

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 2002 auf die Haldenumlagerung in den ehemaligen Tagebau Lichtenberg, auf die Haldensanierung (z. B. Weiterführung der Arbeiten an der Halde Beerwalde in der NL Ronneburg und an der Halde 38neu/208, 366, 66/207, 382 und der Hammerberghalde in der NL Aue), auf den Abbruch von Gebäuden, die Demontage von Anlagen und auf die Sanierung von kontaminierten Betriebsflächen. Die Verwahrung ehemaliger industrieller Absetzanlagen der Erzaufbereitung (Zwischenabdeckung, Konturierung, subaquatische Arbeiten) wurden kontinuierlich fortgeführt. Bei der Sanierung der Absetzanlagen wurden seit Sanierungsbeginn ca. 462 Hektar freigefallene Spülstrände mit einer Zwischenabdeckung versehen. Im Vorfeld dieser Arbeiten wurden im Jahr 2002 3,7 Mio. m³ Freiwasser entfernt, behandelt und in die jeweiligen Vorfluter abgegeben.

Nachdem die untertägigen Sanierungsarbeiten in Thüringen bereits im Jahre 2000 weitestgehend beendet waren, wurde die Flutung der Grubenfelder auch 2002 fortgesetzt. Um in das Flutungsgeschehen kontrolliert eingreifen zu können, wurde 2002 eine Wasserbehandlungsanlage für Flutungswässer am Standort Ronneburg in Betrieb genommen. Der derzeitige Flutungsstand des Grubenwassers erlaubt eine vorübergehende Außerbetriebnahme dieser Wasserbehandlungsanlage. In der westsächsischen Grube Aue/Schlema, in der die Flutung bereits 1991 eingeleitet wurde, waren Ende 2002 rund 33,2 Mio. m³ Grubenraum geflutet. Nachdem im ostsächsischen Bergbaugesamt bei Königstein 2001 mit der Flutung der Grube begonnen wurde, erfolgte 2002 die planmäßige Fortsetzung. Nach Fertigstellung der Sanierungsarbeiten am Schurfschacht 60 konnte die etappenweise Flutung der Grube Dresden - Gittersee fortgeführt werden.

Durch das Starkniederschlagsereignis am 12./13. August 2002 kam es im Zusammenhang mit der Sanierung zu keinen relevanten Umweltbelastungen. Die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen wurden durch dieses Ereignis nicht beeinträchtigt.

Bezogen auf den Gesamtumfang der Sanierungsarbeiten sind mit den im Jahr 2002 erreichten Fortschritten nunmehr:

- 98% der Grubenbaue abgeworfen,
- 97% der Schächte und Tagesöffnungen verwahrt,
- 93% der tagesnahen Grubenbaue verfüllt,
- 92% der Anlagen/Gebäude abgebrochen,
- 67% der Halden abgelagert/umgelagert,
- 51% der Halden abgedeckt,
- 69% des Tagebaus Lichtenberg verfüllt,
- 70% der Absetzanlagen zwischenabgedeckt,
- 41% der Flächen saniert.

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 Mengen als auch bezüglich der einzuhaltenen 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 Immissionsüberwachung 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, bergschadenskundlicher 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 von radioaktiven Stoffen mit den Abwettern und der Abluft wurden die Genehmigungswerte auch 2002 nicht überschritten. In Tabelle 2.2-1 wurden die aus den Betrieben im Jahr 2002 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 2002
(Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into the atmosphere with exhaust air 2002 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betriebsteile der Sanierungsbetriebe	Anzahl der Abwetterschächte und Wetterbohrlöcher	Abwetter- bzw. Abluftmengen in $10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ *)	Ableitung radioaktiver Stoffe			
			Rn-222 in TBq/a *)		Langlebige α -Strahler in MBq/a *)	
Schlema/Alberoda	1	1,6 (-)	120	(130)	3,4	(10)
Pöhla	2	0,438 (-)	0,3	(0,8)	0,5	(1,0)
Dresden-Gittersee	1	0,13 (-)	0,21	(1,6)	^{a)}	(1,6)
Königstein	8	9,6 (-)	140	(315)	10	(88,5)

a) Nach Auskunft der zuständigen Landesbehörde wurden diese Emissionen wegen Werten unter der Nachweisgrenze nicht bilanziert.

*) Genehmigungswerte in Klammern

Die im Jahr 2002 insgesamt in die Vorfluter abgeleiteten Mengen radioaktiver Stoffe wurden in Tabelle 2.2-2 zusammengestellt. Die Jahresgenehmigungswerte wurden ausnahmslos eingehalten.

Tabelle 2.2-2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern in die Oberflächengewässer 2002
(Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into surface waters with waste waters for the year 2002 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betriebssteile der Sanierungs- betriebe	Abwassermenge in 10 ⁶ m ³ /a *)		Ableitung radioaktiver Stoffe			
			Uran in t/a *)		Ra-226 in GBq/a *)	
Einleitung in Zwickauer Mulde,	10,898	(-)	3,7916	(5,315)	0,312	(3,833)
davon: Schlema/Alberoda	9,274	(-)	3,726	(5,14)	0,261	(3,570)
Crossen	1,399	(-)	0,062	(-)	0,035	(-)
Pöhla	0,225	(-)	0,0036	(0,175)	0,016	(0,263)
Einleitung in Elbe,	3,313	(5,957)	0,335	(1,708)	0,423	(2,278)
davon: Dresden-Gittersee	-	(-)	-	(-)	-	(-)
Königstein	3,313	(5,957)	0,335	(1,708)	0,423	(2,278)
Einleitung in Pleiße	0,325	(0,45)	0,0307	(0,195)	0,0081	(0,076)
Ronneburg	0,325	(0,45)	0,0307	(0,195)	0,0081	(0,076)
Einleitung in Weiße Elster,	3,868	(5,522)	0,3037	(1,175)	0,0365	(0,834)
davon: Ronneburg	1,535	(0,753/ 2,822) ^{a)}	0,0233	(0,376)	0,0327	(0,301)
Seelingstädt	2,333	(2,7)	0,2804	(0,799)	0,0038	(0,533)

- a) Der erste Wert in der Klammer ist der genehmigte Entnahmewert für die Grundwasserbehandlung, für den die angeführten Lasten gelten. Vor Abgabe des behandelten Grundwassers wird Wasser aus der Weißen Elster zugegeben, um die Konzentration von Sulfat in der Wipse zu reduzieren. Als insgesamt abgebbare Wassermenge wurde der zweite Wert in der Klammer festgelegt.

*) Genehmigungswerte in Klammern

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 in 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 Freigabe ist infolge der bereits abgeschlossenen Maßnahmen geringer.

Die Langzeitmessungen zur Überwachung der Radonkonzentration in der bodennahen Atmosphäre wurden in den Bergbaugebieten auch im Jahr 2002 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. Abwetter-schächten) und Betriebsflächen befinden.

Tabelle 2.3.1-1 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich beeinflussten Messstellen (Winter 2001/02 und Sommer 2002; Messwerte der Wismut GmbH)
(*Radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level at sampling locations influenced by mining activities - Winter 2001/02 and summer 2002; Values measured by the Wismut GmbH*)

Gebiet	Anzahl der Messstellen	Anzahl der Messstellen mit Werten			Maximalwert in Bq/m ³
		≤ 30 Bq/m ³	31 - 80 Bq/m ³	> 80 Bq/m ³	
Winter 2001/2002					
Schlema/Alberoda	68	19	44	5	220
Pöhl	17	16	1	0	59
Seelingstädt	25	23	2	0	36
Crossen	35	17	18	0	64
Königstein	16	15	1	0	60
Gittersee	20	17	3	0	41
Ronneburg	47	43	4	0	35
Sommer 2002					
Schlema/Alberoda	68	23	40	5	1000
Pöhl	17	13	3	1	180
Seelingstädt	25	16	9	0	69
Crossen	36	9	26	1	89
Königstein	16	13	3	0	77
Gittersee	20	16	4	0	73
Ronneburg	47	38	9	0	47

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.

Für die Untersuchung der Strahlenexposition durch Radon-222 werden seit 1991 auch 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 bergbaulichen 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 dargestellt¹. 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) auch natürlicherweise über dem Landesdurchschnitt liegende Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft zu erwarten. Die in den Gebieten

1. Das Messnetz des BfS wurde 2001 optimiert: In Messgebieten, in denen langjährig durchgehend geringe Werte der Radonkonzentration ermittelt wurden, erfolgte ein Abbau des Messnetzes (Annaberg-Buchholz, Dittrichshütte, Freiberg, Marienberg, Zwickau) bzw. eine Reduzierung auf Flächen mit erhöhten Radonkonzentrationen (Freital, Lengenfeld). Erhalten blieben die Messnetze in Gebieten mit Sanierungstätigkeiten der Wismut GmbH. Im Messgebiet Johannegeorgenstadt wurde das Messnetz zur weiteren Untersuchung der hier ermittelten hohen Radonkonzentrationen ausgebaut.

Aue/Schlema, Freital, Johanngeorgenstadt und Lengenfeld gemessenen Maximalwerte stammen von Messpunkten, die sich in unmittelbarer Nähe bergbaulicher Anlagen befinden.

Tabelle 2.3.1-2 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich nicht beeinflussten Messstellen (Mittelwerte 1991 – 2002 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 - 2002 and range of variation of the mean values for the individual years; Values measured by the Wismut GmbH)

Gebiet	Winter			Sommer		
	Minimalwert in Bq/m ³	Maximalwert in Bq/m ³	Mittelwert 1991 – 2002 in Bq/m ³	Minimalwert in Bq/m ³	Maximalwert in Bq/m ³	Mittelwert 1991 – 2002 in Bq/m ³
Schlema/Alberoda	23	40	29	27	47	34
Pöhl	14	35	21	18	28	24
Seelingstädt	11	39	25	19	37	26
Crossen	16	35	26	17	34	24
Königstein	11	31	20	17	36	26
Gittersee	18	33	26	24	43	32
Ronneburg	14	40	26	20	37	28

Tabelle 2.3.1-3 Halbjahreswerte der Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre in Siedlungsgebieten (Winter 2001/2002 und Sommer 2002)
(Half-yearly values for radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level in residential areas in the winter of 2001/2002 and summer of 2002)

Gebiet	Anzahl der Messungen	Minimalwert in Bq/m ³	Maximalwert in Bq/m ³	Medianwert in Bq/m ³
Aue/Schlema	56	5	80	16
Crossen	66	5	38	12
Freital	7	16	140	70
Johanngeorgenstadt	153	5	3200	23
Königstein	27	5	36	7
Lengenfeld	32	6	180	18
Mechelgrün-Zobes	11	5	20	10
Ronneburg	76	5	29	12
Seelingstädt	44	5	36	12

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 natürli-

chen 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. Da die Ableitungen in allen Fällen unterhalb der genehmigten Werte liegen, die aus einer jährlichen effektiven Dosis von 1 mSv hergeleitet worden sind, ergibt sich, dass durch die Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwettern nur Strahlenexpositionen verursacht werden, die unterhalb dieses Wertes liegen.

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.

Im Vergleich zum Vorjahr weisen die Werte der Uran- und Radiumkonzentration in den o. a. Vorflutern keine nennenswerten Veränderungen auf.

Mit einem Wert der Urankonzentration in Höhe von 1 µg/l und einer Aktivitätskonzentrationen in Höhe von 10 mBq/l für Radium-226 liegen die im Oberlauf von Wismut-Einleitungen gemessenen Werte im Bereich des allgemeinen geogenen Niveaus, das in Oberflächengewässern der Bundesrepublik Deutschland ermittelt wurde.

In den großen Vorflutern Elbe, Zwickauer Mulde und Weiße Elster wurden im Unterlauf von Wismut-Einleitungen Werte der Urankonzentration ermittelt, die gegenüber diesem allgemeinen geogenen Niveau um bis zu eine Größenordnung erhöht sind (2 - 13 µg/l). Mit Werten unter der Nachweisgrenze (< 10 mBq/l) und bis zu 19 mBq/l liegen die Radium-226-Aktivitätskonzentrationen dagegen ebenfalls im Bereich des allgemeinen geogenen Niveaus.

Im Unterlauf kleinerer Bäche, die eine wesentlich geringere Wasserführung aufweisen, wird das allgemeine geogene Niveau etwa bis zum Faktor 3 (Radium-226: von Werten unter der Nachweisgrenze (<10 mBq/l) bis zu 84 mBq/l) bzw. zwei Größenordnungen (Uran: Werte zwischen 7 und 800 µg/l) überschritten. Daraus resultiert jedoch keine Gefährdung, da weder das Wasser der Bäche noch der genannten Vorfluter für Trinkwasserzwecke genutzt wird.

Tabelle 2.3.2-1 Medianwerte der jährlichen Uran- und Radiumkonzentrationen in den Vorflutern sächsischer und thüringischer Bergbauggebiete 2002 (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 2002; Values measured by the Wismut GmbH)

Betrieb	Probenahmestelle	Uran (mg/l)	Radium-226 (mBq/l)
Sächsische Bergbauggebiete			
Königstein	Quellgebiet Eselsbach	0,019	78
	Eselsbach nach Einmündung Teufelsgrundbach	0,070	46
	Elbe Rathen	0,002	11
Gittersee	Kaitzbach vor Halde	0,014	42
	Kaitzbach nach Einleitung	0,04	20
Aue	Zwickauer Mulde in Aue	0,002	18
	Zwickauer Mulde bei Hartenstein	0,011	19
Pöhla	Luchsbach vor Schachanlage	0,001	10
	Luchsbach nach WBA-Auslauf	0,025	37
Crossen	Zwickauer Mulde Wehr Mühlgraben	0,009	14
	Zwickauer Mulde Brücke Schlunzig	0,013	14
	Helmsdorfer Bach	0,16	19
	Zinnborn	0,8	84
Thüringer Bergbauggebiete			
Seelingstädt	Weißer Elster aus dem Oberlauf	0,001	10
	Weißer Elster nach Einmündung Pöltzschbach	0,006	10
	Lerchenbach	0,14	10
	Fuchsbach unterhalb IAA	0,040	10
	Weißer Elster nach Einmündung Fuchsbach	0,006	10
Ronneburg	Gessenbach	0,046	< 10
	Sprotte	0,007	< 10
	Wipse	0,022	16
	Weißer Elster	0,005	< 10