RP20	RP	12	1,5	110	5,4	12	3,2	0,13	0,035	6,5	1,8	1,2	0,21	1,9	0,19	5,7	7,9	45
397	407RP20	RP	1,7	0,20	11	0,51	2,5	0,68	0,12	0,034	0,68	0,19	1,3	0,22	2,1	0,20	2,9	4,0	23
398	408RP20	RP	1,6	0,20	9,9	0,47					0,16	0,043	1,3	0,22	0,88	0,084	0,43	0,59	3,4
399	409RP20	RP	7,6	0,93	36	1,7					0,021	0,0060	1,2	0,21	2,7	0,25	1,1	1,5	8,5
400	410RP20	RP	8,2	1,0	60	2,8					0,021	0,0060	1,3	0,22	2,1	0,20	1,4	1,9	11
401	411RP20	RP	16	2,0	41	1,9					0,34	0,093	1,3	0,22	0,91	0,086	1,8	2,5	14
402	412RP20	RP	2,6	0,32	24	1,1	1,6	0,44	0,14	0,039	0,99	0,27	2,9	0,50	1,9	0,18	7,5	10	59
403	413RP20	RP	6,5	0,80	23	1,1					0,021	0,0060	1,3	0,22	0,88	0,084	5,6	7,7	44
404	414RP20	RP	0,34	0,042	1,9	0,091	1,3	0,35	0,19	0,052	0,98	0,27	2,6	0,44	1,0	0,099	5,4	7,5	43

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
405	415RP20	RP	1,0	0,13	6,7	0,32	2,7	0,74	0,12	0,032	1,9	0,53	1,2	0,21	0,77	0,074	2,8	3,8	22
406	416RP20	RP	23	2,8	120	5,8	6,8	1,8	0,14	0,038	3,9	1,1	4,0	0,68	2,4	0,23	0,52	0,72	4,1
407	508SH20	SH	6,2	0,77	42	2,0					0,025	0,0070	7,4	1,2	14	1,4	2,5	3,5	20
408	509SH20	SH	1,4	0,17	9,0	0,43					0,025	0,0070	1,2	0,21	3,2	0,31	1,3	1,8	10
409	510SH20	SH	3,5	0,43	22	1,0					0,098	0,027	1,2	0,21	4,2	0,40	1,4	1,9	11
410	511SH20	SH	4,0	0,49	26	1,3					0,025	0,0070	1,3	0,21	2,3	0,22	2,0	2,7	15
411	512SH20	SH	3,3	0,41	18	0,83					0,025	0,0070	2,8	0,48	1,8	0,17	3,0	4,2	24
412	513SH20	SH	7,1	0,88	49	2,3					0,025	0,0070	2,9	0,49	5,8	0,55	3,6	5,0	28
413	514SH20	SH	2,4	0,29	9,5	0,45					0,025	0,0070	1,2	0,20	4,6	0,44	0,95	1,3	7,5
414	515SH20	SH	1,2	0,15	11	0,52					0,025	0,0070	1,2	0,21	2,2	0,21	0,98	1,4	7,8
415	516SH20	SH	4,5	0,55	24	1,1					0,32	0,086	1,3	0,21	4,2	0,40	0,80	1,1	6,3
416	517SH20	SH	2,8	0,34	25	1,2					0,21	0,058	1,2	0,20	2,0	0,19	1,1	1,5	8,4
417	518SH20	SH	1,5	0,19	5,4	0,25					0,025	0,0070	1,2	0,21	2,2	0,21	0,78	1,1	6,2
418	519SH20	SH	2,3	0,28	16	0,75					0,025	0,0070	1,3	0,21	1,0	0,099	0,74	1,0	5,9
419	520SH20	SH	2,6	0,32	25	1,2					0,31	0,085	1,2	0,20	2,7	0,26	1,9	2,7	15
420	538SH20	SH	4,0	0,49	36	1,7					0,029	0,0080	1,2	0,21	2,4	0,23	1,2	1,6	9,3
421	539SH20	SH	4,5	0,55	48	2,3					0,029	0,0080	1,3	0,21	4,8	0,46	1,1	1,6	9,1
422	540SH20	SH	5,1	0,63	27	1,3					0,029	0,0080	4,2	0,72	3,1	0,30	3,0	4,1	24
423	541SH20	SH	2,2	0,27	9,2	0,44					0,029	0,0080	1,2	0,20	1,9	0,19	0,84	1,2	6,7
424	542SH20	SH	1,9	0,23	22	1,0					0,029	0,0080	1,2	0,21	2,2	0,21	0,32	0,45	2,6
425	543SH20	SH	0,81	0,099	2,0	0,095					0,029	0,0080	1,2	0,21	0,86	0,082	0,32	0,44	2,5
426	544SH20	SH	1,5	0,18	7,5	0,36					0,029	0,0080	1,2	0,20	3,0	0,29	1,1	1,5	8,4
427	498SL20	SL	1,9	0,23	15	0,72					0,036	0,010	1,2	0,20	3,0	0,29	0,96	1,3	7,6
428	499SL20	SL	5,0	0,61	34	1,6					0,036	0,010	3,2	0,54	0,80	0,076	2,6	3,6	21
429	500SL20	SL	7,5	0,92	36	1,7	2,2	0,59	0,13	0,035	1,4	0,37	3,6	0,61	3,7	0,35	3,5	4,8	27
430	501SL20	SL	15	1,8	69	3,3					0,036	0,010	6,7	1,1	3,8	0,37	5,8	8,0	46
431	502SL10	SL	2,7	0,34	24	1,1	2,6	0,70	0,17	0,047	1,2	0,33	20	3,4	9,3	0,88	20	27	160
432	006SN10	SN	22	2,7	130	6,2	2,6	0,70	0,049	0,014	0,48	0,13	10	1,7	6,5	0,62	20	28	160
433	007SN20	SN	12	1,4	28	1,3	1,5	0,40	0,048	0,013	0,37	0,10	12	2,1	12	1,1	4,5	6,3	36
434	008SN20	SN	24	2,9	92	4,4	0,28	0,077	0,089	0,025	0,021	0,0060	27	4,5	10	0,97	27	37	210
435	009SN20	SN	5,0	0,61	30	1,4	0,041	0,011	0,052	0,014	0,021	0,0060	16	2,6	9,1	0,87	27	38	220
436	010SN10	SN	13	1,6	49	2,3	0,39	0,11	0,089	0,025	0,14	0,038	25	4,2	14	1,3	39	54	310
437	011SN20	SN	1,1	0,14	4,6	0,22	0,21	0,058	0,089	0,025	0,021	0,0060	22	3,7	18	1,7	27	38	220
438	012SN10	SN	4,7	0,58	24	1,1	0,094	0,026	0,089	0,025	0,021	0,0060	14	2,4	7,6	0,72	29	40	230

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
439	013SN20	SN	35	4,3	30	1,4	0,91	0,25	0,17	0,047	0,85	0,23	31	5,2	44	4,1	16	22	120
440	014SN20	SN	8,6	1,1	60	2,8					0,021	0,0060	1,9	0,32	2,6	0,25	2,6	3,7	21
441	015SN20	SN	2,6	0,32	17	0,79	0,094	0,026	0,089	0,025	0,021	0,0060	1,2	0,21	2,5	0,24	1,7	2,4	13
442	016SN10	SN	9,0	1,1	21	1,00	21	5,6	0,55	0,15	11	3,0	6,8	1,2	19	1,8	17	23	130
443	017SN10	SN	11	1,3	61	2,9	36	9,9	0,83	0,23	18	5,0	12	2,1	15	1,5	21	29	160
444	018SN20	SN	9,3	1,1	16	0,77	3,1	0,84	0,17	0,046	0,87	0,24	5,4	0,91	21	2,0	12	17	98
445	019SN10	SN	4,5	0,55	15	0,71	0,91	0,25	0,10	0,028	0,59	0,16	6,9	1,2	22	2,1	17	24	140
446	020SN20	SN	9,2	1,1	62	2,9					0,15	0,041	6,5	1,1	28	2,7	3,8	5,2	30
447	021SN20	SN	13	1,6	32	1,5					0,50	0,14	14	2,3	8,0	0,76	7,2	10	57
448	022SN20	SN	11	1,4	37	1,7					0,079	0,021	1,8	0,30	6,5	0,62	0,40	0,55	3,2
449	023SN20	SN	11	1,3	29	1,4					0,064	0,017	1,5	0,25	4,7	0,45	0,40	0,55	3,2
450	024SN20	SN	30	3,7	8,1	0,39					0,12	0,033	7,3	1,2	8,8	0,84	37	52	300
451	025SN20	SN	7,9	0,97	50	2,4					0,021	0,0060	1,9	0,32	11	1,0	0,35	0,48	2,8
452	026SN10	SN	13	1,6	22	1,1					0,14	0,039	9,6	1,6	24	2,3	98	140	780
453	027SN10	SN	45	5,6	40	1,9	1,7	0,45	0,089	0,025	1,5	0,42	100	18	49	4,7	170	230	1300
454	028SN20	SN	21	2,6	110	5,2					0,021	0,0060	9,5	1,6	82	7,8	4,6	6,4	37
455	029SN10	SN	42	5,1	51	2,4					0,072	0,020	28	4,7	160	15	32	44	250
456	030SN10	SN	15	1,8	71	3,4					0,21	0,058	5,6	0,95	15	1,5	0,84	1,2	6,7
457	031SN20	SN	11	1,4	34	1,6					0,11	0,029	6,7	1,1	22	2,1	48	66	380
458	032SN20	SN	5,0	0,62	39	1,8					0,021	0,0060	16	2,7	6,0	0,57	31	43	250
459	033SN20	SN	17	2,1	13	0,59					0,34	0,093	48	8,1	51	4,8	340	480	2700
460	034SN10	SN	12	1,4	10	0,48	2,2	0,60	0,089	0,025	1,7	0,47	81	14	37	3,5	280	390	2200
461	035SN20	SN	0,47	0,058	6,0	0,28					0,21	0,058	3,8	0,65	7,5	0,71			
462	036SN20	SN	5,4	0,66	20	0,94					0,021	0,0060	5,4	0,92	5,0	0,48			
463	037SN20	SN	25	3,0	150	7,1					0,021	0,0060	2,0	0,34	2,3	0,21			
464	042SN20	SN	9,2	1,1	26	1,2					0,021	0,0060	9,4	1,6	4,4	0,42	31	43	240
465	043SN20	SN	6,0	0,73	16	0,74					0,021	0,0060	3,1	0,52	1,1	0,11	9,9	14	79
466	044SN20	SN	3,7	0,46	21	0,99					0,021	0,0060	31	5,2	20	1,9	16	22	130
467	045SN20	SN	10	1,3	47	2,2	1,9	0,51	0,051	0,014	0,72	0,20	63	11	59	5,6	77	110	610
468	047SN20	SN	13	1,6	32	1,5					0,021	0,0060	56	9,5	33	3,1	24	33	190
469	048SN20	SN	8,3	1,0	26	1,2					0,021	0,0060	17	2,8	6,8	0,65	23	33	190
470	049SN20	SN	16	2,0	37	1,8					0,11	0,031	60	10	34	3,2	54	74	420
471	050SN20	SN	5,3	0,65	22	1,0					0,021	0,0060	4,1	0,69	6,6	0,63	0,97	1,3	7,7
472	051SN10	SN	4,4	0,54	4,9	0,23					0,021	0,0060	2,2	0,38	5,7	0,54	8,7	12	69

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
473	124SN20	SN	5,8	0,72	21	0,99					0,072	0,020	31	5,2	5,9	0,56	82	110	650
474	125SN20	SN	21	2,6	33	1,5	0,81	0,22	0,089	0,025	0,62	0,17	13	2,3	5,5	0,53	37	52	300
475	126SN20	SN	9,0	1,1	32	1,5					0,14	0,039	160	26	31	2,9	140	200	1100
476	127SN20	SN	2,7	0,33	14	0,68					0,072	0,020	97	16	60	5,7	100	140	800
477	128SN20	SN	5,2	0,63	13	0,60					0,021	0,0060	44	7,5	12	1,1	37	52	300
478	129SN20	SN	3,7	0,45	8,4	0,40					0,021	0,0060	83	14	32	3,0	120	170	950
479	130SN20	SN	14	1,7	25	1,2					0,21	0,058	85	14	30	2,9	120	160	920
480	131SN10	SN	13	1,6	88	4,2	1,1	0,30	0,089	0,025	0,59	0,16	170	29	240	23	56	78	440
481	132SN20	SN	4,0	0,49	22	1,0					0,021	0,0060	44	7,4	13	1,2	49	68	390
482	133SN20	SN	6,8	0,83	34	1,6					0,093	0,025	57	9,6	75	7,1	78	110	620
483	134SN20	SN	7,9	0,97	64	3,0					0,26	0,070	7,9	1,3	6,1	0,58	14	19	110
484	135SN20	SN	2,6	0,32	22	1,0					0,072	0,020	9,6	1,6	3,5	0,34	15	21	120
485	136SN20	SN	4,9	0,60	46	2,2					0,072	0,020	19	3,2	7,6	0,72	38	53	300
486	138SN20	SN	4,9	0,60	35	1,7					0,021	0,0060	22	3,8	16	1,5	19	26	150
487	139SN20	SN	8,1	1,00	49	2,3					0,021	0,0060	70	12	27	2,5	94	130	740
488	140SN20	SN	7,3	0,89	39	1,8					0,021	0,0060	26	4,4	14	1,3	62	86	490
489	141SN20	SN	9,1	1,1	40	1,9					0,021	0,0060	59	10	5,7	0,55	87	120	690
490	142SN20	SN	11	1,3	110	5,4					0,072	0,020	21	3,6	41	3,9	37	51	290
491	143SN20	SN	4,8	0,59	31	1,5					0,021	0,0060	4,9	0,82	5,0	0,48	9,6	13	76
492	218SN20	SN	7,3	0,90	18	0,86	1,2	0,33	0,15	0,041	0,56	0,15	6,5	1,1	12	1,2	4,2	5,8	33
493	219SN10	SN	4,5	0,55	44	2,1					0,13	0,035	17	2,9	14	1,3	13	17	100
494	220SN20	SN	5,9	0,73	26	1,2					0,021	0,0060	3,4	0,57	3,8	0,37	0,99	1,4	7,8
495	221SN20	SN	6,1	0,74	19	0,89					0,021	0,0060	1,2	0,21	7,3	0,69	0,31	0,43	2,5
496	222SN10	SN	14	1,7			18	4,8	0,65	0,18	12	3,3	33	5,5	21	2,0	18	26	150
497	223SN10	SN	5,6	0,68	40	1,9					0,10	0,027	4,4	0,75	4,9	0,46	2,9	4,0	23
498	224SN10	SN	9,8	1,2	62	2,9					0,021	0,0060	14	2,3	40	3,8	3,1	4,3	25
499	225SN20	SN	17	2,0	120	5,6					0,021	0,0060	11	1,9	6,3	0,60	7,5	10	59
500	226SN20	SN	1,8	0,22	6,0	0,28					0,021	0,0060	19	3,2	17	1,7	14	20	110
501	227SN10	SN	11	1,4	54	2,6	5,3	1,4	0,16	0,044	3,3	0,91	13	2,1	3,0	0,29			
502	228SN20	SN	39	4,8	330	16					0,16	0,045	14	2,3	16	1,5	7,4	10	58
503	229SN20	SN	9,2	1,1	45	2,1					0,021	0,0060	7,7	1,3	11	1,1	6,5	9,0	51
504	234SN20	SN	5,8	0,71	59	2,8					0,34	0,093	3,9	0,66	3,7	0,35	2,9	4,0	23
505	252SN20	SN	1,9	0,24	4,0	0,19					0,021	0,0060	8,4	1,4	12	1,1	5,6	7,7	44
506	264SN10	SN	16	1,9	85	4,0					0,021	0,0060	5,6	0,94	7,8	0,74	7,9	11	63

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
507	265SN30	SN	7,6	0,93	110	5,3	4,5	1,2	0,14	0,038	2,2	0,59	11	1,9	8,9	0,84	4,4	6,1	35
508	038ST20	ST	2,5	0,31	39	1,8					0,021	0,0060	4,2	0,70	3,3	0,32	0,33	0,46	2,6
509	039ST20	ST	1,5	0,18	4,6	0,22					0,021	0,0060	0,44	0,074	1,1	0,10	0,33	0,46	2,6
510	061ST20	ST	15	1,8	49	2,3	6,0	1,6	0,23	0,064	4,6	1,3	2,0	0,34	7,2	0,69	3,2	4,4	25
511	103ST20	ST	17	2,1	96	4,6					0,043	0,012	2,7	0,46	1,9	0,18			
512	110ST20	ST	7,3	0,90	55	2,6					0,25	0,068	3,2	0,54	4,7	0,45			
513	111ST20	ST	3,5	0,44	11	0,53					0,021	0,0060	2,7	0,46	8,7	0,83			
514	112ST20	ST	15	1,8	44	2,1	1,7	0,47	0,095	0,026	0,48	0,13	7,3	1,2	30	2,8			
515	154ST20	ST	5,4	0,67	51	2,4					0,021	0,0060	1,3	0,21	6,2	0,59			
516	155ST20	ST	6,8	0,83	80	3,8	17	4,7	0,33	0,091	6,7	1,8	26	4,5	11	1,0			
517	155ST21	ST	6,6	0,81	72	3,4	20	5,3	0,34	0,093	9,7	2,6	6,5	1,1	13	1,3			
518	167ST20	ST	5,3	0,65	39	1,9					0,021	0,0060	1,2	0,20	2,2	0,21			
519	168ST20	ST	3,5	0,43	22	1,1					0,021	0,0060	1,2	0,21	1,1	0,10			
520	169ST20	ST	69	8,4	320	15	8,9	2,4	0,14	0,039	8,7	2,4	7,8	1,3	23	2,2			
521	169ST21	ST	58	7,1	340	16	8,7	2,4	0,47	0,13	7,6	2,1	7,2	1,2	18	1,7			
522	170ST20	ST	5,2	0,64	43	2,0					0,072	0,020	11	1,9	13	1,3			
523	171ST20	ST	5,1	0,62	17	0,83					0,021	0,0060	4,2	0,70	3,8	0,36			
524	184ST20	ST	1,1	0,13	5,2	0,25					0,021	0,0060	1,2	0,20	2,3	0,22			
525	185ST20	ST	5,6	0,69	43	2,1					0,021	0,0060	2,6	0,44	3,2	0,31			
526	186ST20	ST	5,0	0,61	31	1,5	0,88	0,24	0,18	0,049	0,80	0,22	19	3,3	20	1,9			
527	201ST20	ST	13	1,6	82	3,9	4,2	1,2	0,16	0,043	3,0	0,82	8,3	1,4	34	3,3			
528	230ST20	ST	7,6	0,94	33	1,5					0,072	0,020	3,9	0,66	11	1,1			
529	231ST20	ST	7,3	0,90	59	2,8					0,072	0,020	4,2	0,70	8,0	0,76			
530	232ST20	ST	19	2,3	61	2,9	1,7	0,46	0,14	0,039	1,4	0,39	4,7	0,80	13	1,3			
531	233ST20	ST	3,5	0,42	25	1,2					0,34	0,091	8,0	1,4	16	1,5			
532	236ST20	ST	4,3	0,53	4,8	0,23					0,10	0,027	4,0	0,67	13	1,2			
533	236ST21	ST															3,0	4,1	23
534	237ST20	ST	25	3,1	94	4,5	9,5	2,6	0,19	0,054	1,4	0,37	2,9	0,50	790	75			
535	237ST21	ST	26	3,1	87	4,1	8,2	2,2	0,19	0,052	1,3	0,35	4,8	0,81	520	49			
536	238ST20	ST	3,3	0,41	5,3	0,25					0,021	0,0060	15	2,5	19	1,8			
537	239ST20	ST	5,9	0,72	33	1,6					0,021	0,0060	1,3	0,22	3,1	0,30			
538	240ST20	ST	0,97	0,12	7,0	0,33	2,6	0,72	0,17	0,047	1,4	0,38	5,4	0,92	5,8	0,55			
539	251ST20	ST	4,6	0,56	52	2,5					0,021	0,0060	3,4	0,57	12	1,1			
540	292ST10	ST	28	3,5	49	2,3	8,5	2,3	0,12	0,034	2,0	0,54	4,3	0,72	42	4,0	12	16	94

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
541	295ST20	ST	1,5	0,19	2,0	0,097					0,021	0,0060	1,6	0,27	9,0	0,86			
542	296ST20	ST	5,3	0,65	28	1,3					0,021	0,0060	3,2	0,53	14	1,3			
543	325ST20	ST	2,3	0,29	4,1	0,19	2,3	0,64	0,12	0,034	1,9	0,51	1,3	0,22	11	1,0			
544	326ST20	ST	2,2	0,27	22	1,0					0,021	0,0060	1,2	0,21	1,1	0,11			
545	377ST20	ST	46	5,6	210	9,8	7,7	2,1	0,12	0,034	5,7	1,6	1,3	0,21	4,6	0,43			
546	052TH20	TH	1,2	0,15	7,0	0,33					0,021	0,0060	0,43	0,072	1,7	0,16	0,32	0,45	2,6
547	053TH20	TH	2,9	0,36	28	1,3					0,021	0,0060	1,5	0,25	2,2	0,21	1,1	1,5	8,5
548	054TH20	TH	10	1,3	88	4,1					0,021	0,0060	0,50	0,085	0,42	0,040	0,34	0,47	2,7
549	055TH20	TH	4,0	0,50	23	1,1					0,064	0,017	0,42	0,071	0,71	0,067	0,33	0,46	2,6
550	056TH20	TH	1,1	0,14	7,9	0,38					0,021	0,0060	0,44	0,074	0,33	0,032	0,33	0,45	2,6
551	057TH20	TH	6,2	0,76	38	1,8	2,3	0,62	0,089	0,025	0,84	0,23	1,0	0,17	13	1,2	0,38	0,53	3,0
552	058TH20	TH	12	1,4	41	2,0	11	3,0	0,20	0,054	4,2	1,1	4,0	0,67	50	4,7	8,5	12	67
553	059TH20	TH	13	1,6	23	1,1	8,6	2,4	0,20	0,054	3,3	0,91	2,5	0,43	42	4,0	3,1	4,3	25
554	060TH20	TH	19	2,4	29	1,4	15	4,0	0,35	0,095	7,3	2,0	7,1	1,2	10	0,98	8,6	12	68
555	062TH20	TH	4,1	0,50	43	2,0	14	3,8	0,24	0,065	5,1	1,4	11	1,9	5,4	0,52	9,5	13	75
556	063TH20	TH	12	1,5	62	2,9	12	3,2	0,23	0,064	6,0	1,6	5,7	0,96	6,7	0,63	7,9	11	62
557	064TH20	TH	6,6	0,81	29	1,4	7,3	2,0	0,24	0,067	4,8	1,3	9,5	1,6	3,4	0,33	10	14	83
558	065TH10	TH	3,5	0,43	36	1,7	15	4,0	0,24	0,066	5,8	1,6	44	7,4	12	1,1	71	99	560
559	066TH10	TH	18	2,2	45	2,1	13	3,6	0,22	0,062	6,4	1,7	24	4,1	17	1,6	22	30	170
560	071TH20	TH	14	1,7	64	3,0	4,7	1,3	0,089	0,025	2,4	0,64	8,9	1,5	10	0,97	21	29	170
561	072TH20	TH	12	1,5	33	1,6					0,38	0,10	2,7	0,45	2,9	0,28	3,4	4,7	27
562	072TH30	TH	9,8	1,2	19	0,89					0,39	0,11	1,6	0,26	1,9	0,18	3,7	5,1	29
563	073TH20	TH	58	7,1	76	3,6	7,9	2,2	0,089	0,025	3,2	0,87	8,8	1,5	9,3	0,88	22	31	180
564	073TH30	TH	33	4,0	14	0,64	7,8	2,1	0,089	0,025	3,1	0,85	6,8	1,2	6,3	0,60	9,5	13	75
565	074TH10	TH	0,33	0,041	19	0,90	5,7	1,6	0,089	0,025	3,2	0,87	2,7	0,46	1,1	0,11	13	18	100
566	075TH10	TH	0,78	0,095	19	0,89	3,6	0,98	0,089	0,025	2,0	0,54	4,2	0,70	6,9	0,65	6,6	9,1	52
567	076TH20	TH	11	1,4	38	1,8					0,43	0,12	16	2,7	140	13	16	22	130
568	076TH30	TH	12	1,4	38	1,8					0,43	0,12	13	2,3	75	7,1	19	27	150
569	077TH10	TH	9,3	1,1	29	1,4	3,5	0,94	0,12	0,034	2,1	0,56	5,3	0,90	1,2	0,11	15	21	120
570	078TH10	TH	11	1,3	39	1,9	8,8	2,4	0,13	0,036	4,3	1,2	10	1,8	6,7	0,63	31	43	250
571	079TH10	TH	3,1	0,38	9,5	0,45	4,4	1,2	0,14	0,037	2,0	0,55	7,5	1,3	3,7	0,35	14	19	110
572	080TH10	TH	6,2	0,76	26	1,2	6,2	1,7	0,12	0,033	3,4	0,93	9,8	1,7	6,9	0,66	36	50	290
573	081TH10	TH	14	1,7	22	1,0	11	2,9	0,27	0,076	5,6	1,5	27	4,6	18	1,7	52	73	410
574	156TH20	TH	15	1,8	43	2,0	8,4	2,3	0,36	0,099	6,5	1,8	58	9,7	70	6,7	110	150	880

Lfd. Nr.	Proben- nummer	BL	Ra-226		Ra-228		U-234		U-235		U-238		Pb-210		Po-210		Rn-222		
			H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{O-1a} μSv/a	H _{γ17a} μSv/a	H _{inh.} μSv/a
575	158TH20	TH	10	1,2	95	4,5	10	2,8	0,29	0,081	5,1	1,4	26	4,4	27	2,5	2,5	3,5	20
576	159TH20	TH	5,8	0,71	21	0,98	22	6,1	0,58	0,16	9,7	2,6	1,3	0,21	4,1	0,39	1,3	1,8	10
577	160TH20	TH	280	34	45	2,1	11	3,1	0,21	0,058	4,1	1,1	360	61	120	12	100	140	790
578	161TH20	TH	5,1	0,63	7,3	0,35	5,4	1,5	0,15	0,041	2,6	0,71	3,5	0,59	4,4	0,42	3,2	4,4	25
579	162TH20	TH	15	1,9	73	3,5	23	6,3	0,42	0,12	9,6	2,6	6,7	1,1	19	1,8	9,9	14	79
580	163TH10	TH	5,5	0,68	61	2,9	19	5,2	0,58	0,16	11	3,1	6,5	1,1	3,5	0,34	8,8	12	70
581	164TH20	TH	20	2,4	42	2,0	18	4,9	0,30	0,081	11	3,0	34	5,7	19	1,8	39	54	310
582	165TH20	TH	24	2,9	72	3,4	22	6,0	0,43	0,12	9,2	2,5	4,2	0,72	24	2,3	2,9	4,0	23

ANHANG D: VERWENDETE ABKÜRZUNGEN

BL	Bundesland
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
RP	Rheinland-Pfalz
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
Akt.	Aktivitätskonzentration
ber.	berechnet
Einw.	Einwohner
Gem.	Gemeinde
G-Alpha	Gesamt-Alpha-Aktivität
G-Beta	Gesamt-Beta-Aktivität
GW	Grundwasser
HWZ	Halbwertszeit
Mio.	Millionen
n	Anzahl der Werte
Ωg	Unsicherheit des Messwertes
OW	Oberflächenwasser
SW	Sonstige Wässer (außer Grund- und Oberflächenwasser)
T	Trinkwasser
Tsd.	Tausend
Vers. Einw.	Versorgte Einwohner
WVA	Wasserversorgungsanlage

Bisher erschienene BfS-SW-Berichte (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

BfS-IAR-1/90

Zähringer, M.; Bieringer, P.; Kromer, B.; Sartorius, H.; Weiss, W.

Entwicklung, Erprobung und Einsatz von Schnellmeßmethoden zur nuklidspezifischen Bestimmung atmosphärischer Kontaminationen.

Freiburg, August 1990

BfS-IAR-2/97

Zähringer, M.; Sempau, J.

Calibration Factors for Dose Rate Probes in Environmental Monitoring Networks Obtained from Monte-Carlo-Simulations

Freiburg, Februar 1997

BfS-IAR-3/98

Weiss, W.; Kelly, G.N.; French, S.

Decision Support for Emergency Response - How Best Can it be Improved?

Proceedings of a BfS/EC Workshop Freiburg, Germany, December 8-10, 1997.

Freiburg, September 1998

BfS-AR-1/01

Bieringer, J. u. P.

Abschlussbericht. In-situ Übung 2000. 16. Und 17. Mai 2000.

Länder / BfS in Augsburg und die DWD-Stationen.

Freiburg, März 2001

BfS-ST-1/92

Die Auswirkungen des Unfalls im sowjetischen Kernkraftwerk Tschernobyl auf das Territorium der ehemaligen DDR im Jahre 1989.

Berlin, August 1992

BfS-ST-2/92

Umweltradioaktivität in den ostdeutschen Ländern.

Jahresbericht 1990.

Berlin, September 1992

BfS-ST-3/92

2. Biophysikalische Arbeitstagung. Schlema, 11. bis 13. September 1991.

Berlin, November 1992

BfS-ST-4/93

Beyermann, M.; Höfs, B.

Radonmessungen in Gebäuden mit Aktivkohledetektoren und Flüssigszintillations-Spektrometrie.

Gans, I.; Beyermann, M.; Lönnig, M.

Verfahren zur Schnellbestimmung der Aktivitätskonzentration von Radon-222 in der Luft von Gebäuden - Screeningmessung -.

Berlin, Juli 1993

BfS-ST-5/93

Sarenio, O.; Will, W.

Qualitätssicherung der Dosisleistungsmessungen im Grundpegelbereich.

Berlin, September 1993

BfS-ST-6/95

Schmidt, V.; Feddersen, Ch.; Ullmann, W.

Untersuchungen zur Aussagefähigkeit von passiven Meßsystemen zur Bestimmung der

Bisher erschienene BfS-SW-Berichte (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

Strahlenexposition durch Radon und kurzlebige Radonfolgeprodukte.
Berlin, Juni 1995

BfS-ST-7/95

Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.

Materialienband 1993 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1993 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".
Berlin, August 1995

BfS-ST-8/96

Kraus, W.

Strahlenexposition und Strahlenschutzdosimetrie
Berlin, April 1996

BfS-St-9/96

Umweltradioaktivität im Ostthüringer Bergbaugebiet.
Berlin, Juli 1996

BfS-ST-10/96

Hamel, P.; Lehmann, R.; Kube, G.; Couball, B.; Leißring, B.

Modellhafte Sanierung radonbelasteter Wohnungen in Schneeberg.
Berlin, Oktober 1996

BfS-ST-11/97

Beyermann, M.; Naumann, M.; Sarenio, O.; Schkade U.-K.; Will, W.

Erfahrungen zur Qualitätsüberwachung bei der Ermittlung der Umweltradioaktivität im Rahmen der Meßprogramme zum Projekt "Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten (Altlastenkaster)".
Berlin, Februar 1997

BfS-ST-12/97

Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.

Materialienband 1994 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Abwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen. Ergänzung zum Jahresbericht 1994 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".
Berlin, Februar 1997

BfS-ST-13/97

Will, W.; Borsdorf, K.-H.; Mielcarek, J.; Malinowski, D.; Sarenio, O.

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in den östlichen Bundesländern Deutschlands. Berlin, August 1997

BfS-ST-14/97

Will, W.; Borsdorf, K.-H.

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in Deutschland.

Lehmann, R.; Kemski, J.; Siehl, A.

Radonkonzentration in Wohngebäuden der Bundesrepublik Deutschland.
Berlin, November 1997

BfS-ST-15/98

Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.

Materialienband 1995 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1995 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".
Berlin, März 1998

BfS-ST-16/99

Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.

Bisher erschienene BfS-SW-Berichte (vorher BfS-AR-, BfS-IAR-, BfS-ST- und BfS-AS-Berichte)

Materialienband 1996 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1996 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, März 1999

BfS-AS-1/00

Bünger, T.; Obrikat, D.; Rühle, H.; Viertel, H.

Materialienband 1997 zur Radioaktivität in Trinkwasser, Grundwasser, Klärschlamm, Reststoffen und Abfällen.

Ergänzung zum Jahresbericht 1997 des BMU "Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung".

Berlin, Februar 2000

BfS-AS-2/00

Jun, J.-S.¹⁾; Guggenberger, R.; Dalheimer, A.

¹⁾ *Department of Physics, Chungnam National University, Taejeon 305-764, Korea*

A Comparative Study on the CL Dosimetric Characteristics of German and Korean Sugar and Sorbite.

Berlin, Oktober 2000

Ab 1. Februar 2003 SW

BfS-SW-01/03

Will, W.; Mielcarek, J.; Schkade, U.-K.

Ortsdosisleistung der terrestrischen Gammastrahlung in ausgewählten Regionen Deutschlands.

Salzgitter, Juni 2003

BfS-SW-02/03

Bittner, S.; Braun, H.; H.-W. Dusemund, H.-W.;

Gregor, J.; Raguse, R.; Voß, W.

Einsatz des Entscheidungshilfesystems RODOS in Deutschland

Salzgitter, Juli 2003

BfS-SW-03/06

Beck, Thomas; Ettenhuber, E.

Überwachung von Strahlenexpositionen bei Arbeiten

Leitfaden für die Umsetzung der Regelung nach Teil 3 Kapitel 1 und 2 StrlSchV

Salzgitter, März 2006

BfS-SW-04/09

urn:nbn:de:0221-2009042344

Beck, Thomas

Spezielle Anforderungen an Geräte zur Bestimmung der Strahlenexposition durch Radon- und

Radonzerfallsprodukte

Salzgitter, April 2009

BfS-SW-05/09

urn:nbn:de:0221-2009120417

Dushe, C.; Gehrcke, K.; Kümmel, M.; Müller, S.

Ergebnisse der Radonmessungen in der bodennahen Luft der Bergbauggebiete

Salzgitter, Dezember 2009

BfS-SW-06/09

urn:nbn:de:0221-20100319945

Beyermann, M.; Bünger, T.; Gehrcke, K.; Obrikat, D.

Strahlenexposition durch natürliche Radionuklide im Trinkwasser in der Bundesrepublik Deutschland

Salzgitter, Dezember 2009

| Verantwortung für Mensch und Umwelt |

Kontakt:

Bundesamt für Strahlenschutz

Postfach 10 01 49

38201 Salzgitter

Telefon: + 49 30 18333-0

Telefax: + 49 30 18333-1885

Internet: www.bfs.de

E-Mail: ePost@bfs.de

Gedruckt auf Recyclingpapier aus 100 % Altpapier.



Bundesamt für Strahlenschutz