

2. Radioaktive Stoffe aus Uranbergbauanlagen *(Radioactive substances from uranium mining facilities)*

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz, Fachbereich Strahlenschutz und Umwelt, Berlin

2.1 Allgemeine Angaben über die Sanierungsbetriebe der Wismut GmbH und die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe *(General data on the remediation facilities of the Wismut GmbH and the monitoring of discharges of radioactive substances)*

Nach Wiederherstellung der deutschen Einheit und Stilllegung der bis 1990 noch aktiven Uranerzbergbau- und Aufbereitungsbetriebe der SDAG Wismut wurde der Wismut GmbH die Verwahrung und Sanierung der bergbaulichen Hinterlassenschaften übertragen. Die Wismut GmbH besteht gegenwärtig aus

- der Niederlassung (NL) Aue mit den Standorten Schlema - Alberoda und Pöhla sowie der NL Königstein mit den Standorten Königstein und Gittersee im Freistaat Sachsen und
- der NL Ronneburg, zu der die Standorte Ronneburg und Seelingstädt (im Freistaat Thüringen) und Crossen (im Freistaat Sachsen) gehören.

In der übertägigen Sanierungstätigkeit konzentrierte sich die Wismut GmbH auch im Jahre 2004 auf die Haldenumlagerung in den ehemaligen Tagebau Lichtenberg, auf die Haldensanierung (z. B. Abtrag und Umlagerung der Absetzerhalde, der Halde 377 und der Spitzkegelhalde Reust sowie der In-situ-Verwahrung der Halde 381 in der NL Ronneburg und an der Halde 38neu/208, 366, 66/207, 382 in der NL Aue), auf den Abbruch von Gebäuden, die Demontage von Anlagen und auf die Sanierung von kontaminierten Betriebsflächen. Die Sanierung der Betriebsflächen der ehemaligen Aufbereitungsstandorte Crossen und Seelingstädt wurde fortgesetzt.

Die Verwahrung ehemaliger industrieller Absetzanlagen der Erzaufbereitung (Zwischenabdeckung, Konturierung) wurden kontinuierlich fortgeführt. Die subaquatischen Arbeiten auf der ehemaligen industriellen Absetzanlage (IAA) Culmitzsch wurden im Oktober 2004 beendet. Ein weiterer Schwerpunkt war die Einsatzbereitschaft der biologischen Wasserbehandlungsanlage (Constructed Wetland) am Standort Pöhla.

Das Jahr 2004 war geprägt durch den Abschluss, aber auch den Beginn wesentlicher untertägiger Sanierungsvorhaben. So endeten beispielsweise die Arbeiten auf der 60 m-Sohle am Standort Schlema-Alberoda. Die Flutung der Grubenfelder in Thüringen und der Gruben in Königstein sowie in Schlema-Alberoda wurde fortgesetzt.

Bezogen auf den Gesamtumfang der Sanierungsarbeiten (veränderte Planungsgrundlage gegenüber 2003) sind mit den im Jahr 2004 erreichten Fortschritten nunmehr:

- 98% der Grubenbaue abgeworfen,
- 97% der Schächte und Tagesöffnungen verwahrt,
- 91% der tagesnahen Grubenbaue verfüllt,
- 86% der Anlagen/Gebäude abgebrochen,
- 75% der Halden abgelagert/umgelagert,
- 72% der Halden abgedeckt,
- 82% des Tagebaus Lichtenberg verfüllt,
- 91% der Absetzanlagen zwischenabgedeckt,
- 56% der Flächen saniert und
- 20% der Absetzanlagen konturiert.

Bei den Sanierungsarbeiten werden mit Genehmigung der zuständigen Behörden vor allem Radionuklide der Uran-/Radiumzerfallsreihe mit der Abluft oder den Abwettern bzw. mit den Schacht- oder Abwässern in die Umwelt abgeleitet. Die Genehmigungen enthalten sowohl Festlegungen über die bei den Ableitungen einzuhaltenen jährlichen Abgabemengen als auch einzuhaltende Maximalkonzentrationen für einzelne Radionuklide.

Die Überwachung der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwettern / Abluft und Abwasser sowie die Überwachung der Konzentration dieser radioaktiven Stoffe in den Umweltmedien Luft, Boden, Lebens- und Futtermittel, Wasser und Sedimente erfolgt seit 1997 nach den Vorgaben der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI Bergbau). Die Kontrolle der Emissions- und Immissionsüberwa-

chung der Wismut GmbH wird von unabhängigen Messstellen vorgenommen, die von den zuständigen Landesbehörden beauftragt werden.

Über die Emissions- und Immissionsüberwachung hinaus führt die Wismut GmbH ein umfangreiches Monitoring durch, das an den jeweiligen Stand der Sanierungsarbeiten angepasst wird. Aufgabe dieses Monitorings ist sowohl die Überwachung der Schutzgüter Boden, Wasser und Luft als auch die Überwachung geotechnischer, bergschadenkundlicher und seismischer Besonderheiten in den betroffenen Regionen.

2.2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwettern / Abluft und Abwasser infolge der Tätigkeit der Wismut GmbH (Emissionen)

(Discharge of radioactive substances with exhaust air and waste water as a result of the activities of the Wismut GmbH - Emissions)

Bei den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwettern und der Abluft wurden die Genehmigungswerte auch 2004 nicht überschritten. In Tabelle 2.2-1 wurden die aus den Betrieben im Jahr 2004 insgesamt in die Atmosphäre abgeleiteten Mengen radioaktiver Stoffe zusammengestellt. Im Vergleich mit den Vorjahren haben sich die Ableitungen mit Abwetter- bzw. Abluft weiter verringert.

Tabelle 2.2-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwettern / Abluft in die Atmosphäre 2004
(Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into the atmosphere with exhaust air 2004 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betriebs- teile der Sanierungs- betriebe	Anzahl der Abwetter- schächte und Wetterbohr- löcher	Abwetter- bzw. Abluftmengen in 10 ⁹ m ³ /a *		Ableitung radioaktiver Stoffe			
				Rn-222 in TBq/a *		Langlebige α-Strahler in MBq/a *	
Schlema/Alberoda	1	1,46	(-)	100	(100)	3,9	(10)
Pöhl	1	0,395	(-)	0,2	(0,5)	0**	(0,8)
Dresden-Gittersee	1	0,12	(-)	0,07	(1,6)	0,09	(1,6)
Königstein	6	6,3	(-)	47	(166)	10	(70,5)
Ronneburg	-	-	(-)	-	(-)	-	(-)
Seelingstädt	-	-	(-)	-	(-)	-	(-)

* Genehmigungswerte in Klammern

** Emissionen mit Konzentrationen unter der Nachweisgrenze wurden nicht bilanziert

Die im Jahr 2004 insgesamt in die Vorfluter abgeleiteten Mengen radioaktiver Stoffe wurden in Tabelle 2.2-2 zusammengestellt. Die Jahresgenehmigungswerte wurden ausnahmslos eingehalten. Im Vergleich zum Vorjahr wurde die Menge des abgeleiteten Urans etwa um ein Viertel und die Menge des angeleiteten Radium-226 um etwa ein Zehntel gesenkt.

Tabelle 2.2-2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern in die Oberflächengewässer 2004
 (Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into surface waters with waste waters for the year 2004 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betriebs- teile der Sanierungs- betriebe	Abwassermenge ¹⁾		Ableitung radioaktiver Stoffe			
	in 10 ⁶ m ³ /a*		Uran in t/a *		Ra-226 in Gbq/a *	
Einleitung in Zwickauer Mulde,	8,72	(-)	2,5804	(5,659)	0,125	(3,833)
davon: Schlema/Alberoda	6,83	(-)	2,076	(5,484)	0,111	(3,57)
Crossen ²⁾	1,748	(-)	0,502	(-)	0,0048	(-)
Pöhla	0,142	(-)	0,0024	(0,175)	0,0092	(0,263)
Einleitung in Elbe,	3,46	(5,885)	0,02	(1,713)	0,092	(2,284)
davon: Dresden-Gittersee	-	(-)	-	(-)	-	(-)
Königstein	3,46	(5,885)	0,02	(1,713)	0,092	(2,284)
Einleitung in Pleiße	0,0661	(0,25)	0,0088	(0,075)	0,0002	(0,038)
Ronneburg	0,0661	(0,25)	0,0088	(0,075)	0,0002	(0,038)
Einleitung in Weiße Elster,	1,653	(2,638)	0,194	(0,803)	0	(0,558)
Davon: Ronneburg (WBA-Probe- betrieb) ³⁾	0,03	(0,538) ⁴⁾	0	(0,173)	0	(0,138) ⁵⁾
Seelingstädt	1,623	(2,1)	0,194	(0,63)	0	(0,42)

* Genehmigungswerte in Klammern

- 1) Die angegebenen Werte für die Abwassermenge sind Richtwerte. Eine Modifizierung dieser Werte ist nach Abstimmung mit der zuständigen Behörde möglich
- 2) Die deutliche Erhöhung der Gesamtwasserabgabe resultiert aus dem durchgängigen Betrieb der Wasserbehandlungsanlage (WBA) Crossen unter maximal zulässiger Einleitmenge zwecks forcierter Leerung des Absetzbeckens, was wiederum die signifikant erhöhten Ableitungen für Uran und Radium-226 im Vergleich zum Vorjahr begründet
- 3) Die neu erbaute WBA Ronneburg nahm im Januar 2002 den Probebetrieb auf
- 4) Genehmigter Maximaldurchsatz der WBA von 700 m³/h als Summe aus behandeltem Grund- und Verdünnungswasser in 32 Betriebstagen
- 5) Der Wert wurde rechnerisch, aus der genehmigten Wassermenge pro Tag, multipliziert mit der Maximalkonzentration und den 32 Betriebstagen, ermittelt

2.3 Überwachung der Konzentrationen radioaktiver Stoffe in den Umweltmedien in der Umgebung der Sanierungsbetriebe (Immissionen)

(Monitoring of the concentrations of radioactive substances in environmental media from areas in the vicinity of remediation facilities - Immissions)

Im Folgenden werden die Radon-222-Konzentrationen in der bodennahen Luft und die Urankonzentrationen und Radium-226-Aktivitätskonzentrationen in Oberflächengewässern betrachtet, die durch die Sanierungstätigkeiten der Wismut GmbH beeinflusst werden können.

2.3.1 Radon-222-Konzentrationen in der bodennahen Luft

(Radon-222 concentrations in air close to ground level)

Zur Überwachung der Luft werden Messstellen zur Ermittlung der Radon-222-Konzentration der bodennahen Atmosphäre betrieben. Die Messnetze gewährleisten nicht nur eine Kontrolle der Auswirkungen von Ableitungen; sie dienen auch zur Erfassung der aus Freisetzungen resultierenden Umweltkontamination und zur Kontrolle der Auswirkungen der Sanierungsarbeiten.

Für die Beurteilung der Gesamtstrahlenexposition in der Umgebung der Bergbauanlagen sind nicht nur die genehmigten Ableitungen von Radon (Rn-222) zu betrachten, sondern auch das aus den deponierten Materialien freigesetzte Radon. Die aus den bergbaulichen Außenanlagen (vor allem industrielle Absetzanlagen und Halden) freigesetzte Radonmenge kann aus der bekannten Radium-226-Konzentration der Materialien abgeschätzt werden.

Unter Zugrundelegung einer normierten Freisetzungsrates (1 Bq Rn-222/m²·sec pro Bq Ra-226/g Material) ergibt sich eine theoretisch mögliche Radonfreisetzung von ca. 2 · 10¹⁵ Bq pro Jahr. Es ist dabei zu beachten, dass diese

Radonfreisetzung für die Situation vor Beginn der Sanierungstätigkeiten abgeschätzt wurde. Die tatsächliche Freisetzung ist geringer.

Die Langzeitmessungen zur Überwachung der Radonkonzentration in der bodennahen Atmosphäre wurden in den Bergbaugebieten auch im Jahr 2004 fortgeführt. In Tabelle 2.3.1-1 sind die Ergebnisse der von der Wismut GmbH durchgeführten Überwachung an bergbaulich beeinflussten Messstellen zusammengefasst. Die hier aufgeführten teilweise hohen Maximalwerte der Rn-222-Konzentration sind auf die Tatsache zurückzuführen, dass sich einige Messpunkte auf oder in unmittelbarer Nähe von Anlagen (z. B. Abwetterschächten) und Betriebsflächen befinden.

Tabelle 2.3.1-1 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich beeinflussten Messstellen (Winter 2003/2004 und Sommer 2004; Messwerte der Wismut GmbH)
(Radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level at sampling locations influenced by mining activities - Winter 2003/2004 and summer 2004; Values measured by the Wismut GmbH)

Gebiet	Anzahl der Messstellen	Anzahl der Messstellen mit Werten			Maximum in Bq/m ³
		≤ 30 Bq/m ³	31 - 80 Bq/m ³	> 80 Bq/m ³	
Winter 2003/2004					
Schlema/Alberoda	71	17	49	5	180
Pöhl	15	14	1	0	57
Seelingstädt	25	18	7	0	59
Crossen	36	13	23	0	69
Königstein	16	16	0	0	25
Gittersee	19	18	1	0	58
Ronneburg	43	32	11	0	44
Sommer 2004					
Schlema/Alberoda	74	14	42	18	310
Pöhl	15	11	3	1	140
Seelingstädt	25	3	21	1	110
Crossen	35	5	27	3	100
Königstein	16	13	3	0	44
Gittersee	20	17	3	0	71
Ronneburg	43	9	34	0	53

In Tabelle 2.3.1-2 sind die Ergebnisse der von der Wismut GmbH durchgeführten Überwachung der bergbaulich nicht beeinflussten Messstellen zusammengefasst. Die an diesen Messstellen ermittelten Rn-222-Konzentrationen repräsentieren den lokalen natürlichen Konzentrationspegel der jeweiligen Bergbaugebiete und können deshalb als Vergleichswerte zur Beurteilung des Sanierungserfolges herangezogen werden.

Tabelle 2.3.1-2 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich nicht beeinflussten Messstellen (Mittelwerte 1991 – 2004 und Schwankungsbreite der Mittelwerte der einzelnen Jahre; Messwerte der Wismut GmbH)
(Radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level at sampling locations not influenced by mining activities - mean values 1991 - 2004 and range of variation of the mean values for the individual years; Values measured by the Wismut GmbH)

Gebiet	Winter (Bq/m ³)			Sommer (Bq/m ³)		
	Minimum	Maximum	Mittelwert 1991 – 2004	Minimum	Maximum	Mittelwert 1991 – 2004
Schlema/Alberoda	21	40	29	27	48	35
Pöhl	14	35	20	18	29	24
Seelingstädt	11	39	24	19	37	26
Crossen	16	35	25	17	37	24
Königstein	11	31	20	17	36	26
Gittersee	18	33	26	24	43	33
Ronneburg	14	40	25	20	37	28

Für die Untersuchung der Strahlenexposition durch Radon-222 werden seit 1991 vom Bundesamt für Strahlenschutz Untersuchungen zur Ermittlung und Bewertung der Radon-222-Konzentrationen in der bodennahen Freiluft durchgeführt. Mit den Messungen sollen Aussagen darüber gewonnen werden, inwieweit die bergbauli-

chen Objekte durch Radon-222-Freisetzung das natürliche Konzentrationsniveau des Gebietes beeinflussen und zur Strahlenexposition der in der Umgebung lebenden Bevölkerung beitragen. In der Tabelle 2.3.1-3 sind die Ergebnisse der vom BfS durchgeführten Untersuchungen dargestellt. Berücksichtigt wurden hier nur die Messpunkte, die sich in ständig bewohnten Gebieten befinden. In diesen Gebieten sind auf Grund der geologischen Bedingungen (oberflächennah anstehende geologische Formationen mit einer höheren spezifischen Aktivität der Radionuklide der Uran-/Radiumzerfallsreihe) und wegen der orographischen Gliederung des Geländes (Tallagen) natürlicherweise über dem Landesdurchschnitt liegende Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft zu erwarten. Die in den Gebieten Aue/Schlema, Freital, Johanngeorgenstadt und Lengenfeld gemessenen Maximalwerte stammen von Messpunkten, die sich in unmittelbarer Nähe bergbaulicher Anlagen befinden.

Tabelle 2.3.1-3 Halbjahreswerte der Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre in Siedlungsgebieten (Winter 2003/2004 und Sommer 2004)
(Half-yearly values for radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level in residential areas - in the winter of 2003/2004 and summer of 2004)

Gebiet	Winter 2003/2004 in Bq/m ³			Sommer 2004 in Bq/m ³		
	Minimum	Maximum	Median	Minimum	Maximum	Median
Aue/Schlema	10	84	20	8	42	14
Crossen	11	42	15	8	31	12
Freital	19	92	66	20	110	96
Johanngeorgenstadt	8	650	44	8	2100	58
Lengenfeld	10	130	21	12	150	24
Mechelgrün-Zobes	10	17	12	8	19	14
Ronneburg	11	28	15	7	27	14
Seelingstädt	11	41	16	8	41	16

Um den natürlichen Radonkonzentrationspegel in den Bergbaugebieten zu ermitteln und auf diese Weise den Einfluss der Radonfreisetzungen aus den bergbaulichen Anlagen auf die Strahlenexpositionssituation in den Bergbaugebieten besser abschätzen zu können, wurde in Gebieten, in denen der Einfluss des Bergbaus auf den Radongehalt in der bodennahen Luft ausgeschlossen werden kann und in denen oberflächennah sehr ähnliche geologische Formationen vorkommen, eine Bestimmung der natürlichen Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen führen zu dem Schluss, dass die natürlichen Konzentrationen in derartigen Gebieten im Jahresmittel einen Wert von 80 Bq/m³ nicht überschreiten.

Insgesamt ergibt sich aus den Messungen, dass in großen Teilen der Bergbaugebiete mittlere Radonkonzentrationen gemessen wurden, die zwar über den für große Gebiete Nord- und Mitteldeutschlands charakteristischen Aktivitätswerten von 10 bis 15 Bq/m³ liegen, die aber auch in den Gebieten ohne bergbaulichen Einfluss in ähnlicher Höhe festgestellt wurden und deshalb offensichtlich z. T. natürlichen Ursprungs sind. Bergbaubedingt erhöhte Konzentrationen treten in der unmittelbaren Nähe von Abwetterschächten, an großen Halden oder an Absetzanlagen der Erzaufbereitung auf. Durch Messungen wurde bestätigt, dass die Radonkonzentration in der bodennahen Luft mit zunehmender Entfernung von bergbaulichen Anlagen, aus denen Radon freigesetzt wird, rasch abnimmt. Über dem regionalen natürlichen Niveau liegende Radonkonzentrationen treten nur in einem eng begrenzten Gebiet um die bergbaulichen Anlagen auf.

Aus den in der Umgebung gemessenen Radonkonzentrationen ergibt sich eine Strahlenexposition, bei der nicht zwischen Beiträgen von bergbaulichen Anlagen und von natürlicherweise aus Böden und Gesteinen freigesetztem Radon unterschieden werden kann. Da die natürlicherweise auftretenden Konzentrationen vor Inbetriebnahme der Bergbaubetriebe nicht gemessen worden sind, kann der Nachweis, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Grenzwerte der Strahlenexposition eingehalten worden sind, nur durch Berechnung aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe erbracht werden. Diese Berechnungen ergaben, dass durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern nur Strahlenexpositionen unterhalb des zulässigen Grenzwertes resultieren.

2.3.2 Überwachung der Urankonzentrationen und Radium-226-Aktivitätskonzentrationen in Oberflächengewässern *(Monitoring of uranium and radium-226 activity concentrations in surface waters)*

Die Überwachung der Urankonzentrationen und Radium-226-Aktivitätskonzentrationen wird in allen Oberflächengewässern durchgeführt, in die radioaktive Ableitungen erfolgen. Zur Ermittlung des bergbaulichen Einflusses werden die Immissionsmessungen der Wismut GmbH vor und nach der betrieblichen Einleitung vorgenommen.

In wichtigen Vorflutern wurden die in Tabelle 2.3.2-1 angegebenen Werte bestimmt. In den übrigen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe betroffenen Vorflutern liegen die Uran- und Radiumkonzentrationen in den gleichen Konzentrationsbereichen.

Tabelle 2.3.2-1 Medianwerte der jährlichen Uran- und Radiumkonzentrationen in den Vorflutern sächsischer und thüringischer Bergbaugebiete 2004 (Messwerte der Wismut GmbH)
(Median values for annual uranium and radium concentrations in the receiving streams of mining areas in Saxony and Thuringia in the year 2004 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betrieb	Probenahmestelle	Messpunkt	Uran mg/l	Radium-226 mBq/l
Sächsische Bergbaugebiete				
Königstein	Quellgebiet Eselsbach	k-0018	0,022	31
	Eselsbach nach Einmündung Teufelsgrundbach	k-0024	0,044	31
	Elbe Rathen	k-0028	0,002	10
Gittersee	Kaitzbach vor Halde	g-0076	0,016	17
	Kaitzbach nach Einleitung	g-0077	0,055	16
Aue	Zwickauer Mulde in Aue	m-131	0,002	11
	Zwickauer Mulde bei Hartenstein	m-111	0,01	15
Pöhla	Luchsbach vor Schachtanlage	m-115	0,001	10
	Luchsbach nach WBA-Auslauf	m-165	0,022	30
Crossen	Zwickauer Mulde Wehr Mühlgraben	M-201	0,012	12
	Zwickauer Mulde Brücke Schlunzig	M-205	0,017	12
	Helmsdorfer Bach	M-204	0,2	18
	Zinnborn	M-232	0,455	94
Thüringer Bergbaugebiete				
Seelingstädt	Weißer Elster aus dem Oberlauf	E-312	0,002	< 10
	Weißer Elster nach Einmündung Pöltschbach	E-314	0,006	< 10
	Lerchenbach	E-369	0,18	< 10
	Fuchsbach unterhalb IAA	E-383	0,048	< 10
	Weißer Elster nach Einmündung Fuchsbach	E-321	0,006	< 10
Ronneburg	Gessenbach	e-416	0,046	13
	Sprotte	s-609	0,006	10
	Wipse	e-437	0,032	10
	Weißer Elster	e-419	0,005	10

Die Werte der Uran- und Radiumkonzentration in den großen Vorflutern Elbe, Zwickauer Mulde und Weißer Elster weisen im Vergleich zum Vorjahr keine nennenswerten Veränderungen auf.

Im Oberlauf von Wismut-Einleitungen wurden an drei Messpunkten (m-131, m-115 und E-312, siehe Tab. 2.3.2-1) Urankonzentrationen bis zu einer Höhe von 2 µg/l und Aktivitätskonzentrationen bis zu einer Höhe von 11 µBq/l für Radium-226 ermittelt. Diese Werte liegen im Bereich des allgemeinen geogenen Niveaus, das in Oberflächengewässern der Bundesrepublik Deutschland ermittelt wurde¹. Die ebenfalls im Oberlauf von Wismut-Einleitungen an den Messpunkten g-0076 und M-201 ermittelten Urankonzentrationen spiegeln den Einfluss lokaler geologischer Besonderheiten oder des Altbergbaus (M-201) wider.

Im Unterlauf von Wismut-Einleitungen wurden in den o. a. großen Vorflutern an den Messpunkten k-0028, m-111, E-314, E-321, M-205 und e-419 Werte der Urankonzentration ermittelt, die gegenüber diesem allgemeinen geogenen Niveau um bis zu eine Größenordnung erhöht sind (2 - 17 µg/l). Mit Werten unter der Nachweisgrenze (< 10 mBq/l) und bis zu 15 mBq/l liegen die Radium-226-Aktivitätskonzentrationen dagegen ebenfalls im Bereich des allgemeinen geogenen Niveaus. Im Unterlauf kleinerer Bäche, die eine wesentlich geringere Wassereinführung aufweisen, wird das allgemeine geogene Niveau etwa bis zum Faktor 3 (Radium-226: von Werten unter der Nachweisgrenze von <10 mBq/l bis zu 94 mBq/l) oder zwei Größenordnungen (Uran: Werte zwischen 6 und 455 µg/l) überschritten (vgl. Messpunkte k-0018, k-0024, g-0077, m-165, M-204, M-232, E-369, E-383, e-416, s-609 und e-437). Daraus resultiert jedoch keine Gefährdung, da weder das Wasser der Bäche noch der genannten Vorfluter für Trinkwasserzwecke genutzt wird.

¹ Die in bergbaulich unbeeinflussten Oberflächengewässern in Deutschland festgestellten Aktivitätskonzentrationen überschreiten den Wert von 3 µg/l für U-238 und von 30 mBq/l für Ra-226 nicht.