

TEIL B

AKTUELLE DATEN UND DEREN BEWERTUNG

(CURRENT DATA AND EVALUATION)

I NATÜRLICHE UMWELTRADIOAKTIVITÄT

(NATURAL ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY)

Bearbeitet vom Bundesamt für Strahlenschutz

1. Natürliche Umweltradioaktivität (Natural environmental radioactivity)

Die natürliche Strahlenexposition in Deutschland zeigt große regionale Unterschiede. Diese sind bedingt durch die unterschiedlichen Gehalte des Erdbodens an Uran, Thorium und Kalium-40 (terrestrische Strahlung), durch die unterschiedliche Meereshöhe (kosmische Strahlung), durch die unterschiedlichen Konzentrationen des radioaktiven Edelgases Radon in der Atemluft und die regional unterschiedliche Aufnahme natürlich radioaktiver Stoffe mit der Nahrung und dem Trinkwasser. Dies führt, wie in Teil A - I erläutert, insgesamt zu einer jährlichen Exposition von etwa 2 bis 3 mSv. Gegenüber den regionalen Schwankungen sind die Unterschiede der Exposition von Jahr zu Jahr gering. Im Berichtsjahr wurden keine Untersuchungen unternommen, die die natürliche Komponente der Strahlenexposition weiter differenzieren.

2. Zivilisatorisch veränderte natürliche Umweltradioaktivität (Technologically enhanced natural environmental radioactivity)

2.1 Hinterlassenschaften aus Bergbau und Industrie (Residues of mining and industry)

Hinterlassenschaften der Uranproduktion in Sachsen und Thüringen

Bei den Sanierungsarbeiten der Wismut GmbH werden mit Genehmigung der zuständigen Behörden vor allem Radionuklide der Uran-/Radiumzerfallsreihe mit der Fortluft bzw. mit den Schacht- oder Abwässern in die Umwelt abgeleitet.

Nachfolgend wird ein Überblick über die Emissions- und Immissionsituation in den betroffenen Regionen gegeben, der auf ausgewählten Daten aus der Umweltüberwachung nach der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI Bergbau) beruht.

Detailinformationen über die Sanierungstätigkeit und die Ergebnisse der Umweltüberwachung geben die jährlichen Umweltberichte der Wismut GmbH.

2.1.1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit Fortluft¹ 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)

In Tabelle 2.1.1-1 sind die Fortluftmengen und die Ableitungen radioaktiver Stoffe aller Wismut-Sanierungsbetriebe in den Jahren von 1998 bis 2006 zusammengestellt. Die Tabelle zeigt, dass die Ableitungen mit der Fortluft insgesamt seit Jahren deutlich unter den - in Klammern angegebenen - genehmigten Werten liegen und mit der Zeit abnehmen.

In Tabelle 2.1.1-2 ist diese Gesamtentwicklung für die Jahre 2005 und 2006 auf die einzelnen Standorte der Wismut-Sanierung aufgeschlüsselt. Es wurden die aus den Betrieben in den Jahren 2005 und 2006 insgesamt in die Atmosphäre abgeleiteten Mengen radioaktiver Stoffe zusammengestellt. Im Ergebnis der fortschreitenden Verwahrung untertägiger Grubenfelder haben sich die Ableitungen mit Abwetter bzw. Abluft insgesamt im Vergleich zum Vorjahr weiter verringert. Die gesamten Ableitungen sowohl von Rn-222 als auch der langlebigen α -Strahler werden wie auch schon im Vorjahr im Wesentlichen von den beiden Standorten Schlema/Alberoda und Königstein verursacht.

Tabelle 2.1.1-1 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft in die Atmosphäre im Zeitraum 1998 bis 2006 (Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into the atmosphere with exhaust air during the period from 1998 to 2006 – Values measured by the Wismut GmbH)

Zeitraum	Fortluftmengen in 10 ⁹ m ³ /a	Gesamte Ableitung radioaktiver Stoffe			
		Radon-222 in TBq/a *		Langlebige α Strahler in MBq/a *	
1998	22,1	664,7	(1.201,1)	31,3	(137,1)
1999	20,8	491,3	(926,2)	30,3	(107,4)
2000	18,3	380,4	(798,2)	10,0	(99,9)
2001	14,2	316,4	(557,4)	5,3	(101,1)
2002	11,8	260,5	(447,4)	13,9	(101,1)
2003	8,6	168,4	(298,4)	13,2	(83,1)
2004	8,3	147,3	(268,1)	14,0	(82,9)
2005	7,9	105,3	(298,1)	14,7	(79,9)
2006	6,2	80,3	(268,0)	6,53	(78,3)

* Genehmigungswerte in Klammern

1. Hier sind im wesentlichen Abwetter von Untertage gemeint

Tabelle 2.1.1-2 Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft in die Atmosphäre in 2005 und 2006
(Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into the atmosphere with exhaust air in 2005 and 2006
- Values measured by the Wismut GmbH)

Betriebssteile der Sanierungsbetriebe	Anzahl der Abwetter-schächte 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 *	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Schlema/Alberoda	1	2	1,455	1,280	72 (130)	66 (100)	3,5 (7)	2,5 (5,7)
Pöhl	1	1	0,416	0,416	0,2 (0,5)	0,17 (0,4)	-** (0,8)	-** (0,5)
Dresden-Gittersee	1	1	0,12	0,11	0,07 (1,6)	0,08 (1,6)	0,16 (1,6)	0,03 (1,6)
Königstein	5	4	5,9	4,4	33 (166)	14 (166)	11 (70,5)	4 (70,5)
Ronneburg	-	-	-	-	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Seelingstädt	-	-	-	-	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)

* Genehmigungswerte in Klammern

** Emissionen mit Konzentrationen unter der Nachweisgrenze wurden nicht bilanziert

Die Ableitungen radioaktiver Stoffe mit den Abwässern in die Oberflächengewässer (Vorfluter), die in Tabelle 2.1.1-3 zusammengestellt sind, liegen ebenfalls seit Jahren deutlich unter den Genehmigungswerten und weisen insgesamt eine rückläufige Tendenz auf.

Die in den Jahren 2005 und 2006 insgesamt in die Vorfluter abgeleiteten Mengen radioaktiver Stoffe wurden in Tabelle 2.1.1-4 zusammengestellt. Während 2006 die Menge des abgeleiteten Radium-226 etwa auf Vorjahresniveau blieb, stieg die Menge des abgeleiteten Uran insgesamt im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht an. Die im Jahr 2006 gegenüber 2005 erhöhte Uranableitung in Zwickauer Mulde, Elbe und Weiße Elster ist auf die zu behandelnden Wassermengen beim Flutungsverlauf im Raum Schlema/Alberoda (Zwickauer Mulde), auf das Betriebsregime bei der Flutung der Grube Königstein (Elbe) und auf die Betriebsaufnahme der Wasserbehandlungsanlage Ronneburg (Weiße Elster), die jedoch die Pleiße entlastet, zurückzuführen.

Tabelle 2.1.1-3 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern in die Oberflächengewässer im Zeitraum 1998 bis 2006 (Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into surface waters with waste waters during the period from 1998 to 2006 – Values measured by the Wismut GmbH)

Zeitraum	Abwassermenge in $10^6 \text{ m}^3/\text{a}$	Gesamte Ableitung radioaktiver Stoffe			
		Uran in t/a*		Radium-226 in GBq/a*	
1998	14,7	3,8	(12,8)	4,8	(14,8)
1999	14,7	3,8	(9,4)	2,7	(13,6)
2000	16,1	4,1	(11,3)	3,6	(15,4)
2001	14,3	2,8	(13,1)	0,7	(16,7)
2002	18,4	4,5	(8,4)	0,8	(7,0)
2003	14,6	3,1	(8,2)	0,3	(6,8)
2004	13,9	2,8	(8,2)	0,2	(6,7)
2005	14,8	2,2	(8,0)	0,3	(6,7)
2006	16,3	2,4	(9,0)	0,3	(7,9)

* Genehmigungswerte in Klammern

Tabelle 2.1.1-4 Ableitung radioaktiver Stoffe mit den Abwässern in die Oberflächengewässer 2005/2006
(Messwerte der Wismut GmbH)
(Discharge of radioactive substances into surface waters with waste waters for the years 2005/2006 - Values measured by the Wismut GmbH)

VORFLUTER Betriebssteile der Sanierungsbetriebe	Abwassermenge ¹⁾ in 10 ⁶ m ³ /a*		Ableitung radioaktiver Stoffe			
			Uran in t/a *		Ra-226 in GBq/a *	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
ZWICKAUER MULDE	7,983 (-)	9,537 (-)	1,925 (5,416)	2,142 (6,197)	0,15 (3,833)	0,1224 (4,529)
Schlema/Alberoda	6,804 (-)	8,517 (-)	1,692 (5,241)	1,992 (6,022)	0,144 (3,570)	0,121 (4,266)
Crossen	1,051 (-)	0,89 (-)	0,230 (-)	0,147 (-)	0,002 (-)	0,009 (-)
Pöhl	0,128 (-)	0,13 (-)	0,003 (0,175)	0,003 (0,175)	0,004 (0,263)	0,0005 (0,263)
ELBE	4,138 (5,869)	4,139 (5,869)	0,039 (1,708)	0,046 (1,708)	0,134 (2,278)	0,138 (2,278)
Dresden-Gittersee	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)	- (-)
Königstein	4,138 (5,869)	4,139 (5,869)	0,039 (1,708)	0,046 (1,708)	0,134 (2,278)	0,138 (2,278)
PLEIßE	0,201 (0,250)	0,084 (0,1)	0,0307 (0,075)	0,011 (0,03)	0,0127 (0,038)	0,003 (0,038)
Ronneburg	0,201 (0,250)	0,084 (0,1)	0,0307 (0,075)	0,011 (0,03)	0,0127 (0,038)	0,003 (0,038)
WEIßE ELSTER	2,44 (2,485)	2,514 4,595	0,233 (0,782)	0,206 (1,128)	0,003 (0,534)	0,012 (1,023)
Ronneburg (WBA- Probebetrieb ²⁾)	0,066 (0,185)	0,491 (2,295) ²⁾	0,0023 (0,092)	0,016 (0,438) ³⁾	0 (0,074)	0,001 (0,523) ³⁾
Seelingstädt	2,374 (2,3)	2,023 (2,3)	0,231 (0,69)	0,19 (0,69) ⁴⁾	0,0033 (0,46)	0,011 (0,46) ⁴⁾

* 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) Genehmigter Durchsatz der Wasserbehandlungsanlage (WBA) von 350 m³/h x 24 h x 62 Betriebstagen (Probebetrieb) und 560 m³/h x 24 h x 132 Betriebstagen
- 3) Der Wert wurde rechnerisch aus der genehmigten Wassermenge pro Tag multipliziert mit der Maximalkonzentration und den aktiven Betriebstagen ermittelt
- 4) Errechnet aus dem genehmigten Jahresmittelwert der Konzentration (0,3 mg/l bzw. 0,2 Bq/l) und der genehmigten Wassermenge (2,3 Mio. m³)

2.1.2 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.

Radon-222-Konzentrationen in der bodennahen Luft

Zur Überwachung der Luft werden nach der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI-Bergbau)“ Messstellen zur Ermittlung der Radon-222-Konzentration der bodennahen Atmosphäre betrieben. Die Messstellen gewährleisten nicht nur eine Kontrolle der Auswirkungen von Ableitungen über die dafür vorgesehenen technischen Einrichtungen wie z. B. Lüfter; sie dienen auch zur Erfassung der aus diffusen Freisetzungen, beispielsweise aus Haldenoberflächen, resultierenden Umweltkontamination sowie zur Kontrolle der Auswirkungen der Sanierungsarbeiten. Für die Beurteilung der Gesamtstrahlenexposition in der Umgebung der Bergbauanlagen sind alle genannten Prozesse von Bedeutung. Die aus den deponierten Materialien (vor allem industrielle Absetzanlagen und

Halden) freigesetzte Radon-222-Menge kann dabei in der Größenordnung der jährlichen Ableitungsmengen nach Tabelle 2.1.1-2 liegen.

In Tabelle 2.1.2-1 sind die Ergebnisse der von der Wismut GmbH durchgeführten Überwachung an bergbaulich beeinflussten Messstellen im Zeitraum Winter 2005 / 2006 bis Sommer 2006 zusammengefasst. Die teilweise hohen Maximalwerte der Rn-222-Konzentration resultieren aus der Lage einiger Messpunkte auf oder in unmittelbarer Nähe von Anlagen (z. B. Abwetterschächten) und Betriebsflächen.

Tabelle 2.1.2-1 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich beeinflussten Messstellen (Winter 2005/06 und Sommer 2006; Messwerte der Wismut GmbH)
(Radon-222 concentrations in the atmosphere close to ground level at sampling locations influenced by mining activities - Winter 2005/06 and summer 2006; 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 2005/2006					
Schlema/Alberoda	67	9	51	7	170
Pöhl	8	8	0	0	20
Seelingstädt	24	20	4	0	56
Crossen	35	19	16	0	76
Königstein	11	11	0	0	22
Gittersee	15	14	1	0	43
Ronneburg	35	34	1	0	32
Sommer 2006					
Schlema/Alberoda	68	13	36	19	165
Pöhl	8	7	1	0	40
Seelingstädt	24	8	14	2	94
Crossen	36	6	30	0	74
Königstein	12	9	3	0	50
Gittersee	9	3	6	0	69
Ronneburg	34	14	20	0	49

In Tabelle 2.1.2-2 sind die Ergebnisse der von der Wismut GmbH durchgeführten Überwachung an 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 herangezogen werden.

Tabelle 2.1.2-2 Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre an bergbaulich nicht beeinflussten Messstellen (Mittelwerte 1991 – 2006 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 - 2006 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 – 2006	Minimum	Maximum	Mittelwert 1991 – 2006
Schlema/Alberoda	21	40	29	27	48	35
Pöhl	14	35	20	18	29	24
Seelingstädt	11	39	23	19	37	26
Crossen	16	35	25	17	37	25
Königstein	11	31	20	17	36	26
Gittersee	18	33	26	24	43	33
Ronneburg	14	40	25	20	37	28

Entsprechend der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI-Bergbau)“ wurden von unabhängigen Messstellen im Auftrag der jeweiligen zuständigen Landesbehörde zusätzlich Kontrollmessungen an ausgewählten Messpunkten des von der Wismut GmbH betriebenen Messnetzes zur Überwachung der Radon-222-Konzentration in der bodennahen Atmosphäre durchgeführt. Die Ergebnisse stimmen unter Berücksichtigung der jeweiligen Messunsicherheiten überein.

Auch durch das Bundesamt für Strahlenschutz wurden seit 1991 in den Bergbaugebieten umfangreiche Untersuchungen zur Ermittlung und Bewertung der Radon-222-Konzentrationen in der bodennahen Freiluft durchgeführt.

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 Konzentrationswerten 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. Messtechnisch nachweisbare, bergbaubedingt erhöhte Konzentrationen treten vor allem in der unmittelbaren Nähe von Abwetterschächten, an großen Halden oder an Absetzanlagen der Erzaufbereitung auf. Die Beseitigung bzw. Verringerung der Radonexposition der Bevölkerung aus solchen Hinterlassenschaften ist eines der Ziele der Wismut-Sanierung.

Überwachung der Urankonzentrationen und Radium-226-Aktivitätskonzentrationen in Oberflächengewässern

Eine 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 an Messstellen vor und nach der betrieblichen Einleitung vorgenommen.

In wichtigen Vorflutern wurden die in Tabelle 2.1.2-3 angegebenen Werte bestimmt. In den übrigen durch die Ableitung radioaktiver Stoffe betroffenen Vorflutern liegen die Uran- und Radiumkonzentrationen in den gleichen Konzentrationsbereichen.

Tabelle 2.1.2-3 Medianwerte der jährlichen Uran- und Radiumkonzentrationen in den Vorflutern sächsischer und thüringischer Bergbaugebiete in 2005 und 2006 (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 years 2005 and 2006 - Values measured by the Wismut GmbH)

Betrieb	Probenahmestelle	Messpunkt	Uran in mg/l		Radium-226 in mBq/l	
			2005	2006	2005	2006
Sächsische Bergbaugebiete						
Königstein	Quellgebiet Eselsbach	k-0018	0,015	0,015	23	83
	Eselsbach nach Einmündung Teufelsgrundbach	k-0024	0,065	0,044	13	17
	Elbe Rathen	k-0028	0,001	0,001	11	18
Gittersee	Kaitzbach vor Halde	g-0076	0,017	0,015	14	20
	Kaitzbach nach Einleitung	g-0077	0,051	0,080	16	18
Aue	Zwickauer Mulde in Aue	m-131	0,002	0,002	12	13
	Zwickauer Mulde bei Hartenstein	m-111	0,007	0,010	16	14
Pöhl	Luchsbad vor Schachtanlage	m-115	0,001	0,001	10	10
	Luchsbad nach WBA-Auslauf	m-165	0,019	0,027	19	18
Crossen	Zwickauer Mulde Wehr Mühlgraben	M-201	0,008	0,008	14	14
	Zwickauer Mulde Brücke Schlunzig	M-205	0,009	0,010	14	13
	Helmsdorfer Bach	M-204	0,18	0,17	15	16
	Zinnborn	M-232	0,34	0,375	85	96
Thüringer Bergbaugebiete						
Seelingstädt	Weißer Elster aus dem Oberlauf	E-312	0,002	0,002	< 10	< 10
	Weißer Elster nach Einmündung Pölschbach	E-314	0,003	0,005	< 10	< 10
	Lerchenbach	E-369	0,11	0,11	< 10	< 10
	Fuchsbach unterhalb IAA	E-383	0,028	0,052	< 10	< 10
	Weißer Elster nach Einmündung Fuchsbach	E-321	0,005	0,007	< 10	< 10
Ronneburg	Gessenbach	e-416	0,038	0,032	16	25
	Sprotte	s-609	0,006	0,004	< 10	< 10
	Wipse	e-437	0,015	0,023	< 10	10
	Weißer Elster	e-419	0,005	0,004	< 10	< 10

Die im Jahr 2006 ermittelten Werte der Uran- und Radiumkonzentration in den großen Vorflutern Elbe, Zwickauer Mulde und Weißer Elster weisen im Vergleich zum Vorjahr keine nennenswerten Veränderungen auf. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Niederschlagsmengen im Jahr 2006 deutlich geringer ausfielen als im langjährigen Mittel, so dass die Ableitungen teilweise zu etwas höheren Konzentrationen in den kleineren Bächen führten.

Im Oberlauf von Wismut-Ableitungen wurden an den Messpunkten m-131, m-115 und E-312 Urankonzentrationen bis zu einer Höhe von 2 µg/l und Aktivitätskonzentrationen bis zu einer Höhe von 13 µBq/l für Radium-226 ermittelt. Diese

Werte liegen im Bereich des allgemeinen geogenen Niveaus, das in Oberflächengewässern der Bundesrepublik Deutschland ermittelt wurde. 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. 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.

In kleineren Bächen, die eine geringe Wasserführung aufweisen, wird das o. a. geogene Niveau im Unterlauf von Wismut-Einleitungen etwa bis zum Faktor 3 (Radium-226: von Werten unter der Nachweisgrenze (< 10 mBq/l) bis zu 96 mBq/l) oder zwei Größenordnungen (Uran: Werte zwischen 4 und 375 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).

In den großen Vorflutern wurden an den Messpunkten k-0028, m-111, E-314, E-321, M-205 und e-419 im Unterlauf von Wismut-Ableitungen Werte der Urankonzentration ermittelt, die gegenüber dem o. a. geogenen Niveau bis etwa zum Dreifachen erhöht sind ($1 - 10$ µg/l). Mit Werten unter der Nachweisgrenze (< 10 mBq/l) und bis zu 18 mBq/l liegen die Radium-226-Aktivitätskonzentrationen dagegen im Bereich des o. a. geogenen Niveaus.

Aus der Sicht des Strahlenschutzes stellen die infolge von radioaktiven Ableitungen der Wismut GmbH erhöhten Werte der Urankonzentration und der Radium-226-Aktivitätskonzentration weder in den Bächen noch in den Vorflutern Zwickauer Mulde, Elbe, Pleiße und Weiße Elster ein Problem dar, da deren Wasser nicht für Trinkwasserzwecke genutzt wird und somit keine nennenswerten Strahlenexpositionen entstehen.

2.2 Radon in Gebäuden (Radon in buildings)

Untersuchungen und Ergebnisse

Im Rahmen verschiedener Forschungsvorhaben wurden in den vergangenen Jahren Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft und in Gebäuden durchgeführt. Der Jahresmittelwert der Radonkonzentration in Aufenthaltsräumen liegt in Deutschland bei 50 Bq/m³. In Einzelfällen wurden Höchstwerte von bis zu 10.000 Bq/m³ festgestellt. Welche Radonkonzentrationen in einzelnen Gebäuden anzutreffen sind, hängt wesentlich vom geologischen Untergrund am Gebäudestandort und der Radondichtheit der Gebäudehülle ab.

Auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse an insgesamt 2.346 Messpunkten wurde eine bundesweite Übersichtskarte der regionalen Verteilung der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft erstellt (siehe Abbildung 2.2-1).

Im Ergebnis ist festzustellen, dass die gemessenen Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft einen Bereich von ca. 5 kBq/m³ bis 1000 kBq/m³ überstreichen. Lokal hängt die Höhe vom jeweiligen geologischen Untergrund ab. In ca. 30% der Fläche Deutschlands und davon überwiegend in Gebieten der Norddeutschen Tiefebene liegt die Bodenluftkonzentration im Bereich unterhalb von 20 kBq/m³. Werte über 100 kBq/m³ sind nur in einigen eng begrenzten Gebieten zu erwarten. Diese sind in der Regel durch das Vorkommen von Granit oder granitähnlichen Gesteinen nahe der Erdoberfläche gekennzeichnet.

In Gebieten mit Radonaktivitätskonzentrationen in der Bodenluft bis 20 kBq/m³ sind Radonaktivitätskonzentrationen in Aufenthaltsräumen über 100 Bq/m³ selten. Grundsätzlich kann in diesen Gebieten davon ausgegangen werden, dass ein fachgerechter Schutz der Gebäude gegen von außen angreifende Bodenfeuchte nach dem Stand der Technik ausreichend Schutz vor erhöhten Radonkonzentrationen im Gebäude bietet.

Bei einer Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft von mehr als 20 kBq/m³ und in Abhängigkeit von der Bauweise und dem Bauzustand sind erhöhte Radonkonzentrationen in Gebäuden häufiger zu erwarten. Überdurchschnittlich häufig werden erhöhte Radonkonzentrationen in Häusern älteren Baujahres gefunden, insbesondere dann, wenn die Häuser keine Fundamentplatte oder Undichtigkeiten der Gebäudehülle im erdberührten Bereich aufweisen. Infolge der Geologie des Bauuntergrundes können in einzelnen Gebäuden Jahresmittelwerte von einigen Tausend Becquerel pro Kubikmeter auftreten. In den betreffenden Regionen sind Messungen der Radonaktivitätskonzentration in der Innenraumluft zu empfehlen, um die tatsächliche Strahlenexposition betroffener Personen durch Radon bewerten und gegebenenfalls angemessene Schutzmaßnahmen einleiten zu können. Bei der Planung neuer Gebäude sind Maßnahmen zur Begrenzung des Radoneintritts aus dem Boden in das Gebäude in Betracht zu ziehen, deren Umfang sich an den Standortbedingungen orientieren sollte. Insbesondere bei Radonkonzentrationen in der Bodenluft über 100 kBq/m³ ist auch bei neu errichteten Gebäuden ohne Radonschutzmaßnahmen häufig mit Radonkonzentrationen über 100 Bq/m³ zu rechnen. Tabelle 2.2-1 zeigt die auf der Radonaktivitätskonzentration in der Bodenluft (Stand 2006) beruhende Abschätzung der Anzahl von Ein- und Zweifamilienhäusern mit Radonaktivitätskonzentrationen in Aufenthaltsräumen oberhalb von 100 Bq/m³.

In Bergbaugebieten können über Klüfte und Risse im Deckgebirge oder über direkte Verbindungen von Stollen oder Schächten Grubenwetter in die Gebäude gelangen. In diesen Fällen werden die eindringende Radonmenge und die daraus resultierende Radonkonzentration meist von der Bewetterung der untertägigen Hohlräume beeinflusst. In Häusern von Bergbaugebieten wurden in Einzelfällen kurzzeitig deutlich über 100.000 Bq/m³ gemessen.

Von untergeordneter Bedeutung für die Radonkonzentrationen in Innenräumen ist in Deutschland das in Wasser gelöste Radon, welches bei dessen Anwendung in die Raumluft freigesetzt wird.

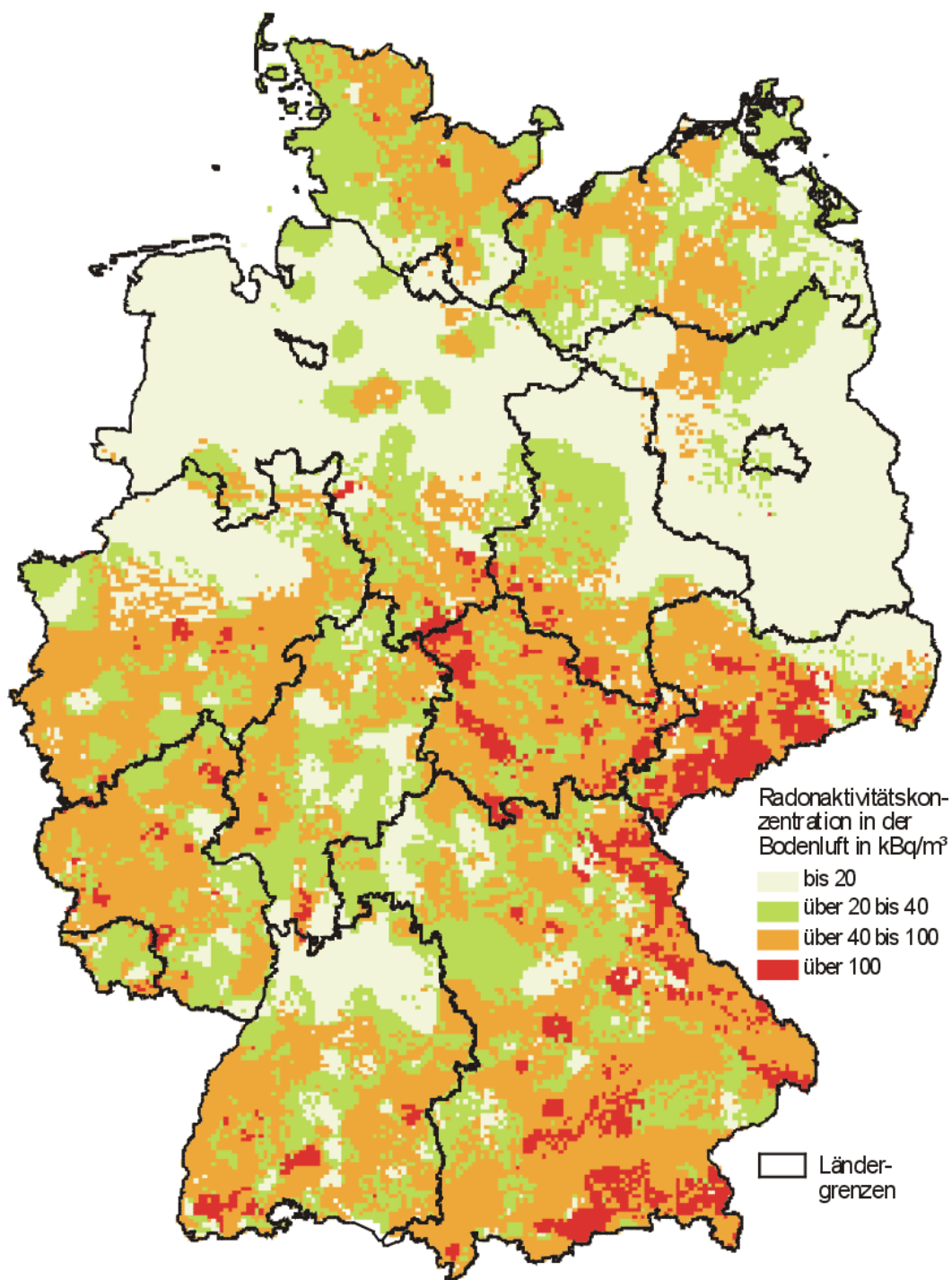


Abbildung 2.2-1 Übersichtskarte der Radonkonzentration in der Bodenluft in 1 m Tiefe
(Overview of Radon concentration in soil air at 1 m depth)

Radonkonzentration in Bq/m ³	Relative Häufigkeit in %	Tausend Häuser
> 100	10,2 – 11,8	1400 – 1600
> 200	3,6 – 4,4	500 – 600
> 400	1,3 – 1,6	170 – 210
> 1000	0,27 – 0,32	37 – 44

Tabelle 2.2-1
Geschätzte Anzahl der Ein- und Zweifamilienhäuser mit Radonkonzentrationen über verschiedenen Schwellenwerten in Aufenthaltsräumen

(Estimated number of one- and two-family houses with radon concentration above various threshold values in living rooms)

2.3 Radioaktive Stoffe in Baumaterialien und Industrieprodukten (Radioactive substances in building materials and industrial products)

Untersuchungen und Ergebnisse

Wegen der zunehmenden Anwendung von Naturwerksteinen im häuslichen Bereich ist die von diesen Materialien ausgehende Strahlenexposition von speziellem Interesse für die Bevölkerung. Deshalb wurden mit Unterstützung des Deutschen Naturwerkstein-Verbandes e.V. eine Reihe marktgängiger Fliesen und anderer Plattenmaterialien unterschiedlichster Herkunft untersucht. In der Abbildung 2.3-1 sind die in Naturwerksteinen gemessenen spezifischen Aktivitäten des Radium-226, Thorium-232 und Kalium-40 zusammengestellt. Die Materialgliederung erfolgt nach petrographischen Gesichtspunkten. In der Gruppe „Granite“ sind z. B. die Sorten Kösseine, Branco Micaela, Branco Sabina, Paradiso Bash, Verde Maritaca, Nova Venezia, Giallo, Imperial White, Kashmir White, Multicolor Rosso, Rosa Beta, Rosa Porrino, Pan Xi, Fürstensteiner Granit, Tittlinger Grobkorn, Tittlinger Feinkorn, Prünst und Gramlet zusammengefasst.

Im Handel werden aus Erwägungen, die sich an den speziellen Anwendungen, der Verarbeitung und Pflege der Materialien orientieren, nicht immer petrographisch korrekte Bezeichnungen verwendet. Zum Beispiel handelt es sich bei „Granit“ nicht immer um Granite, da diese Bezeichnung auch für Gneise, Diorite, Granodiorite und sogar gabbroide Gesteine verwendet wird. Für die Anwender, deren Materialauswahl im Wesentlichen nach dem Verwendungszweck und aus ästhetischen Gesichtspunkten erfolgt, ist dies jedoch von untergeordnetem Interesse.

Wie die Abbildung verdeutlicht, variiert die spezifische Aktivität natürlicher Radionuklide auch innerhalb der einzelnen Materialarten in einem großen Bereich. Unter den Natursteinen besitzen vor allem kieselsäurereiche Magmagesteine infolge natürlicher Radionuklide vergleichsweise hohe spezifische Aktivitäten.

Die von den Baustoffen ausgehende Gammastrahlung führt zu einer mittleren Äquivalentdosisleistung in Wohngebäuden von rund 80 nSv/h. Das durch radioaktiven Zerfall aus Radium-226 entstehende Radon-222 ist aus der Sicht des Strahlenschutzes von besonderem Interesse. In den wichtigen Baustoffen Beton, Ziegel, Porenbeton und Kalksandstein sowie in den Naturwerksteinen wurden allerdings Radium-226-Konzentrationen gemessen, die in der Regel nicht die Ursache für im Sinne des Strahlenschutzes relevante Radonkonzentrationen in Wohnungen sind.

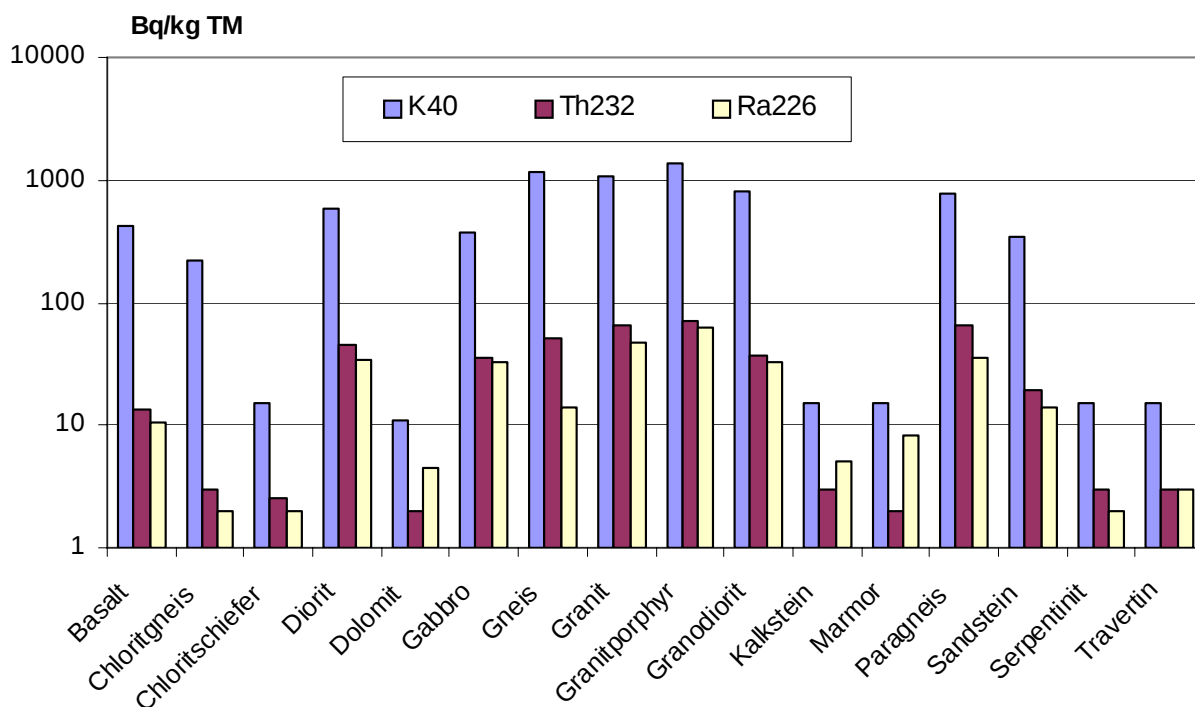


Abbildung 2.3-1 Medianwerte der spezifischen Aktivität natürlicher Radionuklide aus Naturwerkstein in Bq/kg (TM)
(Medians of specific activity of natural radionuclides in natural stone in Bq/kg TM)