



Das Lebensministerium



## Umweltradioaktivität

Jahresbericht 2003

Freistaat  Sachsen

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

Bearbeiter:

Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft  
Geschäftsbereich Umweltradioaktivität

## **Inhalt**

<b>1.</b>	<b><i>Die Strahlenbelastung des Menschen</i></b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b><i>Radioaktivität in der Umwelt</i></b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b><i>Grundlagen der Überwachung</i></b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Das Überwachungsprogramm</i></b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Ergebnisse</i></b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b><i>Der Forschungsstandort Rossendorf</i></b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Grundlagen der Überwachung</i></b>	<b>14</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Das Überwachungsprogramm am Forschungsstandort Rossendorf</i></b>	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b><i>Ergebnisse</i></b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b><i>Expositions betrachtungen</i></b>	<b>19</b>
<b>4.</b>	<b><i>Hinterlassenschaften des Uranbergbaus im Freistaat Sachsen</i></b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b><i>Grundlagen</i></b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b><i>Überwachungsprogramm</i></b>	<b>21</b>
<b>4.3</b>	<b><i>Ergebnisse der Überwachung der Sanierungsbetriebe der WISMUT-GmbH</i></b>	<b>23</b>
<b>4.4</b>	<b><i>Ergebnisse der Überwachung der so genannten Altstandorte</i></b>	<b>26</b>
<b>4.5</b>	<b><i>Expositions betrachtungen</i></b>	<b>28</b>
<b>5.</b>	<b><i>Radon in Wohngebäuden</i></b>	<b>29</b>
<b>5.1</b>	<b><i>Grundlagen</i></b>	<b>29</b>
<b>5.2</b>	<b><i>Die Beratungsstellen für Radongeschütztes Bauen</i></b>	<b>30</b>
<b>6.</b>	<b><i>Literaturverzeichnis</i></b>	<b>33</b>

# 1. Die Strahlenbelastung des Menschen

Die vorliegende Schriftenreihe „Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen“ informiert seit dem Jahr 1994 jährlich die Öffentlichkeit über Ergebnisse der behördlichen Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt des Freistaates Sachsen.

**Radioaktivität** [grch.-lat.],  
Eigenschaft einer Reihe von Atomkernen, sich spontan, d.h. ohne äußere Einwirkung wie Temperatur und Druck, in andere Atomkerne umzuwandeln ..

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit informiert ebenfalls jährlich zum Thema „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung“ in der Bundesrepublik Deutschland /1/. Hierbei wird auch die mittlere effektive Jahresdosis berichtet, gemittelt über die Bevölkerung Deutschlands (Abbildung 1).

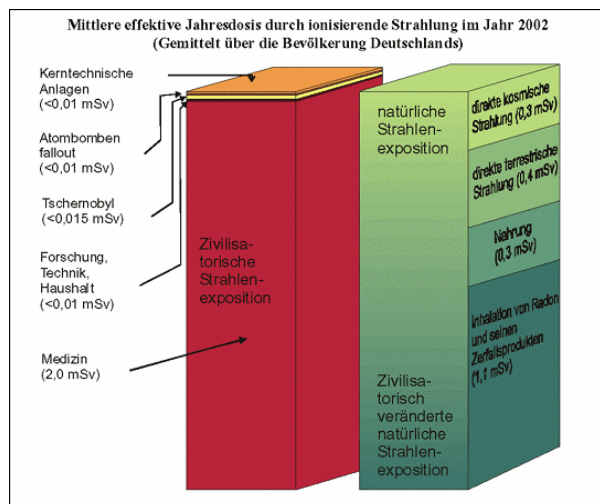


Abbildung 1 Mittlere effektive Jahresdosis im Jahr 2002 /1/

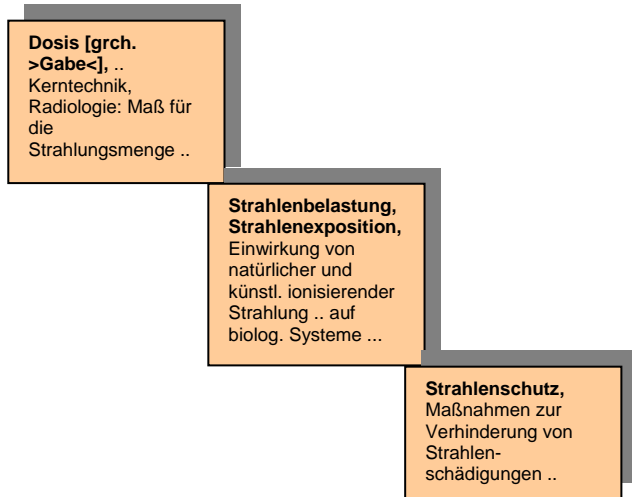
Während die darin enthaltene natürliche Strahlenexposition durch den Menschen und seine Verhaltensweisen nicht beeinflussbar und regulierbar ist, sind die zivilisatorische und die zivilisatorisch veränderte natürliche Strahlenexposition durch das Verhalten des Menschen grundsätzlich beeinflussbar.

Die Strahlenbelastung durch die Medizin nimmt hierbei eine Sonderstellung ein, da die durch die Diagnose oder Therapie hervorgerufene Strahlenbelastung durch den möglichen Heilungseffekt überwogen wird.

Die von kerntechnischen Anlagen, vom Atombombenfallout und von Tschernobyl ausgehende Strahlenexposition wird durch die Überwachungsprogramme nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz [Kap. 2] /2/ und an den Standorten der kerntechnischen Anlagen [Kap. 3] erfasst. Die technologiebedingten unvermeidbaren Ableitungen über Abwasser und Fortluft werden durch das Atomgesetz /3/ und die Strahlenschutzverordnung /4/ minimiert.

Die zivilisatorisch veränderte natürliche Strahlenexposition stammt überwiegend von den Hinterlassenschaften des Bergbaus, speziell vom ehemaligen Uranbergbau auf dem Gebiet der DDR und von dem seit dem Mittelalter betriebenen Erzbergbau (z.B. der Kupferschieferbergbau im Mansfelder Revier in Sachsen-Anhalt). Die von diesen Hinterlassenschaften ausgehenden Ableitungen oder diffusen Freisetzungen werden ebenfalls durch Überwachungsprogramme erfasst. Das durch den Einigungsvertrag /5/ fortgeltende Strahlenschutzrecht der DDR /6,7/ regelt für diese Arbeiten die grundsätzliche Verfahrensweise [Kap. 4].

Seit einigen Jahren richtet der Gesetzgeber verstärkt sein Augenmerk auf die natürliche aber beeinflussbare Strahlenexposition durch Radon in Wohngebäuden. Im Freistaat Sachsen arbeitet seit 1993 die Beratungsstelle für Radongeschütztes Bauen auf diesem Fachgebiet [Kap. 5].



## 2. Radioaktivität in der Umwelt

### 2.1 Grundlagen der Überwachung

Die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt erfolgt zum Schutz der Bevölkerung und soll eine Beurteilung ermöglichen, in welchem Maße der Mensch ionisierender Strahlung ausgesetzt ist, die von der Umwelt ausgeht. Gegenstand der Überwachung sind radioaktive Stoffe künstlichen Ursprungs, deren Konzentration in den Umweltbereichen infolge von Tätigkeiten des Menschen zunehmen und so zu einer erhöhten Strahlenexposition führen kann. Zu berücksichtigen sind besonders die langfristigen Auswirkungen von Kernwaffenversuchen und die großräumigen und globalen Folgen des Betriebes von Anlagen des Kernbrennstoff-Kreislaufes im In- und Ausland.

Der Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahre 1986 verursachte eine großräumige

Kontamination und führte in der Bundesrepublik Deutschland zur Verabschiedung des Strahlenschutzvorsorgegesetzes. Auf dieser Grundlage wurde die bisherige großräumige Überwachung der Umweltradioaktivität ertüchtigt und zu einem umfassenden „Integrierten Mess- und Informationssystem (IMIS)“ ausgebaut. Die Überwachungsaufgaben teilen sich hierbei der Bund und die Länder. Der Bund überwacht besonders die bei einer Freisetzung primär betroffenen Bereiche in der Umwelt (Gammaortsdosisleistung, Luft, Bundeswasserstraßen etc.). Die Länder untersuchen vorwiegend die Ausbreitung der radioaktiven Stoffe in den für die Strahlenexposition des Menschen relevanten Stoffen (Nahrungs- und Futtermittel, Pflanzen, Wasser etc.).

### 2.2 Das Überwachungsprogramm

Überwacht werden vor allem die bei einem kerntechnischen Unfall relevanten Radionuklide. Dies sind die Spalt- und Aktivierungsprodukte (besonders Sr-90, Cs-137 und I-131) sowie die Bestandteile des Kernbrennstoffes inkl. der im Kernreaktor entstehenden Transurane (z.B. U-238, U-235, Pu-238, Pu-239, Pu-240). Überwacht wird ferner das Nuklid H-3 (Tritium), das beim Neutronenbeschuss der stabilen Isotope O-16 und N-14 sowohl natürlich in der Erdatmosphäre als auch künstlich in Kernreaktoren entsteht. Das nahezu überall vorkommende primordiale Radionuklid K-40 dient in der Messtechnik als eine interne Qualitätssicherung und liefert Hinweise auf die natürliche Strahlenexposition des Menschen.

**Nuklid**, Bez. für eine Atomsorte mit einer nach Ladungs- und Massenzahl festgelegten Kernart

**Aktivierung**, .. Bestrahlung oder Beschuss eines Stoffes mit energiereichen Teilchen .., wodurch Kernreaktionen .. ausgelöst werden.

Im Freistaat Sachsen wird die Bestimmung der Umweltradioaktivität durch die beiden Landesmessstellen und die Landesdatenzentrale in der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft durchgeführt. Die Probenentnahmen führten im Jahr 2003 neben der Umweltbetriebsgesellschaft die Landesanstalt für Landwirtschaft und die Staatlichen Ämter für Landwirtschaft durch. Ab dem Jahr 2004 sind als weitere Probenehmer die Lebensmittelüberwachungs- und Veterinärämter, die Gesundheitsämter und die Staatlichen Umweltfachämter in das Überwachungssystem integriert /10,11/.

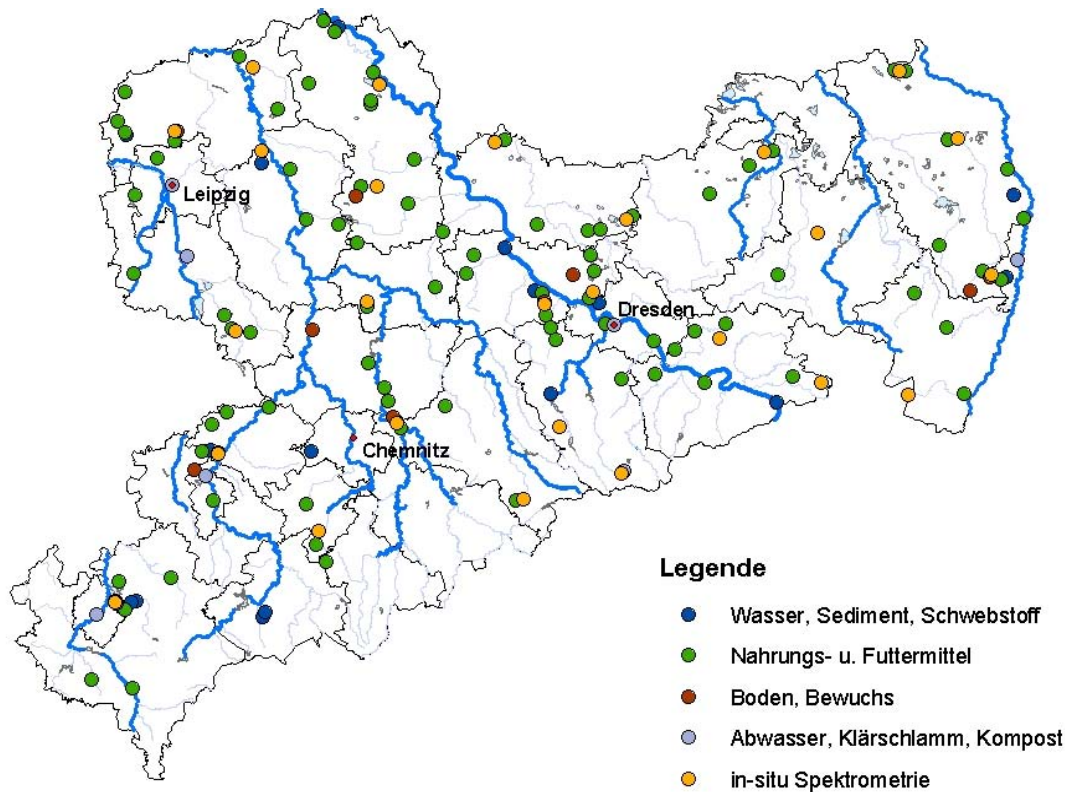
**Kernbrennstoffe** sind Materialien, die zur Energiegewinnung durch Kernspaltung in Kernreaktoren eingesetzt werden. (adlexikon)

**primordial [lat.]**, uranfänglich, ursprünglich.

**Spaltprodukte**, bei der Kernspaltung entstehende Nuklide

Die Details der Überwachung sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem /8/ und dem dazugehörigen Routinemessprogramm /9/ geregelt.

Abbildung 2 gibt einen Überblick über die regionale Verteilung der im Freistaat Sachsen ausgewählten Probenentnahme- und Messorte.



**Abbildung 2** Probenentnahme- und Messorte für das Überwachungsprogramm nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz

## 2.3 Ergebnisse

### Ortsdosisleistung, Luft, Niederschlag

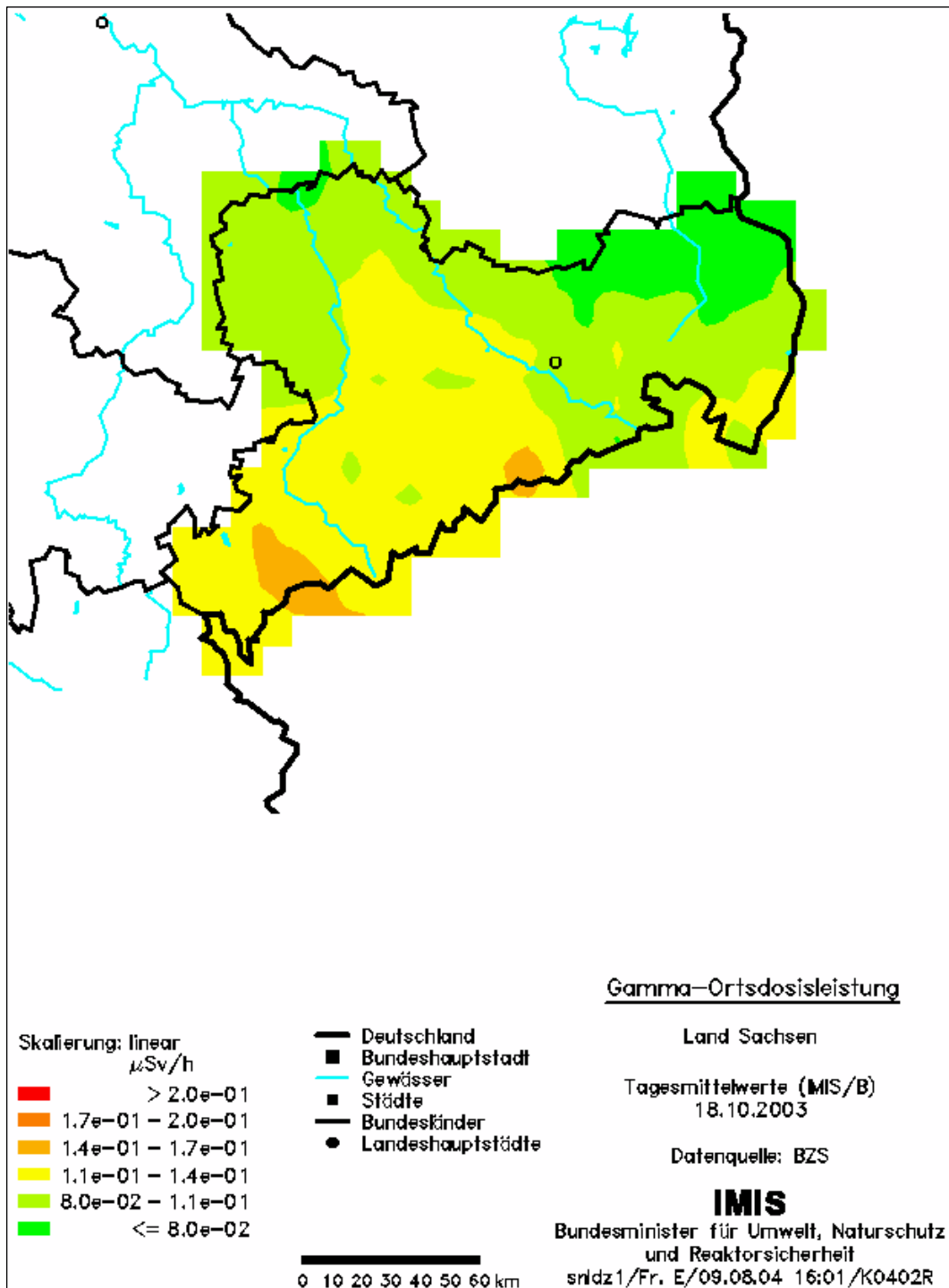
Die Ermittlung der äußeren Strahlenexposition (Ortsdosis oder Ortsdosisleistung) ist ein wichtiger Indikator dafür, ob sich die Quellen der Umweltradioaktivität verändert haben und damit ein Eintrag in andere Bereiche in der Umwelt möglich ist. Die Messung der Gammaortsdosisleistung erfolgt in Sachsen im Messnetz des Bundesamtes für Strahlenschutz.

Abbildung 3 zeigt als Beispiel die Tagesmittelwerte vom 18.10.2003 für die zum damaligen Zeitpunkt in Betrieb befindlichen 100 Messstationen in Sachsen.

Die unterschiedlichen Dosisleistungen resultieren aus den unterschiedlichen geologischen Verhältnissen,

wobei abhängig von der Witterung und insbesondere der Niederschlagsituation deutliche, natürlich bedingte Schwankungen möglich sind (Auswaschen von Radonfolgeprodukten aus der Luft und Ablagerung auf dem Boden). Der Mittelwert aus den 100 dargestellten Werten beträgt  $0,108 \mu\text{Sv/h}$ . Der Wertebereich umfasst  $0,067$  bis  $0,166 \mu\text{Sv/h}$ .

Sievert [.. schwed. Physiker, .. \*1896, +1966],  
Einheitenzeichen Sv,  
SI-Einheit der  
Äquivalentdosis auf  
dem Gebiet des  
Strahlenschutzes: ..



**Abbildung 3** Tagesmittelwerte (18.10.2003) für die Gammaortsdosisleistung im Freistaat Sachsen

Auch in der Luft und im Niederschlag ermittelt der Bund für das Gebiet des Freistaates Sachsen die Radioaktivität. Dabei sind in der Luft natürliche

Radionuklide (z. B. Folgeprodukte des Radon und Be-7) dominant.

**Boden, Futtermittel, Pflanzen**

Der Boden ist die Grundlage der Nahrungsmittelproduktion. Er spielt bei den meisten Expositionspfaden eine wichtige Rolle für den Anbau pflanzlicher und die Gewinnung tierischer Nahrungsmittel. Gemäß dem Routinemessprogramm werden Bodenarten und

**Expositionspfad,**  
Weg, auf dem radioaktiver Stoff zum Menschen gelangt und auf ihn einwirkt. (FS)

Bodentypen, die landwirtschaftlich genutzt werden, erfasst. Es werden sowohl bearbeitete Flächen (Äcker) als auch unbearbeitete Flächen (Dauerweiden) beprobt.

Zusätzlich wird zur Gewinnung von Referenzwerten die Bodenkontamination mit Hilfe der in-situ-Gamma-Spektrometrie bestimmt (nuklidspezifische Ortsdosisleistung).

Gras (Weide- und Wiesenbewuchs) als wichtiges Futtermittel und fast immer verfügbarer Bodenbewuchs ist ein wichtiges Indikatormedium für den Transfer von Radionukliden in die Ketten der menschlichen Ernährung. Es ist Ausgangspunkt für eine mögliche Exposition durch den Weide-Kuh-Milch-Pfad. Die Routineüberwachung konzentriert sich auf diejenigen pflanzlichen Futtermittel, die den Hauptanteil der Produkte bilden, potentiell die höchste Kontamination erfahren und damit eine Indikatorfunktion für den Futtermittelsektor erfüllen können. Neben Weide- und Wiesenbewuchs werden daher Grünmais, Futtergetreide und Futterkartoffeln beprobt.

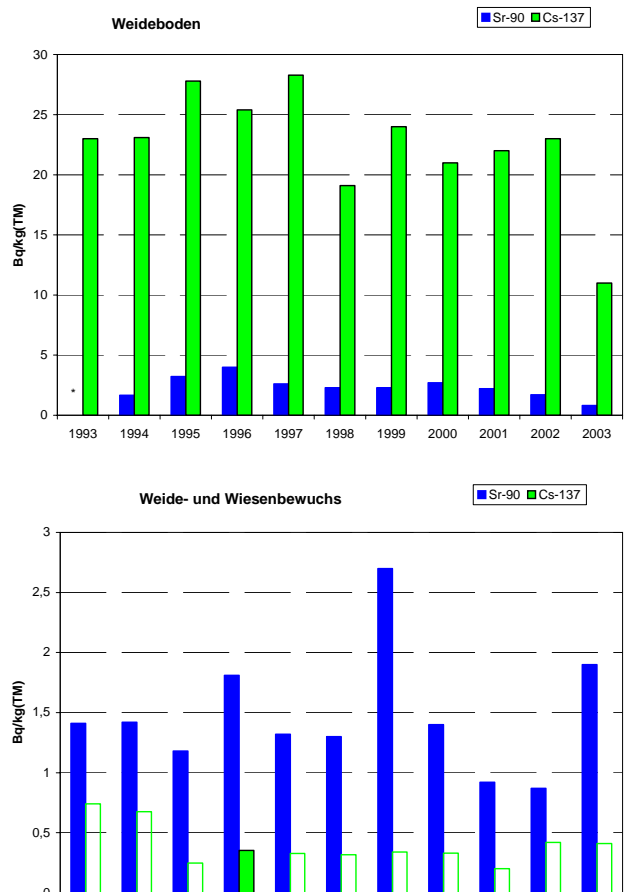
**Aktivität,** ... Maß für die Zahl der Zerfälle einer radioaktiven Substanz in einer best. Zeit. ...

Die Probenentnahme weiteren Pflanzenmaterials beschränkt sich auf Bereiche ohne

landwirtschaftliche Nutzung und dort auf als Indikatoren geeignete Pflanzen bzw. Pflanzenteile. Es werden jährlich die gleichen Probenentnahmeorte aufgesucht.

In Boden, Futtermitteln und Pflanzen werden derzeit vor allem die künstlichen Radionuklide Cs-137 und Sr-90 als Folge des Reaktorunfalls von Tschernobyl und der oberirdischen Kernwaffenversuche und das natürliche Radionuklid K-40 nachgewiesen. Die Aktivitätskonzentration von K-40 ist in der Regel größer als die der künstlichen Radionuklide. (Tabelle 1)

Abbildung 4 zeigt ab 1993 die spezifische Aktivität von Sr-90 und Cs-137 im Weideboden und im Weide- und Wiesenbewuchs an einer Probenentnahmestelle im Landkreis Zwickau. Aus dem zwischen Weideboden und Bewuchs veränderten Verhältnis Cs-137 / Sr-90 sieht man, dass Sr-90 stärker aufgenommen wird als Cs-137.



**Abbildung 4** Spezifische Aktivität von Cs-137 und Sr-90 im Weideboden (oben) und im Weide- und Wiesenbewuchs (unten) an einer Probenentnahmestelle im Landkreis Zwickau (unausgefüllte Säulen: Messwert kleiner als Nachweisgrenze; \*: Sr-90 Analytik nicht durchgeführt).



**Tabelle 1** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (spezifische Aktivität bzw. nuklidspezifische Ortsdosisleistung) von Boden, Futtermittel und Pflanzen für das Jahr 2003.

	Nuklid	Anzahl der Werte *)	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Boden</b>					
Acker- und Weide-Boden	Cs-137	12	6,0E+00	3,4E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	12	3,1E+02	8,2E+02	
	Sr-90	5	5,8E-01	1,8E+00	
Nuklidspezifische Ortsdosisleistung	Cs-137	26	3,5E-04	3,2E-03	µGy/h
	K-40	26	4,4E-03	1,8E-02	
<b>Futtermittel (ohne importierte Produkte)</b>					
Weide- und Wiesenbewuchs	Cs-137	20 (7)	< 2,1E-01	1,0E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	20	5,0E+02	1,4E+03	
	Sr-90	10	3,8E-01	2,9E+00	
Grünmais	Cs-137	20(13)	1,3E-01	1,6E+00	Bq/kg(TM)
	K-40	20	3,0E+02	1,2E+03	
Futtergetreide	Cs-137	12(11)	< 8,7E-02	2,2E-01	Bq/kg(TM)
	K-40	12	1,3E+02	1,7E+02	
Futterkartoffeln	Cs-137	10(6)	< 1,4E-01	1,5E+00	Bq/kg(TM)
	K-40	10	6,7E+02	9,9E+02	
<b>Pflanzen</b>					
Laub	Cs-137	6(1)	< 2,6E-01	3,9E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	6	1,7E+02	3,6E+02	
Gras/ Farn	Cs-137	11	2,9E-01	3,5E+02	Bq/kg(TM)
	K-40	11	1,9E+02	9,2E+02	
Nadeln	Cs-137	3	9,8E+00	4,2E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	3	1,9E+02	3,1E+02	

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(TM): Trockenmasse

## Gewässer

Wasser ist u.a. lebensnotwendig für die Ernährung aller Lebewesen, weshalb für die Untersuchung des Gehaltes an radioaktiven Stoffen sowohl Oberflächen- als auch Grund- und Trinkwasser einbezogen sind. Bei oberirdischen Gewässern bilden vor allem Gewässerbereiche mit aktueller oder potentieller Nutzung den Schwerpunkt der Überwachung. Radionuklide lagern sich im Wasser an Schwebstoffe an und sind demzufolge auch im Sediment angereichert wiederzufinden. Da diese Medien z. B. für Fische auch als Nahrung dienen, werden diese Medien beprobt und gemessen.

Trinkwasserproben werden entnommen aus Wasserwerken, die ungeschützte Rohwässer nutzen (Flüsse, Seen, Talsperren) und aus Wasserwerken, die geschützte Rohwässer nutzen (Grundwasser). Zusätzlich wird das Grundwasser an solchen Stellen überwacht, die nur in Ausnahmefällen zur Trinkwassergewinnung herangezogen werden.

In den Oberflächen-, Trink- und Grundwässern können die künstlichen Radionuklide Cs-137, H-3 und Sr-90 als Folge der oberirdischen Kernwaffenversuche und des Reaktorunfalls von Tschernobyl nachgewiesen werden. Die künstlichen Radionuklide Pu-238, Pu-239 und Pu-240 (zusammengefasst als Pu-239/240) werden nicht nachgewiesen. Das natürliche Radionuklid K-40 ist im Allgemeinen in höheren Aktivitätskonzentrationen als die künstlichen Radionuklide enthalten. Die natürlichen Radionuklide U-238 und U-234 sind in vielen Proben nachweisbar (Tabelle 2).

**Becquerel** [.. n.  
A.H. Becquerel  
\*1852, +1908], ..  
Einheitenzeichen Bq,  
SI-Einheit für die  
Aktivität ..  
 $1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$

**Nachweisgrenze,**  
Die Nachweisgrenze  
gibt an, welcher  
kleinste wahre Wert  
der Messgröße mit  
einem anzuwenden-  
den Messverfahren  
noch nachgewiesen  
werden kann.

**Ingestion,**  
Aufnahme  
radioaktiver Stoffe  
über den  
Verdauungstrakt in  
den menschlichen  
Körper (FS)

## Nahrungsmittel

Nahrungsmittel stellen das letzte und somit wichtigste Glied in der Nahrungskette dar. Lebensmittel tierischer Herkunft werden gleichmäßig über das Jahr verteilt beprobt, Lebensmittel pflanzlicher Herkunft werden hingegen so ausgewählt, dass über das Jahr verteilt verschiedene erntereife Produkte aus den für die Versorgung relevanten Anbaugebieten erfasst werden. Lebensmittel pflanzlicher Herkunft, die Radionuklide stark anreichern, jedoch wegen ihrer Menge für die Ernährung der Bevölkerung eine untergeordnete Rolle spielen (z.B. Wildpilze), werden stichprobenartig überwacht. In den überwachten Nahrungsmitteln sind i.a. noch die künstlichen Radionuklide Cs-137 und Sr-90 nachzuweisen (Tabelle 3). Die spezifischen Aktivitäten an natürlich vorhandenem K-40 sind jedoch auch hier in der Regel größer. Nachfolgend werden exemplarisch die Medien Wildpilze, Milch, und Gesamtnahrung diskutiert.

Ein für die menschliche Ernährung in Deutschland zwar nicht typisches, aber saisonal beliebtes Nahrungsmittel sind Wildpilze. Sie reichern unter anderem besonders Cs-137 an. Die gemessene spezifische Aktivität von Wildpilzen betrug ca. 200 Bq/kg(FM). Die daraus resultierende Exposition beträgt etwa 3% der mittleren effektiven Dosis für einen Bewohner der BRD pro Jahr (2,4 mSv), wenn 5 kg Pilze mit einer spezifischen Aktivität von 200 Bq/kg(FM) im Laufe einer Pilzsaison gegessen werden (Tabelle 3).

Milch ist ein besonders für die Kinderernährung bedeutsames Nahrungsmittel. Da der Verzehr groß ist und der Eintrag in die Milch über den Weide-Kuh-Pfad sehr kurz ist, muss der Beprobung von Rohmilch im möglichen Ereignisfall große Aufmerksamkeit geschenkt werden.

**Tabelle 2** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) von oberirdischen Gewässern, Trink- und Grundwässern für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Oberirdische Gewässer</b>					
Oberflächen-Wasser	Cs-137	20(2)	1,3E-03	3,9E-03	Bq/l
	K-40	20	1,2E-01	9,5E-01	
	Sr-90	12(2)	1,0E-03	2,0E-02	
	H-3	20(7)	5,6E+00	1,1E+01	
	U-238	12(2)	< 1,1E-03	7,9E-02	
	Pu-239/240	12	< 1,9E-04	< 3,3E-02	
Sediment	Cs-137	20	3,5E-01	4,0E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	20	3,8E+02	9,8E+02	
Schwebstoff	Cs-137	8	6,2E+00	2,7E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	8	5,8E+02	1,1E+03	
<b>Trink- und Grundwasser</b>					
Trinkwasser	Cs-137	20(13)	1,7E-03	< 4,4E-03	Bq/l
	K-40	16(2)	3,2E-02	2,6E-01	
	Sr-90	6(1)	< 1,0E-03	6,0E-03	
	U-238	6(5)	< 7,5E-04	< 1,3E-02	
	Pu-239/240	6	< 7,9E-04	< 4,1E-03	
Grundwasser	Cs-137	8(8)	< 2,4E-03	< 3,4E-03	Bq/l
	K-40	8(1)	< 3,7E-02	1,7E-01	
	Sr-90	4(3)	< 1,0E-03	4,0E-03	
	U-238	4(2)	< 4,9E-04	1,0E-02	
	Pu-239/240	4(4)	< 8,9E-04	< 1,6E-03	

Zahldarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(TM): Trockenmasse

**Tabelle 3** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (Aktivitätskonzentration, spezifische Aktivität bzw. Aktivitätszufuhr pro Tag und Person) für Lebensmittel, Gesamtnahrung sowie Säuglings- und Kleinkindernahrung und Milch für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit	
<b>Lebensmittel tierischer Herkunft und Fische</b>						
Rindfleisch	Cs-137	29(4)	< 1,0E-01	2,8E+00	Bq/kg(FM)	
	K-40	29	1,1E+02	1,4E+02		
Schweinefleisch	Cs-137	23(7)	< 7,6E-02	5,2E-01		
	K-40	23	1,1E+02	1,5E+02		
Kalbfleisch	Cs-137	5(2)	< 1,1E-01	6,8E-01		
	K-40	5	1,2E+02	1,3E+02		
Geflügel	Cs-137	10(4)	4,0E-02	2,1E-01		
	K-40	10	1,0E+02	1,5E+02		
Süßwasserfisch	Cs-137	9	1,1E-01	1,7E+00		
	K-40	9	1,1E+02	1,3E+02		
	Sr-90	2	9,0E-03	1,6E-02		
<b>Lebensmittel pflanzlicher Herkunft</b>						
Freilandgemüse (ohne Wildpilze)	Cs-137	95(93)	< 7,2E-02	< 2,1E-01		Bq/kg(FM)
	K-40	95	4,0E+01	6,7E+02		
	Sr-90	8	2,2E-02	2,6E-01		
Getreide	Cs-137	33(24)	< 6,8E-02	4,4E-01		
	K-40	33	1,1E+02	1,9E+02		
	Sr-90	3	1,2E-01	5,2E-01		
Obst	Cs-137	32(31)	< 4,8E-02	1,8E+00		
	K-40	32	3,2E+01	1,4E+02		
	Sr-90	3	1,6E-02	4,0E-02		
Kartoffeln	Cs-137	10(8)	< 7,2E-02	4,0E-01		
	K-40	10	1,5E+02	1,8E+02		
	Sr-90	1	1,3E-02	1,3E-02		
Wildpilze	Cs-137	3	1,3E+02	2,7E+02		
	K-40	3	1,7E+02	4,9E+02		
<b>Gesamtnahrung sowie Säuglings- und Kleinkindernahrung</b>						
Gesamtnahrung	Cs-137	64(46)	1,4E-01	7,2E-01	Bq/(d·p)	
	K-40	63	1,9E+01	3,2E+02		
	Sr-90	16	5,0E-02	1,7E-01		
Säuglings- und Kleinkindernahrung	Cs-137	12(11)	< 6,9E-02	< 9,6E-02	Bq/kg(FM)	
	K-40	12	2,7E+01	5,0E+01		
	Sr-90	2	2,4E-02	2,6E-02		
<b>Milch</b>						
Milch	Cs-137	40(18)	4,8E-02	2,3E-01	Bq/l	
	K-40	40	4,7E+01	5,8E+01		
	Sr-90	20	1,8E-02	4,1E-02		

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

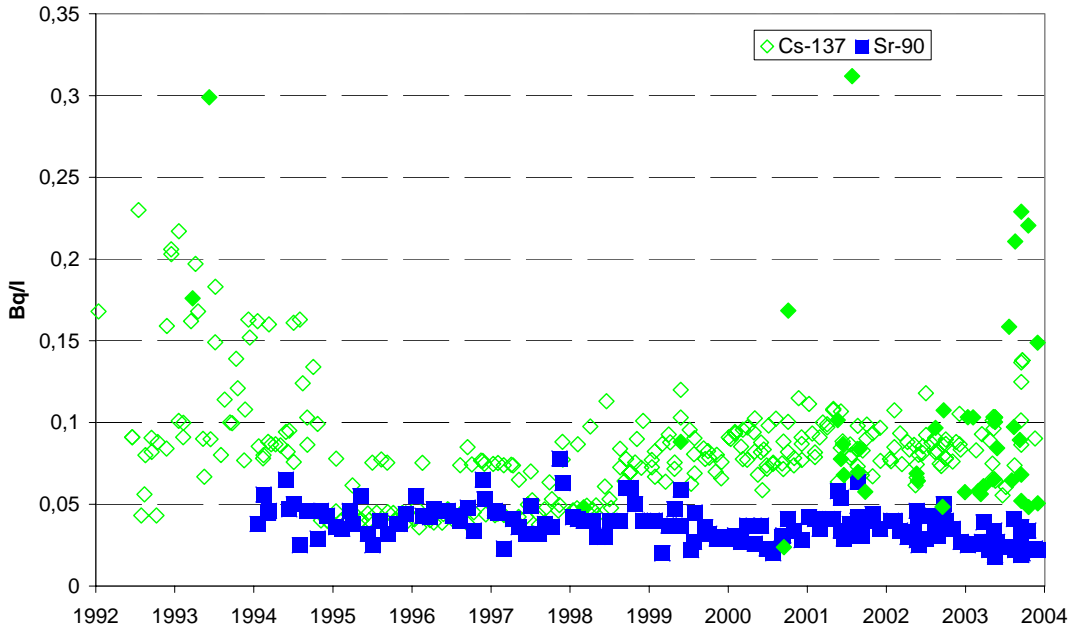
\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(FM): Feuchtmasse  
(dp): Tag und Person

## Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen

Die folgende Abbildung 5 zeigt den zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 in Milch seit 1993. Die Aktivitätskonzentration von Cs-137 liegt i.a. unter der Nachweisgrenze. Die Abnahme von 1993 bis 1997 ist nur scheinbar und ist auf eine verbesserte Analytik zurückzuführen.

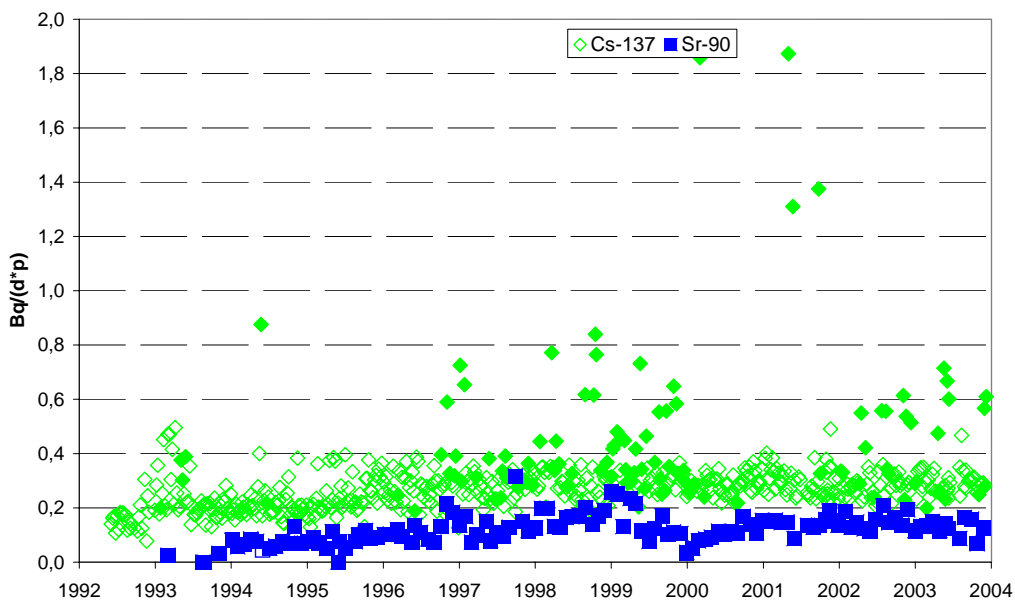
Eine Methode, wie außer aus typischen Einzelkomponenten der menschlichen Ernährung eine integrale Ermittlung des Radionuklideintrages in den menschlichen Körper durch Ingestion erfolgen kann, ist die periodische Ermittlung der Aktivität künstlicher Radionuklide pro Tag und Person für eine landestypische Tagesgesamtnahrung. In Sachsen wird an einer Probenentnahmestelle pro Woche eine Tagesprobe gemessen



**Abbildung 5** Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 in Milch (1992, 1993: Sr-90 Analytik nicht durchgeführt; unausgefüllte Symbole: Messwerte kleiner als Nachweisgrenze)

Die folgende Abbildung 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Aktivitätszufuhr pro Tag und Person von Cs-137 und Sr-90 seit 1993. Die Aktivitätszufuhr der künstlichen Radionuklide

Cs-137 und Sr-90 beträgt ca. 0,3 Bq/(d\*p) bzw. 0,15 Bq/(d\*p) im Vergleich zu einer Aktivitätszufuhr des natürlichen Radionuklids K-40 von ca. 100 Bq/(d\*p).



**Abbildung 6** Aktivitätszufuhr von Cs-137 und Sr-90 pro Tag und Person mit der Gesamtnahrung (1992, 1993: Sr-90 Analytik i.a. nicht durchgeführt; unausgefüllte Symbole: Messwerte kleiner als Nachweisgrenze)

**Kläranlagen, Deponien, Reststoffe**

Kläranlagen werden überwacht hinsichtlich des Abwassers (Klarwasser) und des Klärschlamm. Ebenso werden Sickerwässer, deponienahe Grundwässer sowie Kompost aus Kompostierungsanlagen überwacht. Da in diese Medien eine Vielzahl von Stoffströmen aus unterschiedlichen Bereichen eingehen, sind sie gute Indikatoren für das Auftreten von Radionukliden in der Umwelt und im Alltag.

Im Allgemeinen werden die künstlichen Radionuklide Cs-137 und Sr-90 als Folgen des Reaktorunfalls von Tschernobyl und der oberirdischen Kernwaffentests nachgewiesen

(Tabelle 4). Eine Besonderheit ist der Nachweis des kurzlebigen Nuklids I-131 (Halbwertszeit  $T_{1/2} = 8,021 \text{ d}$ ) im Abwasser (Klarwasser) bzw. im Klärschlamm. Es resultiert aus der genehmigten Abgabe von radiomedizinischen Einrichtungen mit Radioiodtherapie bzw. aus diffusen Ausscheidungen von entlassenen Radioiodpatienten. Auch bei diesen Materialien ist der Gehalt an dem natürlichen Radionuklid K-40 im Allgemeinen wesentlich größer als der Gehalt an den künstlichen Radionukliden I-131, Cs-137 und Sr-90.

**Tabelle 4** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) von Kläranlagen, Deponien für Hausmüll und Klärschlamm sowie Kompostierungsanlagen für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Kläranlagen</b>					
Abwasser (Klarwasser)	Cs-137	20	< 3,9E-02	< 8,6E-02	Bq/l
	K-40	20(8)	4,0E-01	1,6E+00	
	I-131	17(2)	6,1E-02	4,8E-01	
	Sr-90	4	< 7,0E-03	< 7,0E-03	
	U-238	4	8,0E-03	4,9E-02	
	Pu-239/240	4	< 9,9E-04	< 1,9E-03	
Klärschlamm	Cs-137	20(1)	8,7E-01	8,6E+00	Bq/kg (TM)
	K-40	20	7,5E+01	2,0E+02	
	I-131	19	8,8E+00	4,3E+02	
	Sr-90	6	1,0E+00	2,6E+00	
	U-238	6	2,3E+01	4,7E+02	
	Pu-239/240	6(6)	< 9,2E-01	< 6,5E+00	
<b>Deponien für Hausmüll und Klärschlamm</b>					
Sickerwasser oder deponienahe Grundwässer	Cs-137	8(6)	< 9,8E-03	< 6,9E-02	Bq/l
	K-40	8	1,6E+00	2,6E+01	
	H-3	8(3)	7,1E+00	2,4E+01	
<b>Kompostierungsanlagen</b>					
Kompost	Cs-137	4	4,7E+00	8,7E+00	Bq/kg(TM)
	K-40	4	2,8E+02	6,3E+02	

Zahlendarstellung:  $4,3\text{E}-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(TM): Trockenmasse

**Zusammenfassung**

Die Messreihen der vergangenen Jahre zeigen, dass die Belastung mit künstlichen Radionukliden von Milch, der Gesamtnahrung und anderen Medien seit 1992 auf einem nahezu konstanten und relativ niedrigen Niveau verharret. Bei den saisonal beliebten Wildpilzen können in

Abhängigkeit von Art und Standort vereinzelt hohe spezifische Aktivitäten an Cs-137 gefunden werden. Jedoch führen die niedrigen jährlichen Verzehrsmengen von maximal einigen Kilogramm zu nur unbedeutenden und gegenüber dem natürlichen Strahlenniveau zu vernachlässigenden Strahlenexpositionen.

### **3. Der Forschungsstandort Rossendorf**

#### **3.1 Grundlagen der Überwachung**

Die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung der kerntechnischer Anlagen erfolgt in Deutschland auf der Grundlage der Strahlenschutzverordnung in Verbindung mit dem Atomgesetz.

Die kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort Rossendorf werden ausschließlich im Rahmen von Genehmigungen nach dem Atomgesetz oder der Strahlenschutzverordnung betrieben, verwahrt oder rückgebaut. Je nach Zuständigkeit wurden diese Genehmigungen vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft oder vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie erteilt. Diese Behörden überwachen auch die Einhaltung der Genehmigungen. Dazu gehört sowohl die Überwachung bezüglich der

Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser als auch des Eintrages radioaktiver Stoffe in die Umgebung. Die Ableitung der radioaktiven Stoffe ist durch behördliche Festlegung begrenzt.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit hat zur bundeseinheitlichen Gestaltung der Überwachungsmaßnahmen die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen /14/ und die Richtlinie „Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken“ /15/ erlassen. Damit wird dem Schutzziel des Atomgesetzes, „Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen“ entsprochen.

#### **3.2 Das Überwachungsprogramm am Forschungsstandort Rossendorf**

Bei der Überwachung der kerntechnischen Anlagen werden grundsätzlich die gleichen künstlichen Radionuklide untersucht, wie bei der allgemeinen Umweltradioaktivität. Aufgrund der besonderen Bedingungen am Standort kommen jedoch speziell bei der Emissionsüberwachung eine Reihe meist kurzlebiger Nuklide hinzu.

Der östlich von Dresden gelegene Forschungsstandort (Abbildung 7) ist aus dem Zentralinstitut für Kernforschung der ehemaligen Akademie der Wissenschaften der DDR hervorgegangen. Die meisten Altanlagen sind außer Betrieb und werden – soweit dies nicht schon erfolgt ist – derzeit stillgelegt. Neue Anlagen und Einrichtungen wurden genehmigt. Zum Betriebszustand der kerntechnischen Anlagen werden u.a. im „Jahresbericht Strahlenschutz“ /13/ des Vereins für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf

e.V. Angaben gemacht. Dieser Verein ist für die Emissionsüberwachung der kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort Rossendorf verantwortlich. Dazu hat er Programme zur Überwachung der Ableitungen mit der Luft und dem Wasser entwickelt, die von den Behörden gebilligt wurden. Die entsprechenden Messungen werden auf der Grundlage dieser Programme durchgeführt. Aus dem Bericht ist beispielhaft Abbildung 8 entnommen, in der u.a. die einzelnen Emittenten radioaktiver Stoffe mit Fortluftmesseinrichtungen ausgewiesen sind.

Die Überwachung der Ableitungen ist nicht allein Aufgabe des Betreibers der Anlagen: eine behördlich bestimmte, unabhängige Messstelle führt Kontrollmessungen durch. Das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft hat die Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft mit dieser Aufgabe betraut.

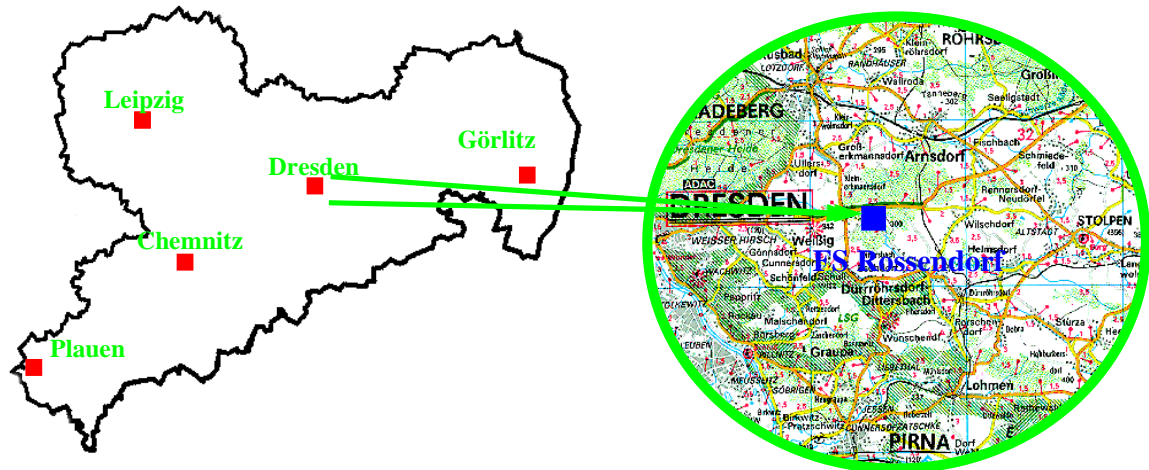


Abbildung 7 Lage des Forschungsstandort (FS) Rossendorf im Freistaat Sachsen.

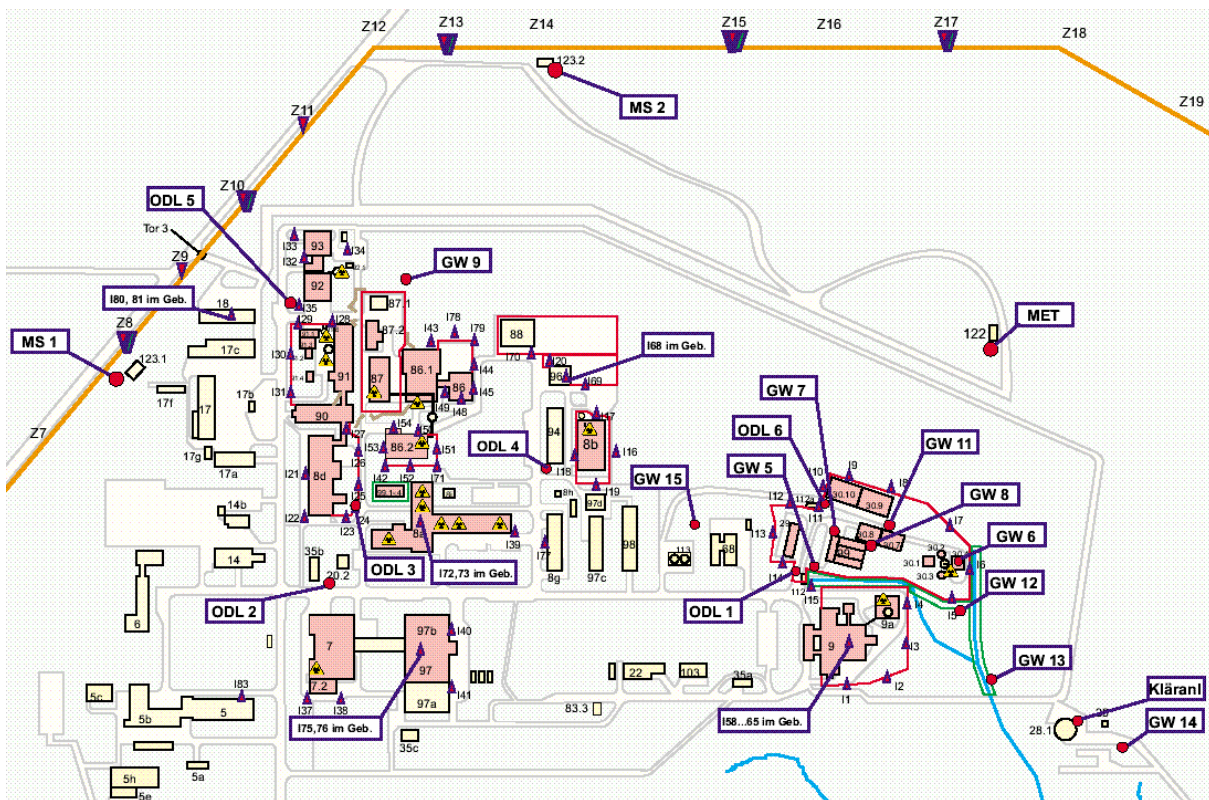


Abbildung 8 Gebäudeplan des inneren Bereiches des Forschungsstandort Rossendorf (Ausschnitt einer Karte aus /15/). Der höchstbelastete Punkt für den Wasserpfad befindet sich in südlicher Richtung (Ablauf des Kalten Baches aus dem Forschungsstandort); für den Luftpfad liegt der höchstbelastete Punkt für die Expositionspfade "Inhalation", " $\gamma$ -Submersion", " $\gamma$ -Bodenstrahlung" in nördlicher Richtung in der Nähe der Bundesstraße B6 (Z10) und für den "Ingestionspfad" in ostnordöstlicher Richtung in der Nähe des MET (Z17).

- Gebäude mit Kontrollbereich
- Sonstige Gebäude
- Fortluftmesseinrichtung
- Schornstein

- ODL x** stationäre Sonde
- GW x** Kontrollpunkte Grundwasser
- MET** Meteorologisches Messfeld



### 3.3 Ergebnisse

#### Emissionsüberwachung

Die beim Betrieb der Anlagen unvermeidlichen Abgaben radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und dem Abwasser (Ableitungen) werden getrennt kontrolliert und bilanziert. Die Fortluft der Anlagen wird über Kamine abgeleitet und

Aerosol, Luft, die .. Schwebestoffe .. enthält

dabei überwacht. Es werden Nuklide bzw. Nuklidgruppen erfasst und bilanziert. Dabei handelt es sich um radioaktive Edelgase bzw. Gase, Tritium (H-3), radioaktiven Kohlenstoff (C-14) und aerosolförmige Stoffe. Sowohl die freigegebenen und gereinigten Abwässer aus den Sammelbehältern der speziellen Kanalisation als auch die Abwässer aus der Kläranlage werden in den Vorfluter "Kalter Bach" abgeleitet, ehe sie in die Wesenitz und Elbe gelangen. Eine nuklidspezifische Bilanzierung der Ableitungen wird an mengenproportionalen Rückstellmischproben, im Falle von Nukliden mit Halbwertszeiten < 30 d aus den Resultaten der Freigabemessungen durchgeführt.

Die Emissionsüberwachung des Betreibers wird umfassend vom Fachbereich Strahlenschutz und Sicherheit, Abteilung Umgebungsüberwachung, am Standort durchgeführt. Die Kontrolle der Emissionen durch die unabhängige Messstelle erfolgt an ausgewählten Proben.

Die im folgenden Absatz beschriebenen Resultate sind dem „Jahresbericht Strahlenschutz“ /13/ entnommen, um einen Überblick über 2003 erfolgten Emissionen zu vermitteln.

Tabelle 5 zeigt die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den Emittenten des Forschungsstandortes für das Jahr 2003. Die Ableitung ausgewählter expositionsrelevanter Radionuklide mit Wasser aus den Rückhalteeinrichtungen am Forschungsstandort ist in Abbildung 9 dargestellt.

Die Ableitungswerte sowohl mit der Fortluft als auch mit dem Wasser liegen deutlich unter den Obergrenzen. Die Obergrenzen stellen jeweils die Ableitwerte der Aktivität für die jeweils relevante Nuklidgruppe bzw. das jeweilig relevante Nuklid entsprechend dem Emissionsplan einer Anlage dar. Sie sind so festgelegt, dass die Grenzwerte der Strahlenexposition für Personen (Referenzpersonen) in der Umgebung bei Ausschöpfung und unter Berücksichtigung der jeweils ungünstigsten Ausbreitungsbedingungen sowie konservativer Annahmen für Aufenthalts- und Verzehrsgewohnheiten an einem Bezugsort (ungünstigste Einwirkungsstelle) nach der Strahlenschutzverordnung /4/ von 0,3 mSv pro Jahr jeweils für den Luft- und Wasserpfad nicht überschritten werden.

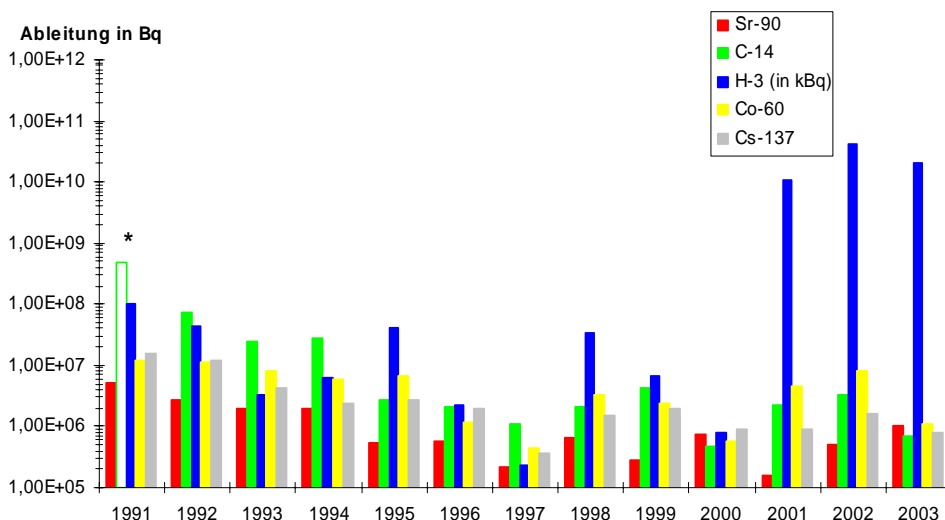
**Tabelle 5** Ableitung von Radionukliden mit der Fortluft aus allen Emittenten am Forschungsstandort Rossendorf /15/ für das Jahr 2003

Nuklidgruppe	Nuklid	Obergrenzen *) [Bq/a]	Ableitung **) [Bq]
Tritium	H-3	6,4E+11	9,5E+09
Kohlenstoff	C-14	4,4E+10	4,7E+09
Langlebige Gammastrahler	Co-60	1,5E+07	1,4E+05
	Cs-137	5,0E+08	1,7E+05
	Eu-152		7,1E+03
	Eu-154		1,7E+03
Langlebige Betastrahler	Cl-36	1,5E+07	1,9E+06
	Sr-90	1,6E+07	1,6E+05
Langlebige Alphastrahler	Pu-239/40	1,1E+05	6,5E+02
	U-234		9,7E+02
	U-238		2,0E+02
	Am-241	1,0E+05	3,8E+01
Gasförmige Stoffe	N-13	3,5E+13	1,3E+09
	Ar-41	2,0E+11	1,3E+10
	F-18	2,0E+12	3,7E+11
	C-11		1,1E+11
	O-15		1,6E+10

Zahlendarstellung: 4,3E-01 = 4,3 · 10<sup>-01</sup> = 0,43

\*) Die Obergrenzen sind jeweils für die Emittenten festgelegt. Bei Ausschöpfung der für Bezugsnuklide festgelegten Obergrenzen bei allen Emittenten ist nachgewiesen, dass die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung eingehalten sind.

\*\*) Summe aller Ableitungen (evt. Aus mehreren Emittenten).



**Abbildung 9** Ableitung expositionsrelevanter Radionuklide mit Wasser aus Rückhalteanlagen des Forschungsstandortes Rossendorf 1991 bis 2003 (\* <math>4,8E+08\text{ Bq}</math>, seit 1992 empfindlicheres Messsystem mit niedrigerer Nachweisgrenze)

### Immissionsüberwachung

Hier werden Ergebnisse der Immissionsüberwachung durch die unabhängige Messstelle im Normalbetrieb dargestellt. Ausführliche Darstellungen der Ergebnisse der Immissionsüberwachung sowohl für das Programm des Betreibers als auch für das Programm der unabhängigen Messstelle befinden sich in den jeweiligen Jahresberichten an das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft.

### Ortsdosis (äußere Strahlung), Luft/Aerosole, Niederschlag

Zur Überwachung der möglichen Dosisbeiträge aus der Direktstrahlung der Anlage und der Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft werden sowohl am Betriebsgeländezaun als auch in der Umgebung des Forschungsstandortes jeweils über ein Jahr Festkörperdosimeter exponiert. Diese Messung erfasst auch die Gammadosis durch radioaktive Stoffe natürlicher Herkunft

(Untergrundstrahlung). Der gemessene Bereich der Gammaortsdosis (Tabelle 6), sowohl am Betriebsgeländezaun als auch in der Umgebung, liegt im Bereich der natürlichen Gammaortsdosis im Freistaat Sachsen. Ein betrieblicher Einfluss ist nicht nachweisbar.

Zur Überwachung der luftgetragenen Aktivitätskonzentration werden durch den Genehmigungsinhaber Filter an automatischen Messstationen bestaubt. Die unabhängige Messstelle untersucht gamma-spektrometrisch Quartalsmischproben, die aus Einzelproben des Genehmigungsinhabers erstellt werden. (Tabelle 6)

Niederschlag wird außerhalb des Betriebsgeländezaunes sowohl am Standort der Wohnsiedlung und am Referenzort in Wahnsdorf kontinuierlich gesammelt und monatlich gemessen. Im Niederschlag konnten keine Messwerte oberhalb der Nachweisgrenze festgestellt werden. (Tabelle 6)

**Tabelle 6** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung des Forschungsstandortes Rossendorf von Luft/Äußere Strahlung, Luft/Aerosole und Niederschlag für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>1)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Luft/äußere Strahlung (Ortsdosis) mittels Festkörperdosimeter</b>					
(Betriebsgelände-zaun)	$\gamma$ -Ortsdosis	17	5,4E-01	7,4E-01	mSv
(Umgebung der Anlage)	$\gamma$ -Ortsdosis	20	6,8E-01	9,9E-01	
<b>Luft/Aerosole mittels Filter</b>					
	Cs-137	8(4)	8,5E-06	1,2E-05	Bq/m <sup>3</sup>
	Co-60	8(1)	< 9,5E-06	< 1,5E-05	
<b>Niederschlag</b>					
	Cs-137	24(19)	5,7E-02	< 5,7E-01	Bq/m <sup>2</sup>
	Co-60	24(24)	< 6,5E-02	< 6,4E-01	

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

<sup>1)</sup> der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

## Boden, Futtermittel, Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft, Kuhmilch, Fisch

Es werden jeweils Böden sowie Weide- und Wiesenbewuchs im Bereich der ungünstigsten Einwirkungsstelle und an einem Referenzort entnommen. Zur Überwachung der Nahrungsmittelkette werden vereinzelt Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft, Kuhmilch und Fisch beprobt (Tabelle 7).

Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifischen Aktivitäten liegen im Bereich der in ganz Sachsen gemessenen Werte.

**Tabelle 7** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung (Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifische Aktivitäten) des Forschungsstandortes Rossendorf von Boden und Futtermittel, Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft, Kuhmilch sowie Fisch für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Boden und Futtermittel</b>					
Boden	Cs-137	8	2,8E+00	1,2E+01	Bq/kg (TM)
	Co-60	8(8)	< 3,0E-01	< 4,3E-01	
Weide- und Wiesenbewuchs	Cs-137	8(1)	< 2,2E-01	1,4E+01	
	Co-60	8(8)	< 2,9E-01	< 3,9E-01	
<b>Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft; Kuhmilch</b>					
Salat	Co-137	1(1)		< 1,2E-01	Bq/kg (FM)
	Cs-60	1(1)		< 1,5E-01	
	Sr-90	1		1,3E-01	
Obst	Co-137	1(1)		< 1,3E-01	
	Cs-60	1(1)		< 1,3E-01	
	Sr-90	1		4,4E-02	
Kuhmilch	Cs-137	2(1)	1,0E-01	< 1,4E-01	Bq/l
	Co-60	2(2)	< 9,8E-02	< 1,4E-01	
	Sr-90	2	1,9E-02	2,0E-02	

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(TM): Trockenmasse

(FM): Feuchtmasse

## Oberflächenwasser, Sediment und Trinkwasser

Die Überwachung des Oberflächenwassers erfolgt entlang des Kalten Baches bis zur Elbe. Es wird gleichzeitig Sediment beprobt. Der weitere Pfad des Oberflächenwassers wird bis in die Elbe oberhalb des Wasserwerkes Hosterwitz beprobt, weil dort Uferfiltrat zur Trinkwassergewinnung

genutzt wird. Trinkwasser wird im direkten Umfeld des Forschungsstandortes beprobt.

Die Messwerte sind mit den Werten der allgemeinen Umweltkontamination vergleichbar. Die erhöhten Messwerte am Betriebsgeländezaun resultieren aus den genehmigten Ableitungen freigegebener Abwässer (Tabelle 8).

**Tabelle 8** Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) des Forschungsstandortes Rossendorf von Oberflächenwasser, Sediment und Trinkwasser für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Oberirdische Gewässer, außer OW-1 (Kalter Bach am Zaun des FS)</b>					
Oberflächenwasser	Cs-137	10(10)	< 3,0E-03	< 3,8E-03	Bq/l
	Co-60	10(10)	< 3,0E-03	< 4,2E-03	
	H-3	10	6,2E+00	1,0E+01	
Sediment	Cs-137	8	1,2E+00	1,9E+01	Bq/kg (TM)
	Co-60	8(8)	< 3,0E-01	< 5,2E-01	
<b>Oberirdische Gewässer, OW-1 (Kalter Bach am Zaun des FS)</b>					
Oberflächenwasser	Cs-137	4(3)	< 6,2E-03	1,2E-02	Bq/l
	Co-60	4(1)	8,2E-03	1,5E-02	
	H-3	4	6,0E+01	8,5E+01	
Sediment	Cs-137	2	1,2E+01	3,9E+01	Bq/kg (TM)
	Co-60	2	2,7E+00	1,1E+01	
<b>Trinkwasser</b>					
Trinkwasser	Cs-137	8(8)	< 3,1E-03	< 9,7E-03	Bq/l
	Co-60	8(8)	< 3,9E-03	< 1,0E-02	
	Sr-90	1	4,0E-03	4,0E-03	
	H-3	3(2)	8,8E+00	< 9,3E+00	

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

(TM): Trockenmasse

### Messprogramme für Stör- und Unfälle

Außer dem Messprogramm für den bestimmungsgemäßen Betrieb fordert der Gesetzgeber ein Messprogramm für Stör- und Unfälle. Diese Programme werden vom Verein für

Kernverfahrenstechnik und Analytik e.V. und von der unabhängigen Messstelle unabhängig voneinander mehrmals im Jahr trainiert.

### 3.4 Expositions-betrachtungen

Auf Grund der Forderungen des Gesetzgebers ist der Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik e.V. am Forschungsstandort Rossendorf verpflichtet, ableitungsbedingte Expositionsrechnungen für die Umgebung als Nachweis für die Einhaltung der Grenzwerte nach der Strahlenschutzverordnung /4/ von jeweils 0,3 mSv für den Luft- und Wasserpfad an der jeweils ungünstigsten Einwirkungsstelle zu erbringen. Für 2003 betragen die effektive Dosis eines Erwachsenen für den Fortluftpfad 0,0007 mSv am Zaun an der Bundesstraße B 6 (vgl. Abbildung 8) und für den Wasserpfad 0,006 mSv am Kalten Bach bei Verlassen des Geländes am Forschungsstandort (vgl. Abbildung 8). Das sind Ausschöpfungen der zulässigen Grenzwerte von etwa 0,23 % für den Fortluft- und 2,0 % für den Wasserpfad.

Das Fazit daraus ist /16/: "Die resultierende zusätzliche jährliche Strahlendosis für die Be-

völkerung der Umgebung (am Forschungsstandort Rossendorf) liegt nicht nur weit unterhalb der gesetzlich zulässigen Grenzwerte, sie ist etwa 1000fach geringer als die ohnehin natürlich vorhandene" und wesentlich kleiner als deren Schwankungsbereich.

Die vorstehend berichteten Ergebnisse der Kontrollmessungen der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft können diese Aussagen bestätigen. Die Resultate der Umgebungsüberwachung für den Forschungsstandort Rossendorf liegen im Bereich der für ganz Sachsen gemessenen Werte. Das bedeutet, dass die Situation in unmittelbarer Nähe des Standortes dieselbe ist, wie weiter davon entfernt, und die gemessene Aktivität von den natürlichen radioaktiven Stoffen dominiert wird.

Die Ableitungen von Radionukliden mit dem Abwasser bzw. der Abluft zeigen seit der

Außerbetriebnahme der kerntechnischen Anlagen am 31.12.1991 eine leicht rückläufige Tendenz bzw. sind nahezu konstant. Geringfügige Anstiege der Ableitungen einzelner Radionuklide sind mit der zunehmenden Rückbautätigkeit aufgrund vorliegender Stilllegungsgenehmigungen zu erklären. Die effektive Dosis für den Erwachsenen

betrug in den Jahren 1992 bis 2003 im Jahresmittel jeweils 3,3 bis 24  $\mu\text{Sv}$  über den Abwasserpfad und 0,038 bis 0,82  $\mu\text{Sv}$  über den Abluftpfad (Abbildung 10). Die erlaubten Dosisgrenzwerte von je 300  $\mu\text{Sv}$  werden damit zu weniger als 8% (Abwasserpfad) bzw. zu weniger als 0,27 % (Abluftpfad) ausgeschöpft.

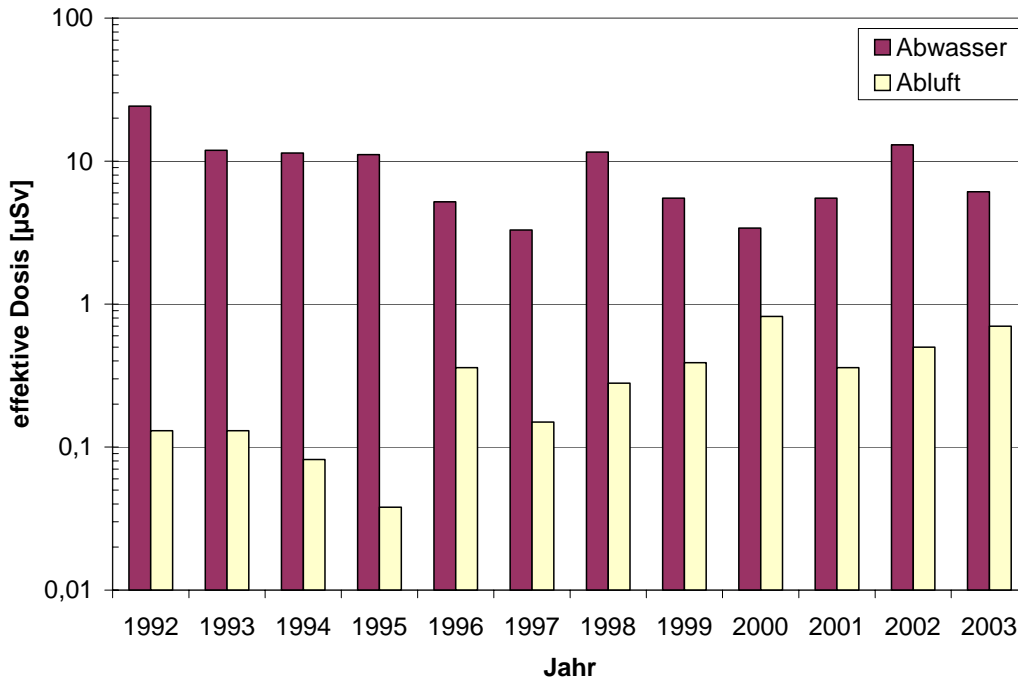


Abbildung 10 Effektive Dosis für die Einzelperson am Forschungsstandort Rossendorf.

## 4. Die Hinterlassenschaften des Uranbergbaus im Freistaat Sachsen

### 4.1 Grundlagen

In den Freistaaten Sachsen und Thüringen gibt es eine Vielzahl von Hinterlassenschaften des Uranbergbaus, aber auch anderer bergbaulicher Tätigkeiten. Die großräumige Ermittlung der durch diese Hinterlassenschaften bedingten Veränderungen der natürlich vorhandenen Umweltradioaktivität wurde durch das Strahlenschutzvorsorgegesetz dem Bund übertragen. Das für die Aufgabe zuständige Bundesamt für Strahlenschutz hat hierzu von 1991 bis 1999 das Projekt "Radiologische Erfassung, Untersuchung und Bewertung bergbaulicher Altlasten (Altlastenkataster)" durchgeführt. Mit dem Projekt wurden die Hinterlassenschaften des Altbergbaus und diejenigen Hinterlassenschaften des Uranbergbaus, die sich nicht mehr im Besitz der WISMUT GmbH befinden, systematisch untersucht und bewertet.

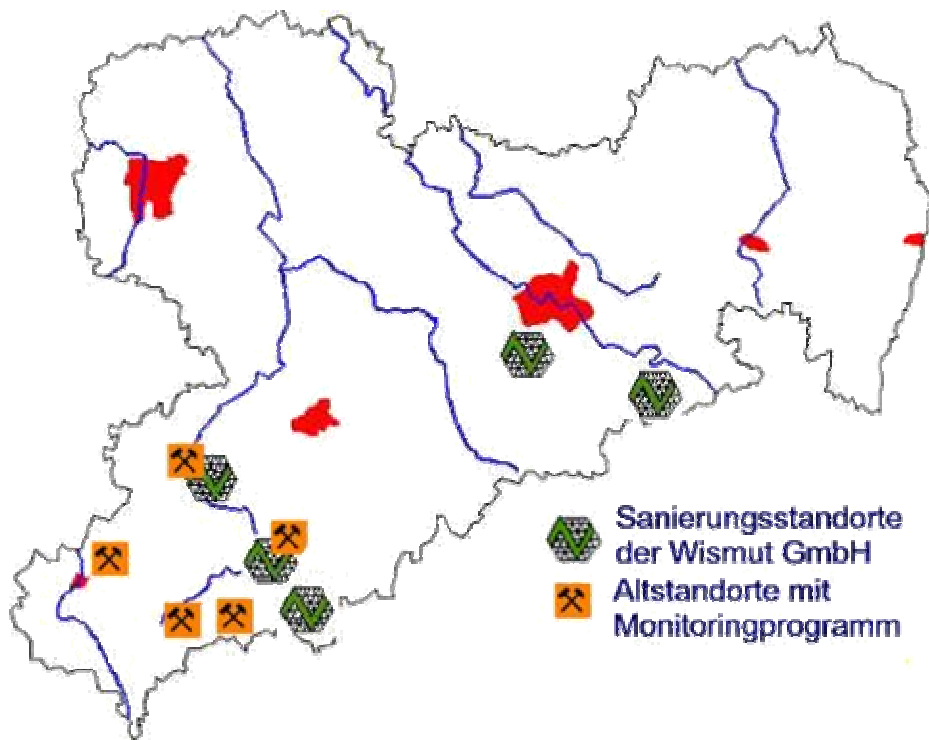
Die per Wismut-Gesetz /17/ von 1991 im Eigentum der WISMUT GmbH befindlichen Hinter-

lassenschaften wurden von dieser untersucht, bewertet und saniert. Die Sanierungsaufgabe der WISMUT GmbH ist bereits weit fortgeschritten, so sind bspw. 97% der Grubenbaue abgeworfen, 87% der Anlagen/Gebäude abgebrochen und 66% der Halden abgedeckt.

Die Überwachung der Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues an den Standorten Königstein, Gittersee, Schlema-Alberoda, Pöhl und Crossen erfolgt bezüglich der Abgabe radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre und in Grund- und Oberflächenwasser wie auch für deren Eintrag in die Umgebung. Sowohl die Emissions- als auch die Immissionsüberwachung werden auch nach Einstellung der Uranerzförderung am 01.01.1991 fortgeführt.

Während die Finanzierung der Sanierung der WISMUT – Standorte mit dem Einigungsvertrag bereits geklärt wurde, dauerte es doch längere Zeit, die Sanierung der so genannten Wismut – Altstandorte finanziell zu sichern. Am 05. September 2003 wurde nun schließlich zwischen Bund und Freistaat Sachsen ein Verwaltungsabkommen zur Sanierung der Wismut-Altstandorte /18/ unterzeichnet, nachdem die

betroffenen Kommunen, der Freistaat Sachsen und die Bundesregierung lange um die Lösung dieses Problems gerungen hatten. Bereits Ende 2001 hatten sich Bund und Sachsen darauf verständigt, erste besonders dringliche Sanierungsmaßnahmen an prioritären Wismut-Altlasten am Standort Johannegeorgenstadt zu beginnen. Mit dem Budget von insgesamt 78 Mio. Euro bis 2012, das je zur Hälfte von Bund und Freistaat Sachsen getragen wird, können nun die dringlichen bergtechnischen und radiologischen Schäden saniert werden.



**Abbildung 11** Sanierungsstandorte der Wismut GmbH und Altstandorte mit Monitoringprogramm

## 4.2 Überwachungsprogramm

Im Rahmen der Überwachung der Wismut-Sanierung und der Altstandorte werden ausschließlich natürliche Radionuklide überwacht.

Natürliche Radionuklide lassen sich in drei Klassen einteilen /19/:

Primordiale Radionuklide, die seit Entstehung der Erde vorhanden sind (vgl. Abbildung 12). Die wichtigsten Vertreter sind Kalium 40 (K-40), Uran 238 (U-238), Uran 235 (U-235) und Thorium 232 (Th-232). Ihre Halbwertszeit ist vergleichbar mit dem Alter der Erde.

Kurzlebige Zerfallsprodukte der primordialen Radionuklide U-238, U-235 und Th-232, die ständig nachgebildet werden. Zerfallsprodukte sind u.a. Radium- und Radonisotope (vgl. Abbildung 12).

Kosmogene Radionuklide, die durch die kosmische Strahlung in der Stratosphäre gebildet werden. Typische Vertreter sind Tritium (H-3), Beryllium 7 (Be-7) und Kohlenstoff 14 (C-14).

Den Schwerpunkt der Überwachung der bergbaulichen Hinterlassenschaften bilden die Radionuklide der Uranzerfallsreihe.

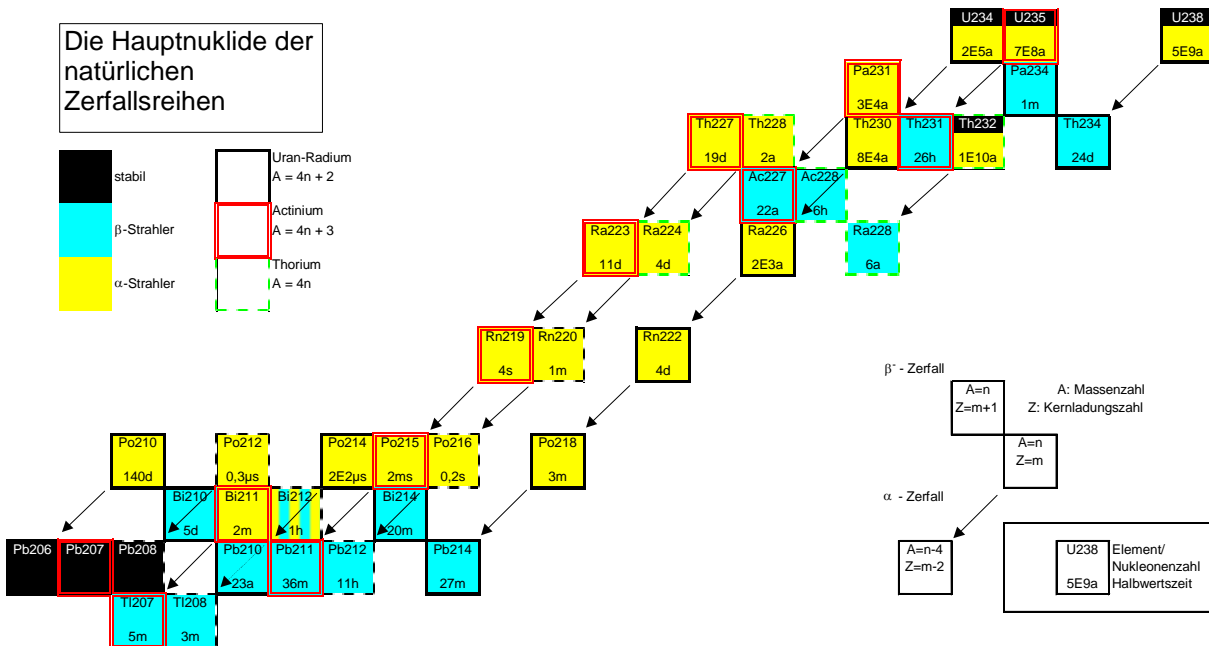
Die behördliche Überwachung der Umweltradioaktivität bei bergbaulichen Tätigkeiten basiert auf der Strahlenschutzverordnung in Verbindung mit dem Atomgesetz und der weiter geltenden Verordnung zur Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz. Die Aufgabenstellung und die Zuständigkeiten für die Emissions- und Immissionsüberwachung sind vom Bund in einer „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten“ /20/ geregelt.

Durch Anordnung des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie vom 27.09.1996 /21/

wurde die WISMUT GmbH verpflichtet, die zwischenzeitlich bewährten Basisprogramme zur Überwachung der Umweltradioaktivität als langfristiges Monitoring weiterzuführen. Die Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft führt als unabhängige Messstelle ein behördliches Kontrollprogramm zum Basisprogramm durch.

Das Basismonitoring der WISMUT GmbH wird ergänzt durch zeitlich befristete sanierungsbegleitende Programme. Dieses Monitoring ist in der Regel Bestandteil der vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (seit 01.07.2000 vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie) erteilten Genehmigungen. Der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft werden hierzu behördliche Kontrollmessungen zugewiesen.

Die Überwachung der Altstandorte wird von der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft als Monitoringprogramm im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie betrieben. Ziel ist die Überprüfungen der Stabilität bzw. das frühzeitige Erkennen von Veränderungen hinsichtlich der Freisetzung radioaktiver Stoffe an ehemaligen Industriellen Absetzanlagen und Halden.



**Abbildung 12** Schematischer Ausschnitt aus der Nuklidkarte mit den Hauptnukliden der natürlichen Zerfallsreihe

### 4.3 Ergebnisse der Überwachung der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse des behördlichen Kontrollprogrammes zur Überwachung von Emissionen und Immissionen für die Jahre 2003 dargestellt. Maßnahmen und Ergebnisse der Eigenüberwachung für die fünf in Sachsen gelegenen Standorte der Wismut-Sanierungsbetriebe sind in jährlichen Berichten der WISMUT GmbH ausführlich beschrieben und der Öffentlichkeit zugänglich /22/.

Ziel des behördlichen Kontrollprogrammes ist nicht, die anlagenbezogene Umweltradioaktivität umfassend zu überwachen, sondern die Messungen des Betreibers zu kontrollieren, damit dessen Ergebnisse als Basis für die Bewertung der radiologischen Situation nutzbar sind.

Das behördliche Kontrollprogramm wurde auf der Basis der aufsichtlichen Anordnung zur Durchführung eines Basisprogrammes durchgeführt und orientierte sich darüber hinaus an folgenden vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft bzw. vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie erteilten Genehmigungen: Probebetrieb bzw. Betrieb der Wasserbehandlungsanlagen Schlema, Pöhla und Helmsdorf; Auswurfgenehmigungen für die Betriebsteile Schlema-Alberoda, Pöhla und Königstein; Umlagerung der Bergehalde Crossen und Zwischenabdeckung der IAA Helmsdorf; Flutungsexperiment Königstein; Flutung des Grubengebäudes Gittersee.

#### Emissionen

Die WISMUT GmbH führt mit dem Basismonitoring sowie mit genehmigungsbegleitenden Messungen eine Eigenüberwachung zur Kontrolle und Bilanzierung der flüssigen und gasförmigen Auswürfe durch. Durch diese Messungen wird der Nachweis erbracht, dass die genehmigten Ableitwerte eingehalten werden. Die Ergebnisse der Emissionsüberwachung werden in jährlichen Berichten dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie übergeben. Eine Zusammenfassung der bilanzierten Abgaben im Vergleich mit den genehmigten Ableitwerten ist in der folgenden Tabelle 9 für  $U_{nat}$  (natürliches Uran), Ra-226, Rn-222 und die Summe langlebiger  $\alpha$ -Strahler (LLA) dargestellt.

**Alphastrahlen,  $\alpha$ -Strahlen,**  
Teilchenstrahlung beim natürlichen radioaktiven Zerfall .. oder bei künstl. Kernumwandlung en. .. als Heliumatomkerne .. identifiziert. ..

Zur behördlichen Kontrolle der Emissionsüberwachung an den Einleitstellen und Abwetter-schächten der Standorten der Niederlassungen der WISMUT GmbH erfolgen durch die Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft Kontrollmessungen an Proben der WISMUT GmbH und unabhängige Stichprobenahmen. Es konnten keine wesentlichen Unterschiede zwischen den von der WISMUT GmbH berichteten Werten und den von der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft ermittelten Werten festgestellt werden. Zur Bewertung der Wasseranalytik der WISMUT GmbH werden Messungen der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft und der WISMUT GmbH an Aliquoten einer Probe durchgeführt. Als Maß zur Übereinstimmung der Messergebnisse wird die so genannte Vergleichsstandard-abweichung herangezogen. Diese kann in Ringvergleichen ermittelt werden. Die Abbildung 13 zeigt den Vergleich der Analytik der WISMUT GmbH mit der Analytik der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft am Beispiel der Bestimmung des Urangehaltes von wässrigen Proben. Innerhalb der durchgezogenen Linien liegende Werte werden mit 95%iger Wahrscheinlichkeit als vergleichbar gewertet. Die Darstellung zeigt die gute Übereinstimmung von behördlichen Messwerten mit Messwerten der WISMUT GmbH für die Urananalytik in einem mehr als 3 Größenordnungen überstreichenden Wertebereich.

#### Immissionen

Bei bergbaulichen Anlagen und Tätigkeiten spielen Freisetzungen eine größere Rolle als bei kerntechnischen Anlagen. Freisetzungen sind die diffusen, messtechnisch nicht oder nur schwer erfassbaren Emissionen, wie Radon aus Halden, Sickerwässern, Staub u.ä.. Freisetzungen können nicht direkt, sondern nur durch Immissionsmessungen (Messungen der Auswirkung der Ableitungen und der Freisetzungen auf die Umwelt) bestimmt werden. Im Jahr 2003 wurden insgesamt 99 Vergleichsmessungen an Abwässern, Sickerwässern, Oberflächenwässern und Grundwässern durchgeführt. Deren Ergebnisse werden in der vorstehenden Abbildung 13 diskutiert. In der folgenden Tabelle 10 werden Ergebnisse der Gewässerüberwachung der Vorfluter und von Trinkwässern dargestellt. Ein Vergleich mit den Richtwerten der Empfehlung der Strahlenschutzkommission zur Nutzung von bergbaulich beeinflussten Wässern /23/ ( $U_{nat}$ : 0,3 mg/l; Ra-226: 0,7 Bq/l; Pb-210: 0,4 Bq/l) zeigt auf,



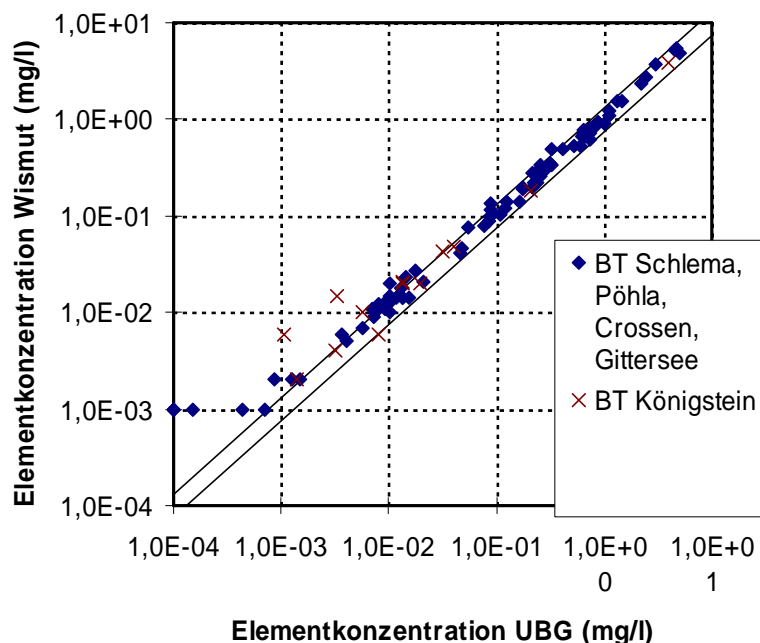
**Tabelle 9** Zusammenfassung der Ergebnisse der Eigenüberwachung der WISMUT GmbH der flüssigen und gasförmigen Ableitungen radioaktiver Stoffe für das Jahr 2003

	Nuklid	Genehmigungswert	Bilanzierter Ist-Wert	Einheit
<b>Ableitungen mit dem Abwasser</b>				
Schlema-Alberoda	U <sub>nat</sub>	5,35E+03	2,60E+03	kg
	Ra-226	3,56E+03	1,44E+02	MBq
Pöhla-Tellerhäuser	U <sub>nat</sub>	1,75E+02	3,00E+00	kg
	Ra-226	2,63E+02	2,15E+01	MBq
Crossen	U <sub>nat</sub>	( - )	2,71E+02	kg
	Ra-226	( - )	1,40E+00	MBq
Königstein	U <sub>nat</sub>	1,71E+03	3,30E+01	kg
	Ra-226	2,28E+03	9,50E+01	MBq
<b>Ableitungen mit der Abluft</b>				
Schlema-Alberoda	LLA	1,00E+01	3,60E+00	MBq
	Rn-222	1,30E+02	1,00E+02	TBq
Pöhla-Tellerhäuser	LLA	1,00E+00	5,00E-01	MBq
	Rn-222	8,00E-01	3,00E-01	TBq
Königstein	LLA	7,05E+01	9,00E+00	MBq
	Rn-222	1,66E+02	6,80E+01	TBq
Gittersee	LLA	1,60E+00	5,00E-02	MBq
	Rn-222	1,60E+00	1,00E-01	TBq

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

( - ) Genehmigt wurden nur Konzentrationen (0,5 mg/l Uran, 0,2 Bq/l Ra-226).

**Jahresvergleich 2003 - Uran in Wässern**



**Abbildung 13** Vergleich der Eigenüberwachung mit den Ergebnissen der behördlichen Kontrolle am Beispiel der Uranbestimmung in Wässern

**Tabelle 10** Ausgewählte Ergebnisse (Aktivitäts- und Elementkonzentrationen) der Überwachung des Wasserpfades für das Jahr 2003

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Vorfluter Elbe, SB Königstein</b>					
Oberhalb	U <sub>nat</sub>				mg/l
	Ra-226				Bq/l
Unterhalb	U <sub>nat</sub>	2	8,6E-04	1,0E-03	mg/l
	Ra-226	2	5,0E-03	5,0E-03	Bq/l
<b>Vorfluter Zwickauer Mulde, SB Aue / BT Schlema-Alberoda</b>					
Oberhalb	U <sub>nat</sub>	2	1,5E-03	5,8E-03	mg/l
	Ra-226	2	1,0E-02	3,8E-02	Bq/l
Unterhalb	U <sub>nat</sub>	2	1,3E-02	4,0E-02	mg/l
	Ra-226	2	9,3E-03	2,1E-02	Bq/l
<b>Vorfluter Zwickauer Mulde, SB Seelingstädt / BT Crossen</b>					
Oberhalb	U <sub>nat</sub>	1		1,3E-02	mg/l
	Ra-226	1		1,5E-02	Bq/l
Unterhalb	U <sub>nat</sub>	1		1,0E-02	mg/l
	Ra-226	1		1,5E-02	Bq/l
<b>Trinkwasser</b>					
	U <sub>nat</sub>	6(2)	< 1,0E-04	1,4E-02	mg/l
	Ra-226	6	4,0E-03	1,4E-02	Bq/l
	Pb-210	6(2)	< 4,0E-03	1,4E-02	

Zahlendarstellung:  $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

dass die überwiegende Mehrzahl der Wässer Aktivitäts- und Elementkonzentrationen unter den Richtwerten aufweist.

Als Maß für die betriebliche Beeinflussung der Oberflächengewässer sind aus der Tabelle 10 die Ergebnisse der Überwachung der Elbe (Niederlassung Königstein) und der Zwickauer Mulde (Niederlassung Aue / Standort Schlema-Alberoda bzw. Niederlassung Ronneburg / Standort Crossen) zu entnehmen. Es wurden jeweils Messpunkte ober- und unterhalb der betrieblichen Beeinflussung überwacht. Im Ergebnis ist nur ein geringer oder kein Einfluss durch Emissionen der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH feststellbar, der für die radiologische Bewertung der Oberflächenwässer als Trinkwasser bedeutungsvoll wäre.

Es wurden von der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft als unabhängiger

Messstelle auch Parallelmessungen der Radonkonzentration an ausgewählten Stellen des Radonmessnetzes der WISMUT GmbH durchgeführt. Hierzu werden Kernspurexposimeter der Umweltbetriebsgesellschaft und der WISMUT GmbH jeweils über ein halbes Jahr zeitgleich und am gleichen Ort exponiert. Die in der Tabelle 11 aufgeführten Werte deuten darauf hin, dass im Allgemeinen die Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft kleiner als 200 Bq/m<sup>3</sup> sind, was durch die umfangreichen Messungen der WISMUT GmbH im wesentlichen bestätigt wird.

Ebenso wurden zur Überwachung der Exposition durch langlebige Alphastrahler der Uran-Zerfallsreihe (LLA) im Schwebstaub Kontrollmessungen an Filtern der WISMUT GmbH durchgeführt. Auch hier ergeben sich i.a. geringe Aktivitätskonzentrationen und geringe damit verbundene Belastungen für die Bevölkerung in der Umgebung der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH.

**Tabelle 11** Zusammenfassung der gemessenen Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft (gemessen mit Kernspurdosimetern) sowie der Aktivitätskonzentration von langlebigen Alphastrahlern im Schwebstaub der Luft

	Nuklid	Anzahl der Werte <sup>*)</sup>	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
<b>Radonkonzentration in der bodennahen Luft</b>					
Königstein	Rn-222	12(2)	< 1,5E+01	5,0E+01	Bq/m <sup>3</sup>
Gittersee	Rn-222	8	2,0E+01	4,0E+01	
Schlema/Alb.	Rn-222	14	2,0E+01	2,1E+02	
Pöhla	Rn-222	12	2,0E+01	1,1E+02	
Crossen	Rn-222	28	1,8E+01	1,8E+02	
<b>Langlebige Alphastrahler im Schwebstaub der Luft</b>					
Königstein	LLA	12	2,0E-02	3,1E-01	mBq/m <sup>3</sup>
Gittersee	LLA	6	2,9E-02	7,5E-02	
Schlema/Alb.	LLA	11	3,9E-02	1,2E-01	
Pöhla	LLA	2	2,1E-02	3,3E-02	
Crossen	LLA	16	4,5E-02	6,2E+01	

Zahlendarstellung: 4,3E-01 = 4,3 · 10<sup>-01</sup> = 0,43

\*) der Klammerwert gibt an, wie viele der Messwerte unterhalb der Nachweisgrenze lagen.

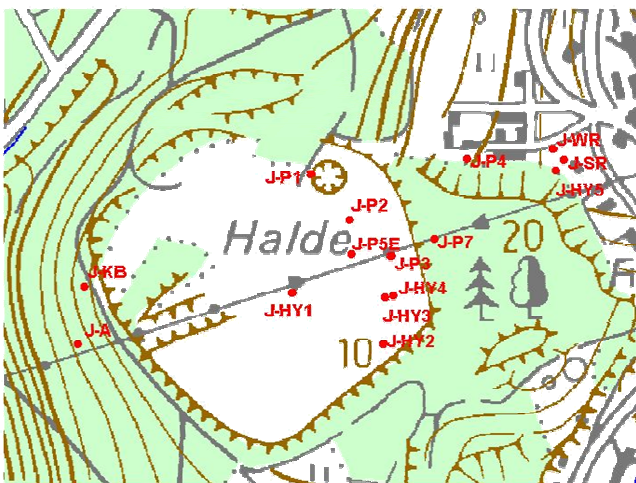
#### 4.4 Ergebnisse der Überwachung der so genannten Altstandorte

Die im Jahr 2003 überwachten Standorte, Umweltbereiche und Parameter sind in der folgenden Tabelle 12 zusammengestellt.

Am Beispiel Johanngeorgenstadt verdeutlicht die folgende Abbildung 14 die Lage der Messpunkte im und um das Untersuchungsobjekt. Ihre Anordnung soll die Kontrolle des Inventars und des Austrags radioaktiver Stoffe mit dem Grund- und Oberflächenwasser ermöglichen.

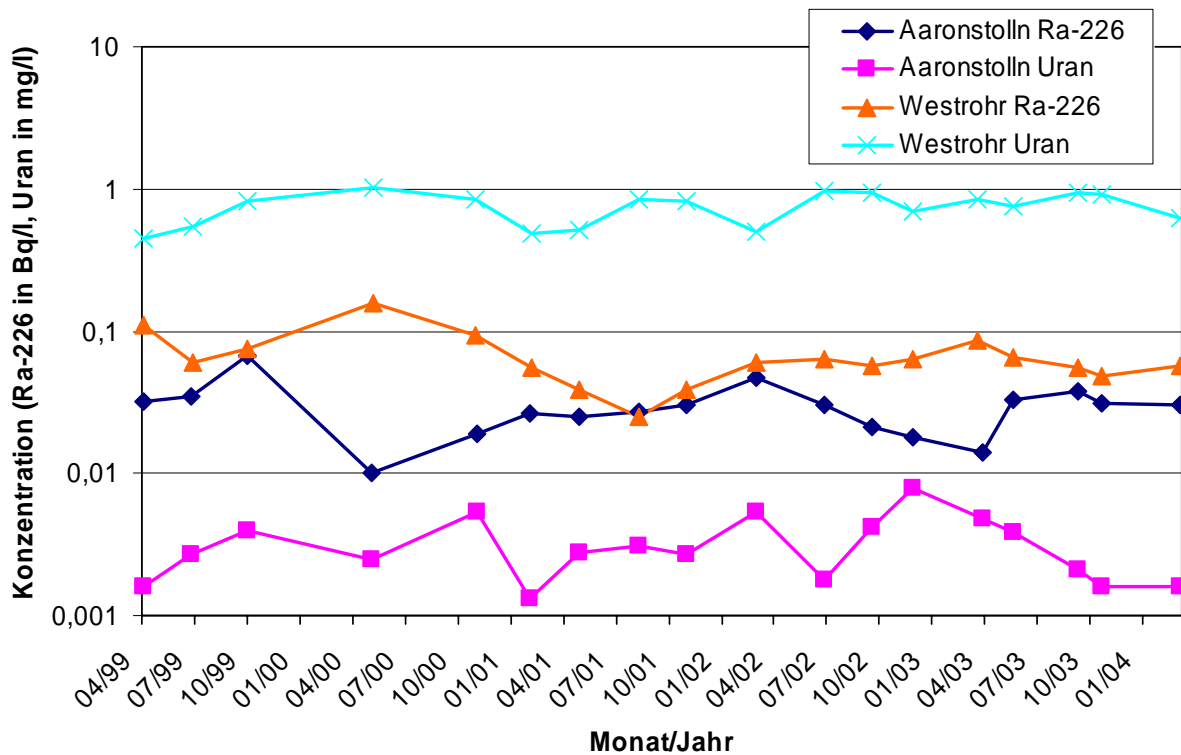
An Hand von Zeitreihen lässt sich beurteilen, ob sich auffällige Veränderungen im Wasserhaushalt des Untersuchungsobjekts und bei der Freisetzung radioaktiver Stoffe anbahnen. Die folgende Abbildung 15 zeigt als Beispiel die Zeitreihen für die Ra-226-Aktivitätskonzentration und die Urelementkonzentration an je einem westlich (Aaronstolln) bzw. östlich (Westrohr) gelegenen Messpunkt.

**Johanngeorgenstadt**



**Abbildung 14** Lage der Probenentnahmestellen am Altstandort Johanngeorgenstadt (Trockenhalde)

## Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen



**Abbildung 15** Entwicklung der Uran- und Ra-226-Konzentration in Wässern des Altstandortes Johanngeorgenstadt

**Tabelle 12** Umfang des Monitoringprogrammes 2003 an den Altstandorten

Standort	Umweltbereich	Messpunkte (Anzahl)	Laboruntersuchungen (Uran, Ra-226)	Feldmessungen (Wasserhaushalt)
<b>IAA Dänkriz</b>				
	Grundwasser	2	3	9
<b>IAA Johanngeorgenstadt</b>				
	Grundwasser	10	26	109
	Oberflächenwasser	5	18	22
<b>IAA Oberschlema</b>				
	Grundwasser	2	1	5
	Oberflächenwasser	1	4	4
<b>IAA Schneckenstein</b>				
	Grundwasser	4	8	15
	Oberflächenwasser	8	25	24
<b>IAA Zobes</b>				
	Grundwasser	8	28	40
	Oberflächenwasser	3	12	22

## 4.5 Expositionsbetrachtungen

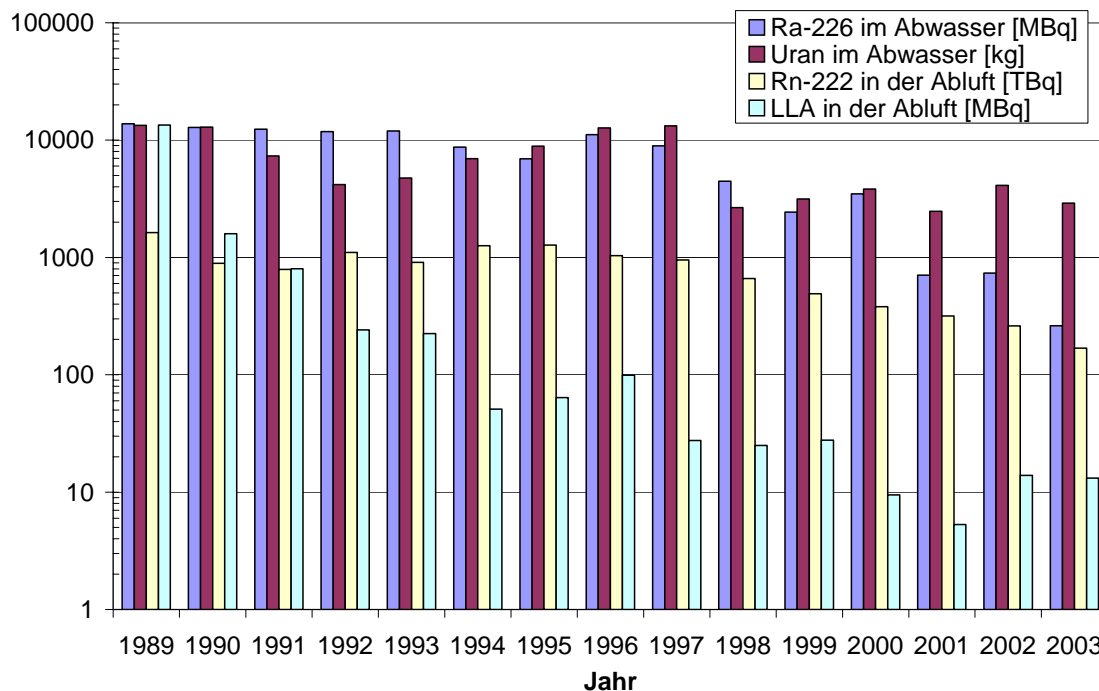
In der Umgebung von Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues liegen die gemessenen Aktivitätskonzentrationen von Ra-226 und Uran in den Vorflutern Elbe und Zwickauer Mulde sowie in Trinkwässern mit weniger als ca. 0,02 mg/l Uran bzw. weniger als ca. 0,15 Bq/l Ra-226 deutlich unter den Richtwerten der Empfehlung der Strahlenschutzkommission /23/ von 0,3 mg/l Uran und 0,7 Bq/l Ra-226. Die jährliche Exposition infolge der Nutzung solcher Wässer ist sehr viel kleiner als der Schwankungsbereich der natürlichen Strahlenexposition.

Die Ergebnisse der Kontrollmessungen der Staatlichen Umweltbetriebgesellschaft zeigen die Plausibilität der von der WISMUT GmbH in verschiedenen Berichten dargestellten Messwerte. Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Abluft nahm an den sächsischen Standorten in den Jahren 1989 bis 2003 von ca. 1600 TBq auf ca. 170 TBq Radon bzw. von ca. 13000 MBq auf ca. 13 MBq langlebiger Alphastrahler deutlich ab. Dies ist durch die fortschreitende Verwahrung offener Grubengebäude zu erklären.

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser nahm in den Jahren 1989 bis 2003 von ca. 14000 MBq auf weniger als 260 MBq Ra-226 bzw. von ca. 13 t auf ca. 3 t Uran ebenso deutlich

ab. Die Veränderung wird vor allem durch die fortschreitende Flutung der Grubengebäude bewirkt. Der Anstieg im Jahr 1996 wurde vor allem durch eine erhöhte Grubenwasserabgabe durch Flutungsregelung im Betriebsteil Schlemma-Alberoda bewirkt (Abbildung 16). Die bilanzierten Ist-Werte liegen immer unter den Genehmigungswerten.

Es sei darauf hingewiesen, dass Ableitungen natürlicher Radionuklide in dem beschriebenen Maße nicht im Bereich des ehemaligen Uranbergbaus allein auftreten. Da sowohl das Radongas in der Luft als auch die Belastung der aus der Grube austretenden gelösten Radionuklide allein von der geochemischen Zusammensetzung der Gesteine am Standort abhängen, sind ähnliche Werte im Bereich von Schaubergwerken, stillgelegten Gruben des Nicht-WISMUT-Bergbaus sowie von Radon- bzw. Radiumbädern bekannt. Allerdings verlangt die Strahlenschutzverordnung weder die Überwachung dieser Plätze noch die Bilanzierung der Ableitungen /24/.



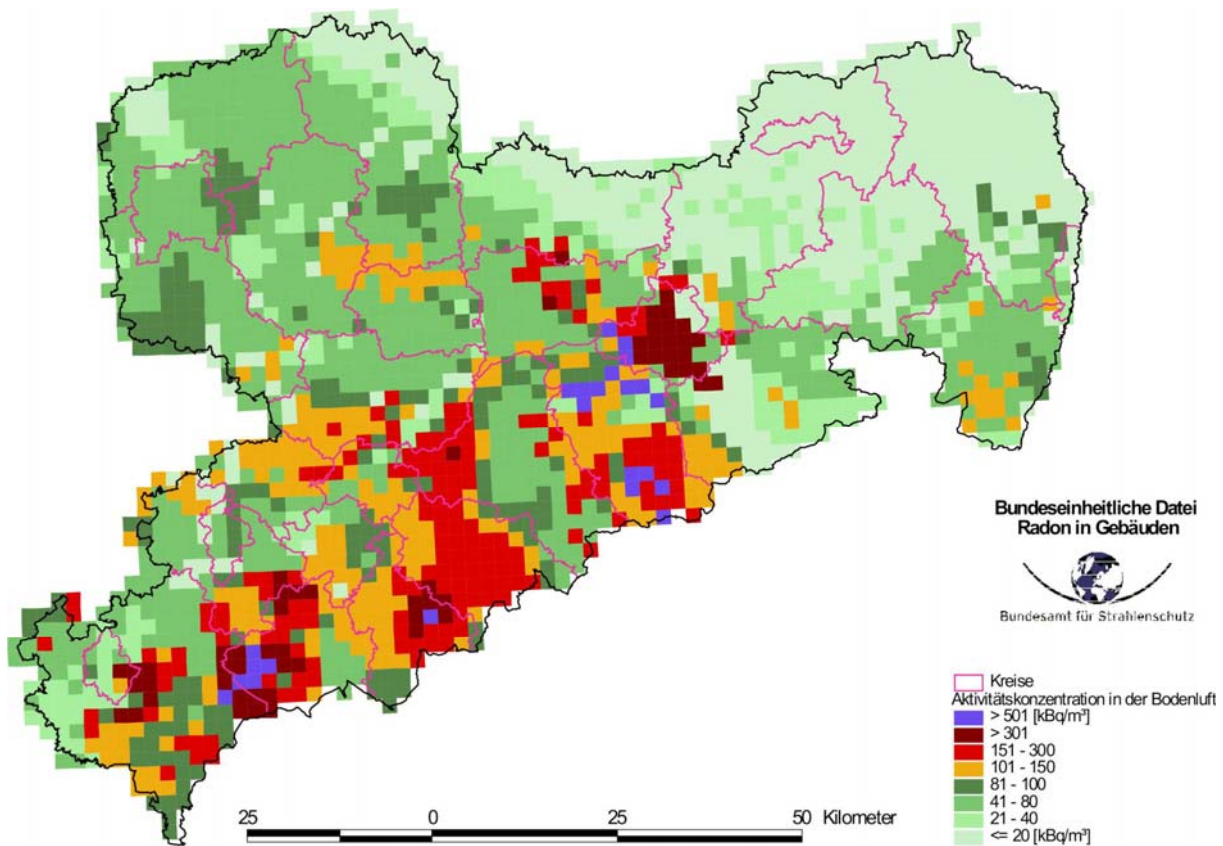
**Abbildung 16** Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft durch die Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH auf dem Territorium des Freistaat Sachsen

## 5. Radon in Wohngebäuden

### 5.1 Grundlagen

Das Element Radon kommt in der Natur nur in radioaktiver Form vor. Als Gas dringt es aus dem Erdboden über Risse und Spalten in das Hausinnere. Der Mensch hält sich relativ häufig in Häusern auf, dadurch ist der Anteil der Strahlenbelastung durch Radon deutlich höher als der anderen Strahlenbelastungen /25, 26/.

Besonders in Bergbauregionen, in denen auch Uranvererzungen angetroffen werden, aber nicht nur dort, können deutliche Erhöhungen der Radonkonzentrationen in der Raumluft von Wohnhäusern gemessen werden. Abbildung 17 gibt einen Überblick über die in der Bodenluft auftretenden Radonkonzentrationen im Freistaat Sachsen.



**Abbildung 17** Radonkonzentration in der Bodenluft im Freistaat Sachsen. Diese Karte ist eine Übersichtskarte für Planungszwecke. Die Datenbasis reicht nicht für detaillierte Aussagen über kleinräumige Gebiete oder gar für Prognosen der Belastung von Einzelhäusern aus (Quelle: Bundesamt für Strahlenschutz).

Am 01. August 1993 wurde durch das damalige Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung die Beratungsstelle für Radongeschütztes Bauen eingerichtet und zunächst dem Landesamt für Umwelt und Geologie, später der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft unterstellt.

## 5.2 Die Beratungsstelle für Radongeschütztes Bauen

Als unabhängige, behördliche Stelle bearbeitet die Beratungsstelle im Dienste des vorsorglichen Schutzes der Bevölkerung vor Gesundheitsrisiken durch erhöhte Radonkonzentrationen folgende Aufgabenschwerpunkte:

-Allgemeine Beratung der Bevölkerung zu Fragen des Vorkommens und der Wirkung von Rn-222 in Wohnräumen sowie der Bewertung des daraus resultierenden Risikos im Vergleich zu anderen Risiken.

-Allgemeine Information und Beratung der Bevölkerung zu radongeschützten Bauweisen bei Um- und Neubau von Wohngebäuden.

-Allgemeine Beratung der Bevölkerung zu geeigneten Verhaltensweisen und vorbeugenden Selbsthilfemaßnahmen bei erhöhten Radonkonzentrationen in Wohnräumen.

-Auf Anfragen aus der Bevölkerung Durchführung von Radonmessungen in der Raumluft von Altbauten zur Einschätzung der Belastungssituation und ggf. Lokalisierung der Eintrittspfade oder bei beabsichtigtem Neubau Erstellung einer auf Bodenluftmessungen gestützten Prognose zum Erfordernis einer radongeschützten Bauweise.

-Bei vorliegenden, deutlich erhöhten Radonkonzentrationen in der Wohnraumluft Empfehlung einfacher, selbst durchführbarer Sanierungsmaßnahmen (ohne Baubegleitung und Übernahme einer Gewährleistung).

-Hinweise auf Fördermittelmöglichkeiten des Landes.

-Durchführung von Messprogrammen des Landes zur Erfassung der Belastungssituation durch Radon in Wohnräumen und der geologisch bedingten Radonkonzentration in der Bodenluft, ggf. in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Strahlenschutz.

Die Sprechzeiten für die Beratungstätigkeit zum Radongeschützten Bauen im Büro in Schlema finden dienstags und donnerstags von 10:00 bis 12:00 Uhr und von 13:30 bis 16:00 Uhr für Privatpersonen und öffentliche Einrichtungen statt. Darüber hinaus ist im Normalfall mindestens ein Mitarbeiter telefonisch in der Zweiten Landesmessstelle für Umweltradioaktivität in Chemnitz zu erreichen. Anfragen werden unter Verwendung der Info-Materialien von Bund und Land bei Bedarf auch schriftlich beantwortet.

Nach Terminabsprache werden montags, mittwochs und freitags Radonmessungen in Gebäuden bzw. in der Bodenluft sowie begleitende Messungen der Gammaortsdosisleistung durchgeführt. Bei den Messungen in Gebäuden handelt es sich zunächst um eine orientierende Messung mit dem Radonmonitor im 10min-Diffusionsmodus

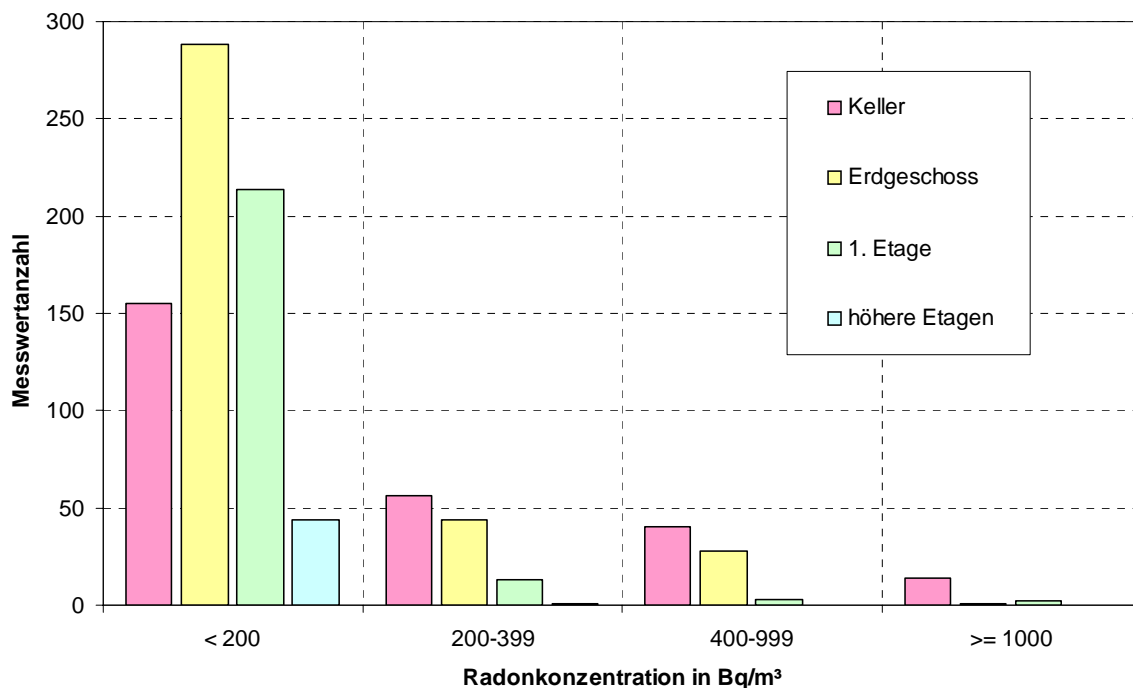
(über ca. 2 h) in einem eventuell als kritisch anzusehenden Raum (z.B. auch Keller) zur Feststellung der möglichen Größenordnung der Radonkonzentration. Falls hierbei deutlich erhöhte Werte auftreten, werden eine Suche nach Radoneintrittspfaden (Radonmonitor im Durchflussmodus mit Schlauch und Pumpe) durchgeführt und zur Verifizierung der durch diese Kurzzeitmessungen gewonnenen Momentaufnahmen Radonexposimeter ausgelegt, die je nach vorgesehener Expositionsdauer (1 Woche oder 3 Monate oder 12 Monate) zur Auswertung an die Messstelle zurück zu schicken sind. Die Zeit während der orientierenden Messung mit dem Radonmonitor wird zum Gespräch (Beratung, Information, Aufklärung) genutzt. Eine erste Erläuterung der am Display des Radonmonitors ablesbaren Messwerte erfolgt in der Regel ebenfalls bereits vor Ort.

In jedem Fall erhalten die Ratsuchenden (Bürger bzw. Einrichtungen) eine schriftliche Information über die Ergebnisse des durchgeführten Messeinsatzes mit einer Bewertung der Ergebnisse gemäß EU-Empfehlungen /27/ (zukünftig nach erfolgter Verabschiedung gemäß der deutschen Rechtsvorschriften bzw. Richtlinien). Bei weiterem Klärungsbedarf (gemessene Kurzzeitwerte im erhöhten Bereich von einigen 100 Bq/m<sup>3</sup>) werden Langzeitmessungen mit Passivdosimetern angeboten, ggf. auch bei neu errichteten Wohngebäuden in "Radongebieten" (auffällige Bodenluftwerte) oder nach durchgeführten Maßnahmen zur Senkung der Radonkonzentration ("Erfolgskontrolle"). Bei entsprechendem Befund werden Hinweise auf Möglichkeiten zur Senkung erhöhter Radonkonzentrationen auf der Grundlage des Radonhandbuches Deutschland /28/ gegeben. Bei Anfragen von Bauwilligen werden zusammen mit der schriftlichen Auswertung der Messergebnisse Informationen zum Radongeschützten Bauen auf der Grundlage der Empfehlungen des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie gegeben, die in geeigneter Weise Erfahrungen der früheren Beratungstätigkeit des Landesamtes zusammenfassen (im Entwurf der deutschen Radon-Richtlinie sind hierzu vergleichbare, jedoch textlich umfangreichere Aussagen enthalten). Der Ratsuchende wird darauf hingewiesen, dass diese öffentlich zugänglichen Informationen jedoch in keiner Weise die ggf. erforderliche Arbeit von Fachfirmen zur Bauplanung und -ausführung von Radonschutzmaßnahmen ersetzen können.

Die Durchführung von größeren Messprogrammen erfolgt auf Veranlassung des Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft bzw. des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie zur Beantwortung von Fragestellungen zum regionalen bzw. lokalen Radonpotential oder zu nutzungsabhängigen Expositionssituationen. In der Regel umfasst die Durchführung eine sorgfältige Vorauswahl sinnvoller Messorte, die Gewinnung von Teilnehmern, die Verteilung und Rückholung von Exposimetern sowie die elektronische Erfassung der Messergebnisse gemeinsam mit den relevanten Begleitinformationen (Adresse, Haustyp, Bauweise, Baujahr bei Messungen in Gebäuden bzw. Koordinaten, Bodentyp bei Bodenluftuntersuchungen etc.) in der Datenbank zur Umweltradioaktivität in Sachsen. Hierdurch sind Auswertungen und die Bereitstellung der Daten nach verschiedenen Kriterien möglich.

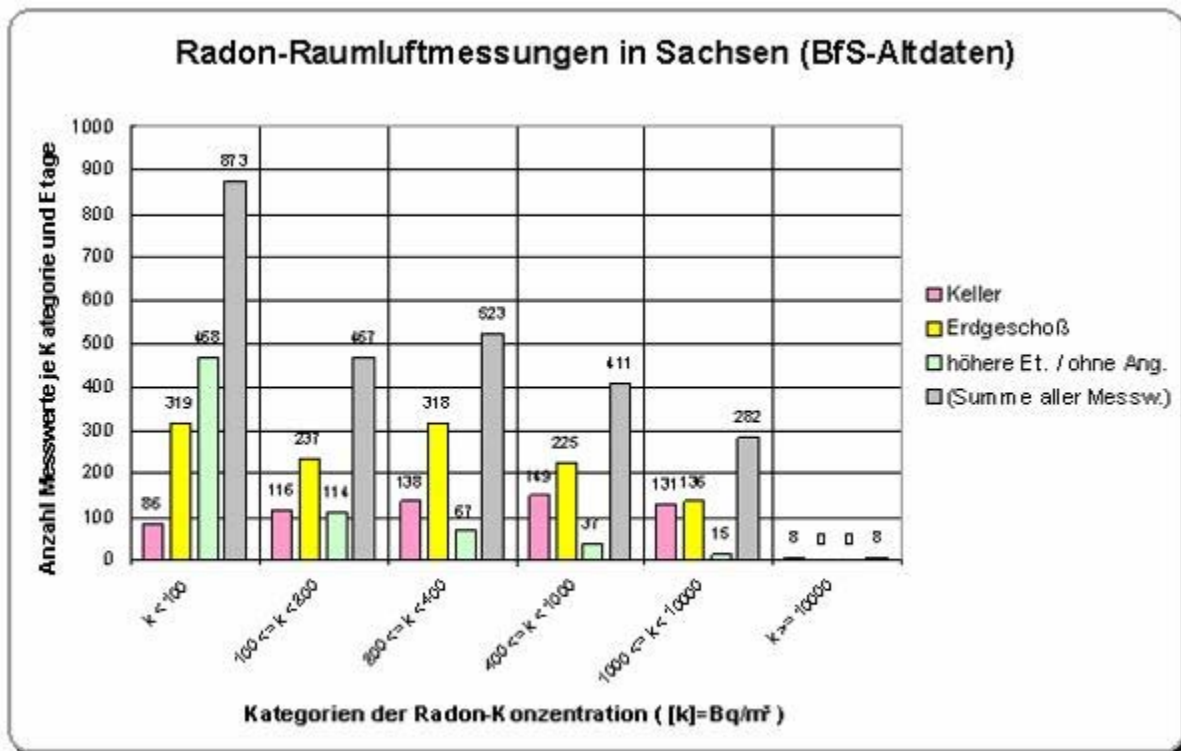
Als Beispiel ist in der folgenden Abbildung 18 eine Gesamtübersicht der Ergebnisse des Messprogramms im Landkreis Löbau-Zittau, das von 2001 bis 2002 durchgeführt und im Jahr 2003 ausgewertet wurde, dargestellt. Abbildung 19 zeigt exemplarisch eine Auswertung des Datenbestandes, der vor allem vom Bundesamt für Strahlenschutz in Sachsen erhoben wurde und den Sächsischen Behörden zur Verfügung steht.

Den Anforderungen des Datenschutzes bei der Datenerfassung wird umfassend Rechnung getragen. Die Ratsuchenden bzw. Teilnehmer an Messprogrammen bestätigen auf einem Formblatt ihre Zustimmung zur elektronischen Speicherung der Daten und für deren Verwendung für anonymisierte Auswertungen der sächsischen Landesbehörden. Die Weitergabe personenbezogener Daten (Namen und Adressen ohne oder mit den ermittelten Radonwerten) erfolgt in keinem Fall.



**Abbildung 18** Häufigkeitsverteilung der Radonkonzentration im Messprogramm "Löbau-Zittau" in Abhängigkeit von der Etage





**Abbildung 19** Auswertung der in Sachsen vorhandenen Datenbestände an Radon-Raumluftmessungen (speziell solche vom Bundesamt für Strahlenschutz erhobene Daten)

Alle Begriffserläuterungen entstammen dem dtv-Lexikon, 20 bändige Taschenbuchausgabe und der Internetveröffentlichung des Arbeitskreises „Umweltüberwachung“ des Fachverbands Strahlenschutz „Radioaktivität und Strahlung - Grenzwerte und Richtlinien-„.

### 6. Literatur

- /1/ Bericht „Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 2002“, Unterrichtung des Bundestages durch die Bundesregierung; Bundestagdrucksache 15/1660 vom 01.10.2003.  
([http://www.bmu.de/de/1024/js/download/b\\_parlamentsbericht02/](http://www.bmu.de/de/1024/js/download/b_parlamentsbericht02/))
- /2/ StrVG (Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung – Strahlenschutzvorsorgegesetz vom 19.12.1986 BGBl I S. 2610, zuletzt geändert am 25.11.2003 BGBl I S. 2304)
- /3/ AtG (Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren - Atomgesetz vom 23.12.1959 BGBl I S. 814, neu gefasst am 15.07.1985 BGBl I S. 1565, zuletzt geändert am 06.01.2004 BGBl I S. 2)
- /4/ StrlSchV (Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen Strahlenschutzverordnung vom 20.07.2001 BGBl I S. 1714, zuletzt geändert am 18.06.2002 BGBl I S. 1869)
- /5/ Vertrag zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik über die Herstellung der Einheit Deutschlands (BGBl. II 1990, 889 vom 31.08.1990, zuletzt angepasst am 27.12.2003)
- /6/ VOAS (Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz vom 11.10.1984 DDR GBl I Nr. 30, Seiten 348 ff. 21.11.1984)
- /7/ HaldAO (Anordnung zur Gewährleistung des Strahlenschutzes bei Halden und industriellen Absetzanlagen und bei der Verwendung darin abgelagerter Materialien vom 17.11.1980 DDR GBl. I Nr. 34 S. 347)
- /8/ AVV-IMIS (Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Integrierten Mess- und Informationssystem nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz vom 27.09.1995, BAnz. 47 Nr. 200a vom 24.10.1995)
- /9/ Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz, Teil I: Messprogramm für den Normalbetrieb (Routinemessprogramm) vom 28.07.1994 (GMBI 1994, S. 930)
- /10/ SächsStrVAG – (Sächsisches Gesetz zur Ausführung strahlenschutzvorsorgerechtlicher Vorschriften vom 20.05.2003 GVBl S. 130)
- /11/ SächsStrVZuVO – (Gemeinsame Verordnung des SMUL und des SMS über Zuständigkeiten zur Ausführung strahlenschutzvorsorgerechtlicher Vorschriften – Sächsische Strahlenschutzvorsorge-Zuständigkeitsverordnung vom 16.04.2004 GVBl S. 173)
- /12/ AtStrZuVO – (Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über die Zuständigkeiten zum Vollzug atom- und strahlenschutzrechtlicher Vorschriften – Zuständigkeitsverordnung Atom- und Strahlenschutzrecht vom 17. Juni 2003 GVBl S. 173)
- /13/ JAHRESBERICHT STRAHLENSCHUTZ 2003 des Forschungszentrums Rossendorf e.V. und des Vereins für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V. (VKTA – 76; März 2004)
- /14/ REI (Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen vom 30.06.1993 GMBI 1993 S. 502)
- /15/ Richtlinie zur Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken vom 20.03.1996, GMBI. S. 313
- /16/ Wie sicher ist der Forschungsstandort Rossendorf? Hrsg.: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung; 1995
- /17/ Wismut-Gesetz (Gesetz zu dem Abkommen vom 16. Mai 1991 zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken über die Beendigung der Tätigkeit der Sowjetisch-Deutschen Aktiengesellschaft Wismut vom 12.12.1991 – BGBl. II S-1138-1141 (1991))
- /18/ Verwaltungsabkommen zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Freistaat Sachsen zu den sächsischen Wismut-Altstandorten (VA-Wismut-Altstandorte) vom 05.09.2003
- /19/ Debertin, K.; Kolb, W.; Lauterbach, U.; Peßara, W.: "Umweltradioaktivität - Probleme bei Aktivitätsbestimmungen", PTB-Ra-19, Braunschweig 1987
- /20/ REI-Bergbau (Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bergbaulicher Tätigkeiten, unveröffentlichte Richtlinie des BMU)
- /21/ Anordnung der Durchführung von Programmen zur Überwachung der Umweltradioaktivität in den Sanierungsbetrieben der WISMUT GmbH auf dem Territorium des Freistaates Sachsen; Anordnung des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie vom 08.08.1996 (Az.: 44-4686.20/4)
- /22/ Umweltbericht WISMUT 2003; Hrsg.: Unternehmensleitung der WISMUT GmbH; 2004.  
(<http://www.wismut.de>)
- /23/ "Strahlenschutzkriterien für die Nutzung von möglicherweise durch den Uranbergbau beeinflussten Wässer als Trinkwasser", Empfehlung der Strahlenschutzkommission (SSK) verabschiedet auf der 114. Sitzung der SSK am 10./11. Dezember 1992
- /24/ Radioaktivität – Normalität oder Risiko ? Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie; 1999
- /25/ Radongeschütztes Bauen – Beratungsstelle in Schlema; Hrsg.: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie; 1997
- /26/ Radon – Gesundheitsrisiko der Heilmittel; Hrsg.: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft; 2003
- /27/ Empfehlungen der Kommission zum Schutz der Bevölkerung vor Radonexposition innerhalb von Gebäuden, Kommission der Europäischen Gemeinschaften, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 80/26 vom 27.03.1990
- /28/ Radon-Handbuch Deutschland, Hrsg. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Bundesamt für Strahlenschutz; 2001

## **Impressum**

- Herausgeber:** Sächsisches Staatsministerium für  
Umwelt und Landwirtschaft  
01076 Dresden  
**Internet:** [www.smul.sachsen.de](http://www.smul.sachsen.de)
- Bürgerbeauftragte:** Frau Sabine Kühnert  
Telefon: (03 51) 564 68 14, Fax: (03 51) 564 68 17  
**E-Mail:** [info@smul.sachsen.de](mailto:info@smul.sachsen.de)  
(Kein Zugang für elektronisch signierte sowie für verschlüsselte  
elektronische Dokumente)
- Redaktion:** Sächsisches Staatsministerium für Umwelt  
und Landwirtschaft
- Redaktionsschluss:** November 2004
- Auflagenhöhe:** 300 Exemplare
- Gestaltung:** Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft,  
Frau Menzer
- Druck:** Sächsisches Staatsministerium der Finanzen (Hausdruckerei)
- Papier:** Gedruckt auf 100 % Recycling-Papier
- Kostenlose Bestelladresse:** Zentraler Broschürenversand der Sächsischen Staatsregierung  
Hammerweg 30, 01127 Dresden  
Tel.: (03 51) 210 36 71 oder (03 51) 210 36 72  
Fax: (03 51) 210 36 81  
E-Mail: [publikationen@sachsen.de](mailto:publikationen@sachsen.de) (Kein Zugang für  
elektronisch signierte sowie für verschlüsselte elektronische  
Dokumente)

### **Verteilerhinweis:**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.