



Das Lebensministerium



Umweltradioaktivität 2000

Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen
Jahresbericht 2000

Freistaat  Sachsen

Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	3
2	VORKOMMEN VON RADIOAKTIVITÄT	4
3	GESETZLICHE GRUNDLAGEN FÜR DIE ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT	5
3.1	Überwachung der Umweltradioaktivität	5
3.2	Überwachung der anlagenbezogenen Radioaktivität – kerntechnische Anlagen	6
3.3	Überwachung der anlagenbezogenen Radioaktivität – ehemaliger Uranerzbergbau	7
4	ERGEBNISSE DER ÜBERWACHUNG DER RADIOAKTIVITÄT	8
4.1	Allgemeine Umweltradioaktivität	8
4.2	Anlagenbezogene Radioaktivität - kerntechnische Anlagen	16
4.3	Anlagenbezogene Radioaktivität - Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues	21
5	STRAHLENEXPOSITION	25
6	LITERATURVERZEICHNIS	29
7	ERLÄUTERUNGEN VON BEGRIFFEN, SYMBOLEN UND ABKÜRZUNGEN	30

1 Einleitung

Die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt begann in Deutschland in den frühen fünfziger Jahren mit der Messung des radioaktiven Fallouts als Folge der oberirdischen Kernwaffentests. 1955 wurde der Deutsche Wetterdienst (DWD) mit der großräumigen Überwachung der Radioaktivität von Luftaerosolen und Niederschlag beauftragt. Mit dem „Vertrag zur Gründung der Europäischen Atomgesellschaft“ von 1957 verpflichtete sich die Bundesrepublik Deutschland zur Überwachung der Umweltradioaktivität. Die Überwachungsaufgaben teilen sich seither der Bund und die Länder.

Mit der Errichtung von Anlagen zur großtechnischen, friedlichen Nutzung der Kernenergie kam die Umgebungsüberwachung dieser Anlagen hinzu. Die Überwachung leitet sich aus dem Atomgesetz (AtG) /1/ und der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /2/ ab und ist in der „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“ /3/ geregelt. Der Störfall im Block A des Kernkraftwerkes Gundremmingen im Jahr 1977 war dann Anlaß für die Errichtung von „Kernreaktor-Fernüberwachungssystemen (KFÜ)“ für Leistungsreaktoren. Es werden ausgewählte Parameter der kerntechnischen Anlage erfasst und on-line an die atomrechtlichen Aufsichtsbehörden übertragen.

Der Unfall im Kernkraftwerk Tschernobyl im Jahre 1986 verursachte eine großräumige Kontamination und führte in der Bundesrepublik Deutschland zur Verabschiedung des Strahlenschutzvorsorgegesetzes (StrVG) /4/. Auf dieser Grundlage wurde die bisherige großräumige Überwachung der Umweltradioaktivität ertüchtigt und mit Hilfe der Informationstechnik zu einem umfassenden „Integrierten Mess- und Informationssystem (IMIS)“ ausgebaut. In nahezu gleicher Weise wie bei der Umsetzung des Euratom-Vertrages teilen sich die Überwachungsaufgaben der Bund und die Länder.

Mit der Wiedervereinigung Deutschlands 1990 wurden die fünf neuen Bundesländer in das IMIS eingebunden. Es erweiterte sich das Aufgabenspektrum der Überwachung der Umweltradioaktivität um die Überwachung der Hinterlassenschaften des ehemaligen Uranerzbergbaus (in Sachsen und Thüringen) sowie des seit dem späten Mittelalter betriebenen Erzbergbaus (z.B. der Kupferschiefergewinnung im Mansfelder Gebiet in Sachsen-Anhalt). Die Ermittlung der Umweltradioaktivität

aus bergbaulicher Tätigkeit wurde als Bundesaufgabe in das StrVG übernommen.

Die behördliche Überwachung der Umweltradioaktivität in der Umgebung der im Besitz der WISMUT GmbH befindlichen Anlagen ist Länderaufgabe im Auftrag des Bundes und basiert auf der nach dem Einigungsvertrag weiter geltenden Verordnung zur Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz (VOAS) /5/. Die Aufgabenstellung und die Zuständigkeiten für die Emissions- und Immissionsüberwachung sind in analoger Weise zur REI bei den kerntechnischen Anlagen in einer „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bei bergbaulichen Tätigkeiten (REI-Bergbau)“ /6/ geregelt.

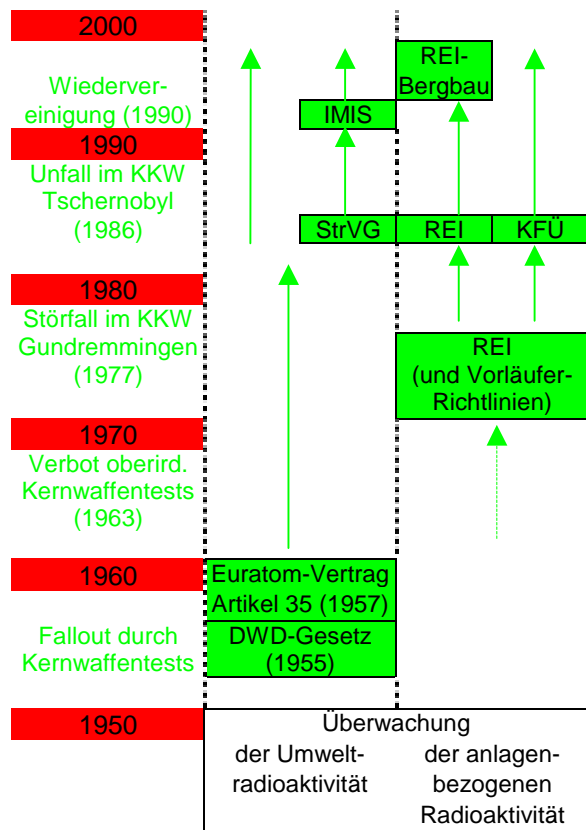


Abbildung 1: Geschichte der Radioaktivitätsüberwachung (vereinfacht – nach /7/)

Von 1959 bis 1990 wurde auf dem Territorium der DDR die Überwachung der Umweltradioaktivität und der anlagenbezogenen Radioaktivität anfangs durch verschiedene Institutionen und später durch das Staatliche Amt für Atomsicherheit und Strahlenschutz (SAAS) wahrgenommen. Nach der Wiedervereinigung übernahm bis zum 30.06.1991 die gemeinsame Einrichtung der Länder (GEL) diese Aufgaben, ehe sie ab 01.07.1991 in Länderhoheit übergingen. Im Freistaat Sachsen wurde im Jahr 1991 die Landesmessstelle für Umweltradioak-

tivität im Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) Standort Radebeul Wahnsdorf installiert. Der Landesmessstelle für Umweltradioaktivität sind u.a. folgende Aufgaben übertragen worden:

- Landesmessstelle und Landesdatenzentrale nach dem StrVG;
- Behördlich beauftragte Sachverständige für die Emissionsüberwachung und unabhängige Messstelle für die Immissionsüberwachung von kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort (FS) Rossendorf;
- unabhängige Messstelle für die Emissions- und Immissionsüberwachung von bergbaulichen Tätigkeiten an den Standorten der WISMUT GmbH in Königstein, Gittersee, Schlema-Alberoda, Pöhla und Crossen.

Seit 01.01.1994 sind die Aufgaben der Messstelle dem Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft (UBG) übertragen worden. Eine zweite Landesmessstelle im Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG wurde auf der Grundlage des Kabinettsbeschlusses 02/0447 vom 18.06.1996 in Chemnitz aufgebaut. Die Inbetriebnahme fand im Mai 2000 statt. Die UBG untersteht der Dienstaufsicht des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL). Im Bereich Umweltradioaktivität übt das SMUL ebenso die Fachaufsicht aus. Auf den Gebieten Datenerhebung zur Überwachung radioaktiver Altlasten und Radon in Häusern sowie aufsichtlichen Kontrollmessungen einschließlich Messungen bei bedeutsamen Ereignissen wird die Fachaufsicht durch das LfUG ausgeübt.

Der Jahresbericht mit dem Titel „Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen“ wird seit dem Jahre 1994 jährlich zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Er gibt Auskunft über die Ergebnisse der Überwachungsaufgaben nach dem StrVG, am Forschungsstandort Rossendorf sowie an den sächsischen Standorten der WISMUT GmbH. Einzelergebnisse sind auf Anfrage bei der UBG erhältlich.

2 Vorkommen von Radioaktivität

Kennzeichnend für radioaktive Stoffe ist die Emission ionisierender Strahlung infolge spontaner Umwandlung von Atomkernen. Die ionisierende Strahlung (z. B. Alpha-, Beta- oder Gammastrahlung) kann bei Einwirkung auf lebende Organismen mit deren Zellmaterial wechselwirken und Veränderungen hervorrufen. Deshalb ist eine Untersuchung und Über-

wachung der Radioaktivität von Gegenständen, Einrichtungen und Anlagen, die in irgendeiner Weise mit dem Menschen in Berührung kommen können, zum Schutz der Bevölkerung und der Umwelt notwendig. Ionisierende Strahlen lassen sich nicht durch menschliche Sinne wahrnehmen. Es gibt aber sehr leistungsfähige Messverfahren, die die Eigenschaft des Ionisierungsvermögens der Strahlung ausnutzen, um Art und Intensität (z.B. Aktivität) festzustellen. Daraus lässt sich die Strahlenexposition für den Menschen ermitteln.

Es gibt zwei Arten der Einwirkung ionisierender Strahlung auf den Menschen, die äußere und die innere Strahlenexposition. Größen für die Beurteilung sind die Dosis bzw. Dosisleistung. Während die äußere Strahlenexposition direkt gemessen wird, muss die innere Exposition, die nach Verzehr (Ingestion) und Einatmen (Inhalation) erfolgt, über die Messung der Aktivität (Becquerel oder Becquerel pro Masse- oder Volumeneinheit) in den einzelnen Umweltbereichen und Produkten mit anschließender Berechnung der Dosis ermittelt werden.

Es gibt natürliche und künstliche Radionuklide. Natürliche Radionuklide lassen sich in drei Klassen einteilen /8/:

- Primordiale Radionuklide, die seit Entstehung der Erde vorhanden sind (vgl. Abbildung 2). 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 2).
- 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).

Die Verbreitung der Radionuklide der ersten beiden Klassen erfolgt vom Boden aus in die bodennahe Atmosphäre (Atemluft), in Wasser, Pflanzen, Tiere und Baumaterialien. Kosmogene Nuklide befinden sich in der Atemluft. Mit der Nahrungsaufnahme und der Atemluft erfolgt eine innere und durch Bodenstrahlung, aus Baumaterialien und kosmische Strahlung eine äußere Strahlenexposition des Menschen durch natürliche Quellen.

Künstliche Radionuklide entstehen vor allem bei der Nutzung der Kernenergie. So entstehen z.B. durch Neutroneneinfang während des Abbrandes der Kernbrennstoffe im Reaktor

Radioaktivität in Luft und Niederschlägen, in Bundeswasserstraßen und in Nord- und Ostsee sowie der Gammaortsdosisleistung. Die im § 3 StrVG genannten Aufgaben der Länder umfassen die Ermittlung der Radioaktivität

- in Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen und Bedarfsgegenständen sowie Arzneimitteln und deren Ausgangsstoffen,
- in Futtermitteln,
- im Trinkwasser, Grundwasser und in oberirdischen Gewässern außer Bundeswasserstraßen,
- in Abwässern, im Klärschlamm, in Reststoffen und Abfällen,
- im Boden und in Pflanzen (z. B. Farne, Laub),
- in Düngemitteln.

Die von den Ländern gemäß § 3 StrVG gewonnenen Daten werden an die Zentralstelle des Bundes für die Überwachung der Umweltradioaktivität (ZdB) übermittelt. Die Länder bedienen sich hierzu des von der ZdB betriebenen bundesweiten Integrierten Mess- und Informationssystems (IMIS).

Die Überwachung der Umweltradioaktivität erfordert, den derzeit vorhandenen Pegel der Radioaktivität in den genannten Umweltbereichen und Medien zu kennen und zu bewerten sowie alle Mess- und Arbeitsmethoden, die diesem Ziel dienen, zu trainieren. Das geschieht im sogenannten Messprogramm für den Normalbetrieb /11/. Es ist die Voraussetzung dafür, dass in einem Ereignisfall das durch den BMU in Kraft gesetzte Intensivmessprogramm /12/ vollzogen werden kann. Durch die genaue Ermittlung der Veränderung der Umweltradioaktivität infolge eines Ereignisses oder einer Tätigkeit ist die daraus resultierende Veränderung der Strahlenexposition auf den Menschen und die Umwelt feststellbar. Im IMIS werden in erheblichem Maße nuklidspezifische Aktivitätsbestimmungen in allen für den Menschen expositionsrelevanten Medien, die inkorporiert werden können, durchgeführt. Die

eingesetzten Messverfahren richten sich nach den Messanleitungen für die Radioaktivität des BMU /13/ bzw. nach den Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität des Fachverbandes Strahlenschutz /14/.

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die im Freistaat Sachsen überwachten Umweltbereiche und Medien sowie über die dabei angewandten Messverfahren. Im Ereignisfall wird die Beprobungsfrequenz für die Umweltbereiche für den Zeitraum des Ereignisses erhöht. Gegebenenfalls wird auch die Anzahl der Probenentnahmeorte vergrößert. Alle Analysen nach § 3 StrVG werden von autorisierten Messlabors der Länder, den sogenannten Landesmessstellen, in Bundesauftragsverwaltung ausgeführt. Im Freistaat Sachsen sind diese Aufgaben dem Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG mit den zwei Landesmessstellen und der Landesdatenzentrale übertragen worden.

3.2 Überwachung der anlagenbezogenen Radioaktivität – kerntechnische Anlagen

Die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung kerntechnischer Anlagen erfolgt in Deutschland auf der Grundlage der §§ 44-48 StrlSchV in Verbindung mit dem AtG. Der BMU hat zur bundeseinheitlichen Gestaltung der Überwachungsmaßnahmen die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) und die Richtlinie "Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen aus Kernkraftwerken" erlassen.

Im Freistaat Sachsen werden die kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort Rossendorf sowohl bezüglich der Ableitung radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser als auch bezüglich des Eintrages radioaktiver Stoffe in

Tabelle 1: Überblick über die Messaufgaben nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz für den Freistaat Sachsen

Überwachte Umweltbereiche und Medien	
-	Freilandgemüse, Getreide, Obst, Kartoffeln, Rindfleisch, Schweinefleisch, Kalbfleisch, Geflügel, Gesamtnahrung, Säuglings- und Kleinkindernahrung, Milch, Gras, Blätter, Nadeln, Weide- und Wiesenbewuchs, Mais, Futtergetreide, Futterkartoffeln, Boden, Oberflächenwasser, Sedimente, Schwebstoff, Trinkwasser, Grundwasser, Süßwasserfisch, Abwasser, Klärschlamm, Deponie für Hausmüll und Klärschlamm, Kompostieranlagen, Tabak
-	Importierte Produkte (Freilandgemüse, Getreide, Obst, Kartoffeln, Rindfleisch, Schweinefleisch, Kalbfleisch, Geflügel, Milchprodukte, Einzelfuttermittel, Fisch einschl. Krusten- und Schalentiere)
-	Landesproben nach § 2 (2) StrVG (Wildpilze, Farne, Oberflächenwasser, Schwebstoff, Süßwasserfisch)
Angewandte Messverfahren	
-	γ -Spektrometrie, Sr-90-Bestimmung, α -Spektrometrie, H-3-Bestimmung, In-situ- γ -Spektrometrie

Tabelle 2: Überblick über die Messaufgaben gemäß REI für die unabhängige Messstelle am Forschungsstandort Rossendorf

Überwachte Umweltbereiche und Medien
- Emission: Abluft (Aerosole und Iod), Abwasser - Immission (bestimmungsgemäßer Betrieb): Luft (äußere Strahlung und Aerosole), Niederschlag, Boden, Futtermittel, Freilandgemüse, Obst, Milch, Oberflächenwasser, Sediment, Süßwasserfisch, Trinkwasser - Immission (Störfalltraining): Luft (äußere Strahlung, Aerosole und Iod), Boden, Bewuchs, Milch, Oberflächenwasser.
Angewandte Messverfahren
- γ -Spektrometrie, Sr-90-Bestimmung, H-3-Bestimmung, In-situ- γ -Spektrometrie, Messung der Ortsdosisleistung, Bestimmung der Ortsdosis mittels Thermolumineszenzdosimetern

die Umgebung überwacht. Alle Altanlagen wurden mit dem 31.12.1991 außer Betrieb genommen und werden - soweit dies nicht schon erfolgt ist - derzeit stillgelegt. Die Ableitung ist durch behördliche Festlegungen begrenzt. Damit wird dem Schutzziel des Atomgesetzes, "Leben, Gesundheit und Sachgüter vor den Gefahren der Kernenergie und der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen zu schützen", Genüge getan. Da die kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort Rossendorf kein Kernkraftwerk sind, wird die REI gemäß Anhang D unter Berücksichtigung der Spezifik der Anlagen für die Überwachung der Anlagen in Rossendorf angewendet. Für die Emissionsüberwachung der kerntechnischen Anlage am Forschungsstandort Rossendorf ist der Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik e.V. (VKTA) verantwortlich. Durch eine behördlich bestimmte, unabhängige Messstelle müssen Kontrollmessungen durchgeführt werden. Der Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG ist mit dieser Aufgabe beauftragt worden.

Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die von der UBG überwachten Umweltbereiche und Medien sowie über die angewandten Messverfahren.

3.3 Überwachung der anlagenbezogenen Radioaktivität – ehemaliger Uranerzbergbau

Die Überwachung der Radioaktivität in der Umgebung der Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues erfolgt in Deutschland auf der Grundlage der Verordnung zur Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz (VOAS) /5/. Diese Verordnung der DDR gilt

gemäß dem Einigungsvertrag unter bestimmten Bedingungen auf dem Gebiet der neuen Bundesländer weiter. Der BMU hat zur einheitlichen Gestaltung der Überwachungsmaßnahmen die REI-Bergbau erlassen.

Die Überwachung der Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues an den Standorten Königstein, Gittersee, Schlema-Alberoda, Pöhla 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. Durch Anordnung des LfUG vom 27.09.1996 wurde die WISMUT GmbH verpflichtet, die zwischenzeitlich bewährten Basisprogramme zur Überwachung der Umweltradioaktivität als langfristiges Monitoring weiterzuführen. Der Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG 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 SMUL (seit 01.07.2000 vom LfUG) auf der Grundlage der VOAS erteilten Genehmigungen. Dem Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG werden behördliche Kontrollmessungen vom SMUL als Genehmigungsbehörde oder vom LfUG als Aufsichtsbehörde (seit 01.07.2000 vom LfUG als Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde) zugewiesen.

Die Tabelle 3 gibt einen Überblick über die von der UBG überwachten Umweltbereiche und Medien sowie über die angewandten Messverfahren.

Tabelle 3: Überblick über die Messaufgaben der unabhängigen Messstelle bei der Umgebungsüberwachung der WISMUT-Sanierungsbetriebe (behördliches Kontrollprogramm zum Basisprogramm)

Überwachte Umweltbereiche und Medien
- Emission: Abluft/Abwetter, Abwasser - Immission: Luft, Sickerwasser, Oberflächenwasser, Grundwasser, Trinkwasser, Bodenoberfläche (Niederschlag)
Angewandte Messverfahren
- Bestimmung von U_{nat} , Ra-226, Pb-210 sowie von langlebigen Alphastrahlern, Radonmessung

4 Ergebnisse der Überwachung der Radioaktivität

4.1 Allgemeine Umweltradioaktivität

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 Strahlenexposi-

tion führen können. 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.

Abbildung 3 gibt einen Überblick über die regionale Verteilung der im Freistaat Sachsen ausgewählten Probenentnahme- und Messorte. Diese wurden auf Gemeindeebene zu Probenentnahmeorten verschiedener Kategorien verdichtet. Ein Probenentnahmeort kann aus mehreren i.d.R. dicht nebeneinander liegenden Punkten bestehen, an denen insgesamt bis zu 15 verschiedene Umweltbereiche beprobt werden.

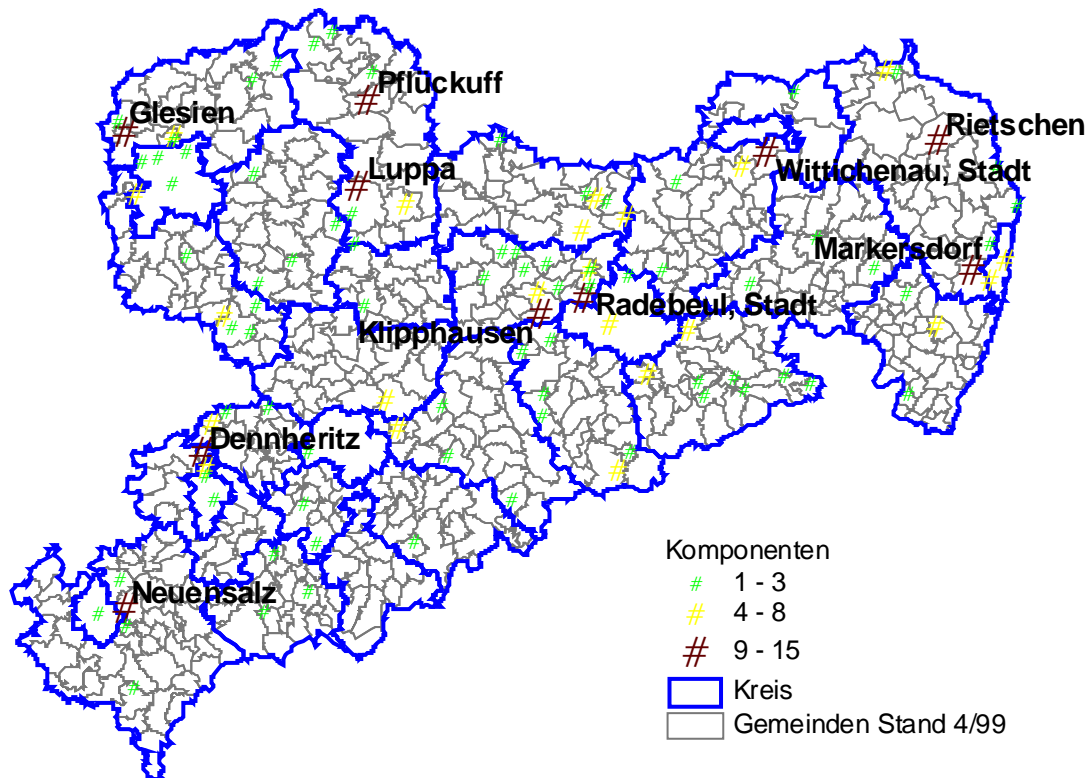


Abbildung 3: Probenentnahmeorte für das Messprogramm im Normalbetrieb für den Freistaat Sachsen nach §3 StrVG

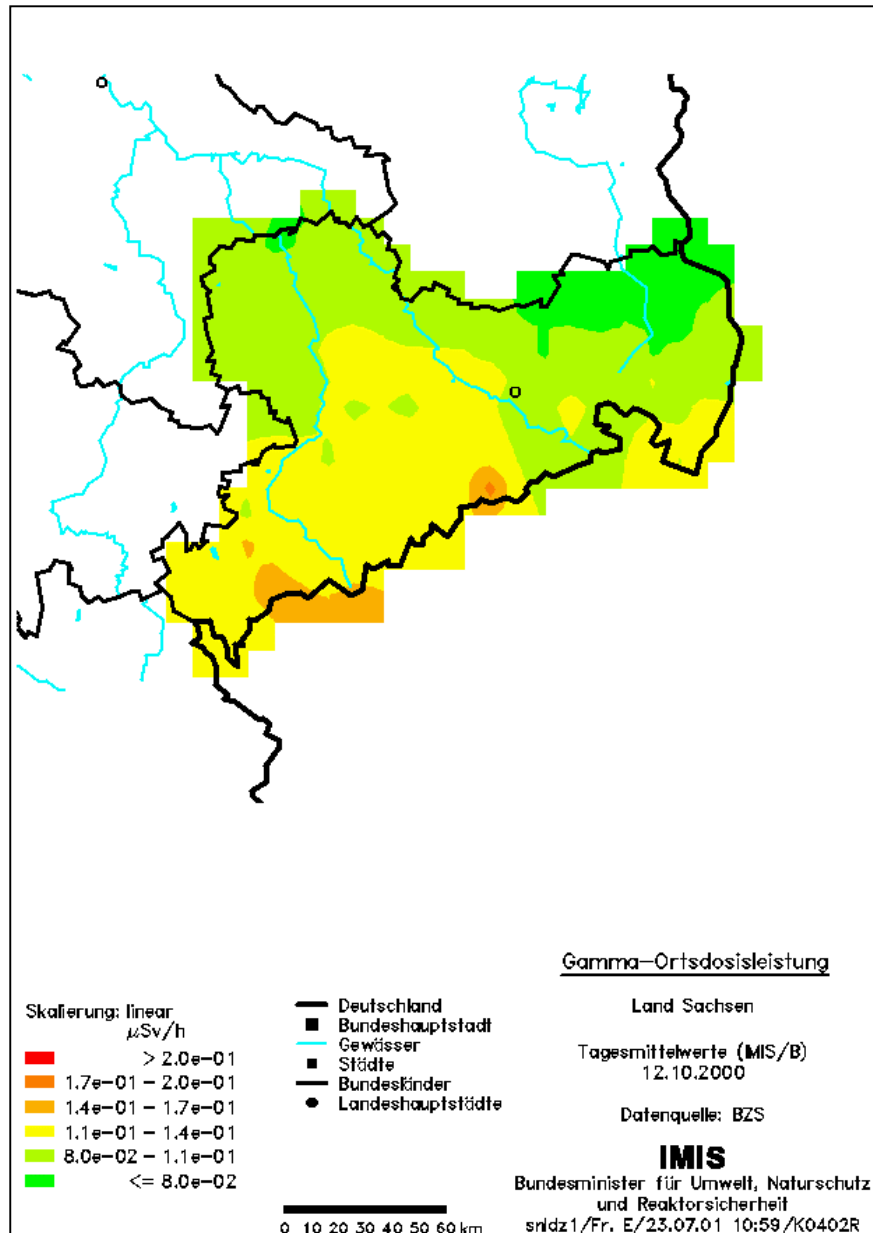


Abbildung 4: Tagesmittelwerte (12.10.2000) für die Gammaortsdosisleistung im Freistaat Sachsen

Ortsdosisleistung(ODL), 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 Umweltbereiche z.B. aus der Luft möglich ist. Die Messung der Gammaortsdosisleistung erfolgt in Sachsen an den Messstationen des ODL-Messnetzes des BfS durch den Bund. Ein landeseigenes Messnetz gibt es in Sachsen diesbezüglich nicht. Es können aber die vom Bund erhobenen Daten über das Rechnernetz des IMIS von den Ländern abgerufen und z.B. in Form von Zeitreihen für einen Ort oder flächendeckend für Sachsen für einen wählbaren Zeitraum dargestellt werden.

Abbildung 4 zeigt als Beispiel die Tagesmittelwerte vom 12.10.2000 für die zum damaligen Zeitpunkt in Betrieb befindlichen 97 Messstationen in Sachsen. Der Messnetzaufbau begann in den neuen Bundesländern 1993 und wird nach Abschluss des Aufbaues 128 Messstationen umfassen. Die unterschiedlichen Dosisleistungen in Abbildung 4 resultieren aus den unterschiedlichen geologischen Verhältnissen, wobei abhängig von der Witterung und insbesondere der Niederschlagssituation deutliche, natürlich bedingte Schwankungen möglich sind (Auswaschen von Radonfolgeprodukten aus der Luft und Ablagerung auf dem Boden). Der Mittelwert aus den 97 Werten der Abbildung 4 beträgt 0,108 µSv/h. Der Wertebereich umfasst 0,067bis 0,181 µSv/h.

Auch für die Umweltbereiche Luft und Niederschlag lassen sich für das Gebiet des Freistaates Sachsen vom Bund erhobene Daten über den Rechnerverbund des IMIS abfragen. Zur Zeit sind in der Luft Aktivitätswerte natürlicher 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 Routineprogramm werden Bodenarten und 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.

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, Cs-134 (im

Tabelle 4: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (spezifische Aktivität bzw. nuklidspezifische Ortsdosisleistung) von Boden, Futtermittel und Pflanzen für das Jahr 2000

	Nuklid	Anzahl der Werte	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
Boden					
Ackerboden	Cs-137	6	6,6E+00	1,7E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	6	3,4E+02	7,6E+02	
Weideboden	Cs-137	6	8,3E+00	2,5E+01	
	K-40	6	2,6E+02	9,3E+02	
	Sr-90	5	1,0E+00	3,1E+00	
Nuklidspezifische Ortsdosisleistung	Cs-137	25	4,1E-04	3,5E-03	
	K-40	25	1,1E-03	2,2E-02	
Futtermittel (ohne importierte Produkte)					
Weide- und Wiesenbewuchs	Cs-137	20	1,9E-01	1,7E+00	Bq/kg(TM)
	K-40	20	6,8E+02	1,4E+03	
	Sr-90	10	6,4E-01	3,1E+00	
Grünmais	Cs-137	20	1,3E-01	1,2E+00	
	K-40	20	2,3E+02	8,0E+02	
Futtergetreide	Cs-137	10	< 5,5E-02	< 1,6E-01	
	K-40	10	1,0E+02	1,6E+02	
Futterkartoffeln	Cs-137	10	9,2E-02	7,8E-01	
	K-40	10	5,8E+02	1,0E+03	
Pflanzen (ohne Landesmessprogramm nach §2 (2) StrVG)					
Laub	Cs-137	6	4,8E-01	2,5E+01	Bq/kg(TM)
	K-40	6	1,5E+02	3,0E+02	
Gras	Cs-137	6	< 2,0E-01	2,0E+00	
	K-40	6	1,5E+02	5,0E+02	
Nadeln	Cs-137	3	2,8E+00	1,2E+02	
	K-40	3	1,7E+02	2,7E+02	

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

Bericht wegen der Kleinheit der Werte nicht ausgewiesen, Aktivitätsverhältnis Cs-134/Cs-137 ca. 0,02) und Sr-90 als Folge der oberirdischen Kernwaffenversuche und des Reaktorunfalls von Tschernobyl und das natürliche Radionuklid K-40 nachgewiesen. Die spezifische Aktivität von K-40 ist in der Regel größer als die der künstlichen Radionuklide. In Tabelle 4 sind die Ergebnisse zusammengestellt. Es sind jeweils Messwerte oder Nachweisgrenzen angegeben. Die Nachweisgrenze gibt an, welcher kleinste wahre Wert der Messgröße mit einem anzuwendenden Messverfahren noch nachgewiesen werden kann. Sie erlaubt damit die Entscheidung darüber, ob das Messverfahren den gestellten Anforderungen genügt und damit für den Messzweck geeignet ist.

Abbildung 5 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.

Gewässer

Wasser ist u.a. lebensnotwendig für die Ernährung aller Lebewesen, weshalb für die Untersuchung des Gehaltes an radioaktiven Stoffen

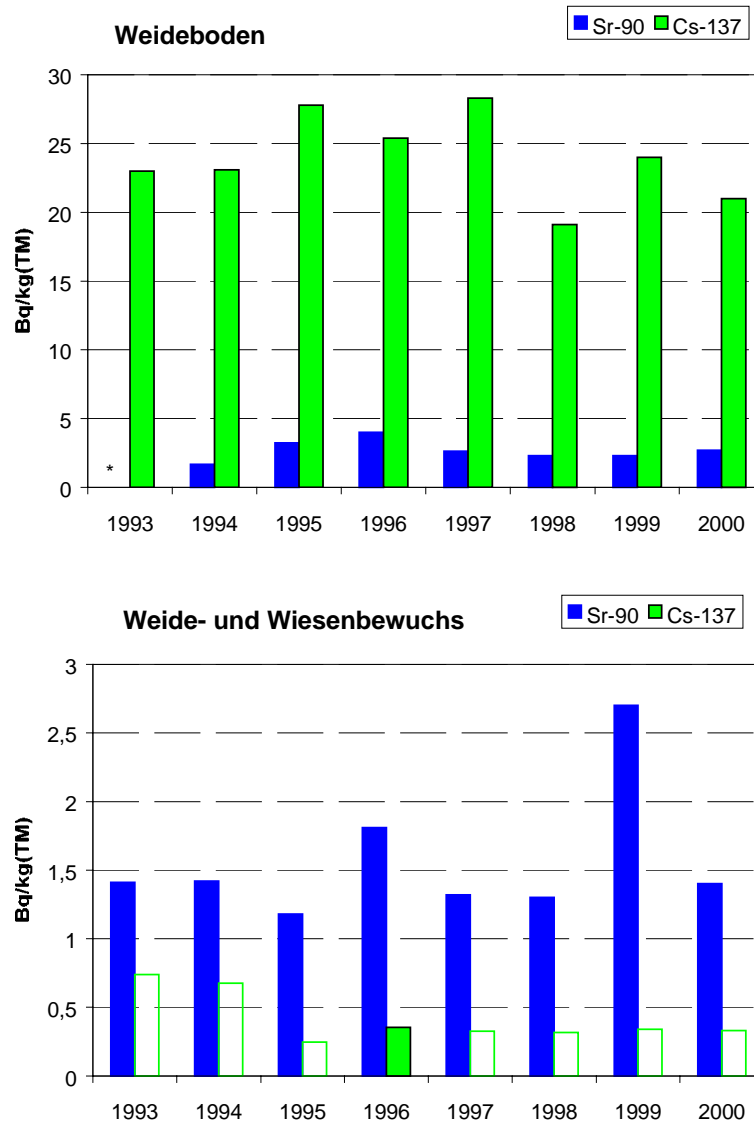


Abbildung 5: Spezifische Aktivität von Cs-137 und Sr-90 im Weideboden (oben) und im Weide- und Wiesenbewuchs (unten) an einer Probenentnahmestelle im Landkreis Zwickau (unausgefüllte Säulen : Messwert kleiner als Nachweisgrenze; * : Sr-90 Analytik nicht durchgeführt).

Tabelle 5: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) von oberirdischen Gewässern, Trink- und Grundwässern für das Jahr 2000

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

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

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 Oberflächenwässern können die künstlichen Radionuklide Cs-137, Cs-134 und Sr-90 als Folge der oberirdischen Kernwaffenversuche und des Reaktorunfalls von Tschernobyl nachgewiesen werden. Die künstlichen Radionuklide H-3, 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 allen Proben nachweisbar. Für Trink- und Grundwässer ergibt sich ein ähnliches Bild. Cs-137 war in sehr geringen Spuren nachweisbar (Tabelle 5).

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, Cs-134 und Sr-90 nachzuweisen (Tabelle 6). 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.

Tabelle 6: 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 2000

	Nuklid	Anzahl der Werte	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit	
Lebensmittel tierischer Herkunft und Fische						
Rindfleisch	Cs-137	29	9,1E-02	6,2E+00	Bq/kg(FM)	
	K-40	29	1,0E+02	1,3E+02		
Schweinefleisch	Cs-137	23	9,4E-02	8,0E-01		
	K-40	23	1,1E+02	1,3E+02		
Kalbfleisch	Cs-137	6	< 1,1E-01	2,2E+00		
	K-40	6	1,1E+02	1,3E+02		
Geflügel	Cs-137	10	6,1E-02	3,9E-01		
	K-40	10	1,0E+02	1,4E+02		
Süßwasserfisch	Cs-137	12	1,2E-01	5,3E+00		
	K-40	12	9,1E+01	1,3E+02		
	Sr-90	6	9,0E-03	2,3E-02		
Lebensmittel pflanzlicher Herkunft						
Freilandgemüse (ohne Wildpilze)	Cs-137	99	< 3,7E-02	< 1,9E-01		Bq/kg(FM)
	K-40	99	4,7E+01	2,4E+02		
	Sr-90	8	1,2E-02	1,3E-01		
Getreide	Cs-137	32	< 4,6E-02	1,0E+00		
	K-40	32	1,0E+02	1,8E+02		
	Sr-90	3	2,2E-02	1,6E-01		
Obst	Cs-137	30	< 5,1E-02	3,3E+00		
	K-40	30	3,2E+01	1,6E+02		
	Sr-90	3	6,0E-03	4,8E-02		
Kartoffeln	Cs-137	10	< 5,5E-02	< 1,4E-01		
	K-40	10	1,1E+02	1,6E+02		
	Sr-90	1		3,2E-02		
Wildpilze	Cs-137	19	< 1,2E+00	6,4E+02		
	K-40	19	4,3E+01	1,5E+02		
Gesamtnahrung sowie Säuglings- und Kleinkindernahrung						
Gesamtnahrung	Cs-137	55	< 2,2E-01	1,9E+00	Bq/(d*p)	
	K-40	55	5,6E+01	2,6E+02		
	Sr-90	12	3,6E-02	1,7E-01		
Säuglings- und Kleinkindernahrung	Cs-137	12	< 6,4E-02	< 1,2E-01	Bq/kg(FM)	
	K-40	12	2,5E+01	5,2E+01		
	Sr-90	2	2,3E-02	3,6E-02		
Milch						
Milch	Cs-137	34	2,4E-02	1,7E-01	Bq/l	
	K-40	34	4,4E+01	5,5E+01		
	Sr-90	12	2,0E-02	4,1E-02		

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

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 lag unter 700 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 6).

Milch ist ein besonders für Kinder notwendiges Nahrungsmittel. Da der mittlere jährliche Verzehr in der Bundesrepublik Deutschland 70 l pro Einwohner beträgt (Milchprodukte ausgenommen) 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. Die folgende Abbildung 6 zeigt den zeitlichen Verlauf der Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 in Milch seit 1993 an einer ausgewählten Probenentnahmestelle.

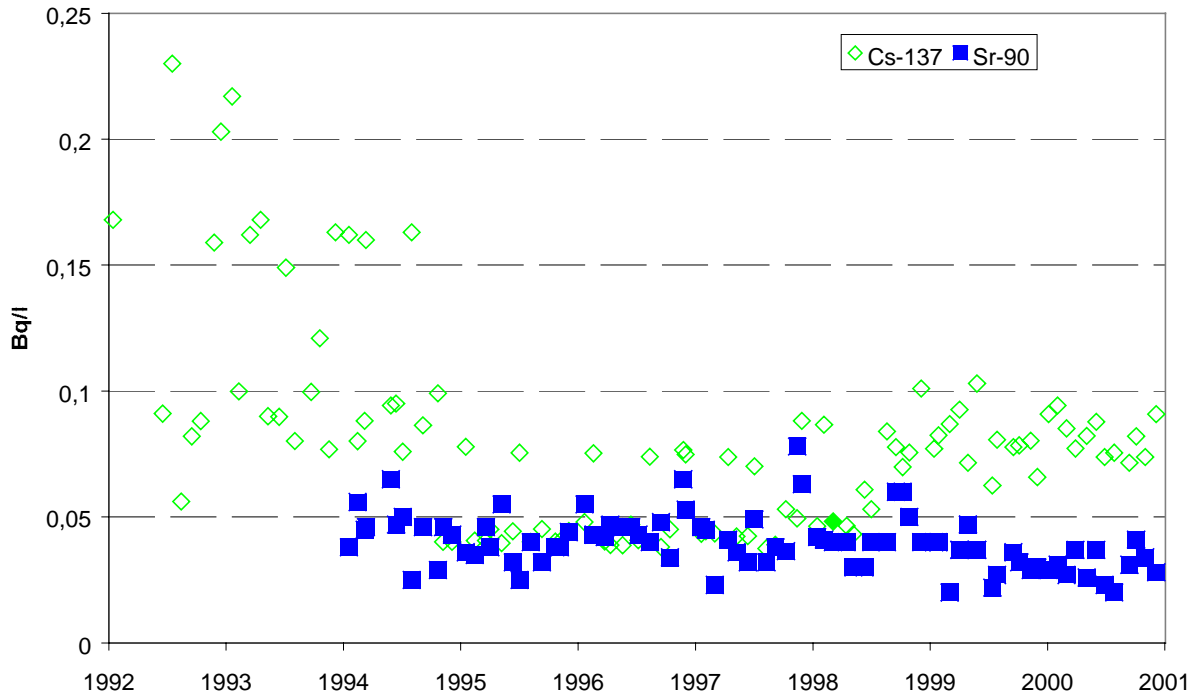


Abbildung 6: Aktivitätskonzentration von Cs-137 und Sr-90 in Milch von einer Probenentnahmestelle im Landkreis Meißen (1992, 1993 : Sr-90 Analytik nicht durchgeführt; unausgefüllte Symbole : Messwerte kleiner als Nachweisgrenze)

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 Tagesgesamt-nahrung. In Sachsen wird pro Woche eine Tagesprobe gemessen. Die folgende Abbildung 7 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 Radionuklides K-40 von ca. 100 Bq/(d*p).

Kläranlagen, Deponien, Reststoffe

Kläranlagen werden überwacht hinsichtlich des Abwassers (Klarwasser) und des Klärschlammes. 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 der oberirdischen Kernwaffentests und des Reaktorunfalls von Tschernobyl nachgewiesen (Tabelle 7). Eine Besonderheit ist der Nachweis des kurzlebigen Nuklides I-131 (Halbwertszeit $T_{1/2} = 8,021$ d) im Abwasser (Klarwasser) bzw. im Klärschlamm. Es resultiert aus der genehmigten Abgabe von radiomedizinischen Einrichtungen mit Radioiodtherapie. 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.

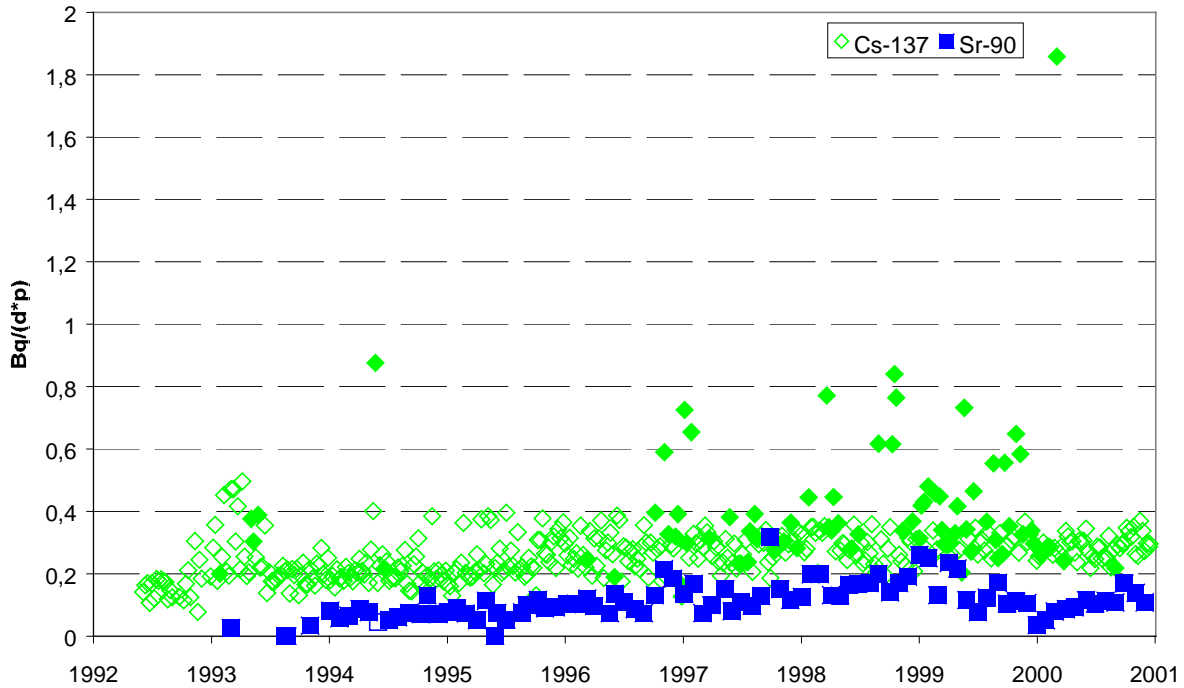


Abbildung 7: Aktivitätszufuhr von Cs-137 und Sr-90 pro Tag und Person mit der Gesamtnahrung (1992, 1993 : Sr-90 Analytik i.a. nicht durchgeführt; unausgefüllte Symbole : Messwerte kleiner als Nachweisgrenze)

Tabelle 7: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umweltüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) von Kläranlagen, Deponien für Hausmüll und Klärschlamm sowie Kompostierungsanlagen für das Jahr 2000

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

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

4.2 Anlagenbezogene Radioaktivität - kerntechnische Anlagen

Es werden Resultate der Emissions- und Immissionsüberwachung für das Jahr 2000 berichtet, die auf Grund des Innehabens und der Stilllegung von kerntechnischen Anlagen sowie des Umganges mit radioaktivem Material in den Einrichtungen am Forschungsstandort Rossendorf durchgeführt worden sind.

Der östlich von Dresden gelegene Forschungsstandort (Abbildung 8) ist aus dem Zentralinstitut für Kernforschung der ehemaligen Akademie der Wissenschaften der DDR hervorgegangen. Zum Betriebszustand der kerntechnischen Anlagen werden u.a. im Jahresbericht des Fachbereiches Sicherheit und Strahlenschutz /15/ Angaben gemacht. Hieraus ist Abbildung 9 entnommen. In der u.a. die einzelnen Emittenten radioaktiver Stoffe mit Fortluftmesseinrichtungen ausgewiesen sind.

Die kerntechnischen Anlagen am Forschungsstandort wurden auch 2000 entsprechend ihrer Zweckbestimmung betrieben, sofern sie über eine gültige Genehmigung verfügten und sich nicht aufgrund aufsichtlicher Anordnung im abgeschalteten und gesicherten Zustand oder in Stilllegung befanden. Im Berichtszeitraum ist

eine vom Betreiber gemeldete Störung aufgetreten, die sich im Zusammenhang mit der Verpackung nicht mehr benötigter C-14 Verbindungen zur Abgabe an die Landessammelstelle ereignete. Sie führte zu einer geringen Überschreitung (16%) des anlagenbezogenen Grenzwertes der zulässigen Aktivitätsabgaben mit der Abluft. Auswirkungen auf die Umgebung waren nicht festzustellen (siehe Abschnitt 5).

Der Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik erhielt Ende März 1999 die Genehmigung zur Stilllegung des Rossendorfer Ringzonenreaktors (RRR). Der Rückbau aller seiner Komponenten, deren Freimessung oder Abgabe als radioaktiver Reststoff und die Dekontamination wurden bis Dezember 1999 abgeschlossen. Die Freigabe und Entlassung des verbleibenden Gebäudes aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes erfolgte im Frühjahr 2000.

Beim Kernanlagenkomplex AMOR I/II wurde im Berichtszeitraum das Leerfahren von verbliebener Prozesslösung als wichtige Voraussetzung für den zweiten Schritt "Abbau" der Stilllegung erfolgreich abgeschlossen.

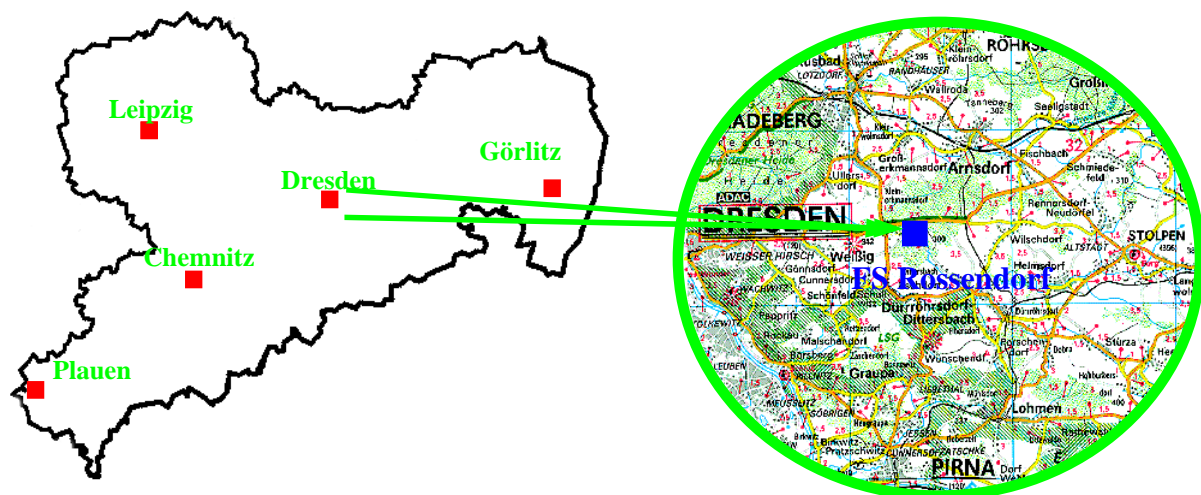


Abbildung 8: Lage des FS Rossendorf im Freistaat Sachsen.

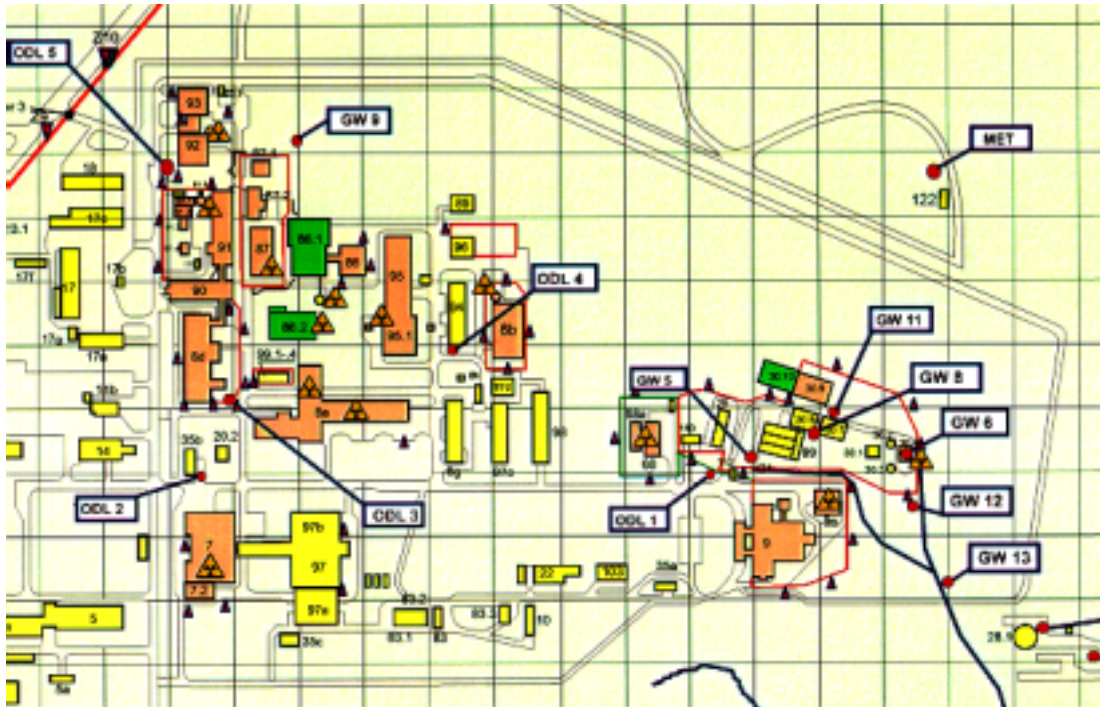


Abbildung 9: Gebäudeplan des inneren Bereiches des FS Rossendorf (Ausschnitt einer Karte aus /15/). Der höchstbelastete Punkt für den Wasserpfad befindet sich in südlicher Richtung (Ablauf des Kalten Baches aus dem Forschungsstandort); für den Luftpfad liegt der höchstbelastete Punkt für die Expositionspfade "Inhalation", " γ -Submersion", " γ -Bodenstrahlung" in nördlicher Richtung in der Nähe der Bundesstraße B6 (Z10) und für den "Ingestionspfad" in ostnordöstlicher Richtung in der Nähe des MET (Z17).



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

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 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 (vgl. Tabelle 8). Die dort angegebenen Nuklidgruppen sind folgendermaßen definiert:

- A.. Aerosole ..
- A_A .. α -Strahler $T_{1/2} \geq 8$ Tage
- A_{Bl} .. β -Strahler langlebig $T_{1/2} \geq 8$ Tage
- A_{Gl} .. γ -Strahler langlebig $T_{1/2} \geq 8$ Tage
- A_{Gk} .. γ -Strahler kurzlebig $1 < T_{1/2} < 8$ Tage
- G Radioaktive Gase
- H-3 Tritium
- C-14 Radioaktiver Kohlenstoff

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 nach REI durchzuführende Kontrolle der Emissionen durch die unabhängige Messstelle erfolgt an ausgewählten Proben. Die im folgenden Absatz beschriebenen Resultate sind dem Jahresbericht des Fachbereiches Strahlenschutz und Sicherheit entnommen /15/, um einen Überblick über die 2000 erfolgten Emissionen zu vermitteln.

Umweltradioaktivität im Freistaat Sachsen

Tabelle 8: Ableitung von Radionukliden mit der Fortluft aus Emittenten am Forschungsstandort Rosendorf /15/ für das Jahr 2000

Emittent	Nuklidgruppe	Bezugsnuclid	Ableitbare Umgangsnuclide	Obergrenzen [Bq/a]	Ableitung [Bq]
Gebäudekomplex Gebäude 91 / 8d	Tritium	H-3	H-3	4,4E+10	3,2E+09
	Kohlenstoff	C-14	C-14 anorganisch	6,0E+09	4,0E+08
	A _{GI}	Co-60	Co-60 Cs-137 Eu-152 Ir-192	1,5E+07	1,1E+05 6,9E+03 1,2E+04 8,5E+02
	A _{BI}	Sr-90	Sr-90 Cl-36	1,5E+07	1,4E+04 7,8E+05
	A _{AI}	Pu-239	Pu-239/240 Pu-238 U-234 U-235 U-238	1,5E+05	2,4E+02 1,9E+02 4,1E+03 1,1E+02 3,0E+03
RFR Gebäude 9/9a	Tritium	H-3	H-3	5,0E+11	3,9E+10
	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	4,0E+09	9,0E+07 7,2E+07
	A _{GI}	Cs-137	Cs-137 Co-60	5,0E+08	1,5E+04 1,8E+03
	A _{BI}	Sr-90	Sr-90	5,0E+06	6,1E+03
	A _{AI}	Am-241	Am-241 Pu-238 U-234	1,0E+05	2,0E+01 1,1E+03
ESR	Tritium	H-3	H-3	2,3E+10	1,6E+09
	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	4,0E+08	1,3E+08 1,5E+08
Gebäude 8a KB 3	A _{GI}	Co-60	Co-60 Fe-55 Eu-152 Eu-154 Eu-155	2,0E+07	2,2E+04 3,3E+05 2,7E+05 1,1E+05 1,3E+04
	A _{BI}	Ni-63	Ni-63	1)	8,6E+04
	A _{AI}	Pu-239	Pu-239	1)	5,3E+03
Gebäude 8a KB 4	Tritium	H-3	1H-3	5,0E+09	3,5E+08
	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	5,0E+08	2,2E+06 1,5E+07
Gebäude 8a KB 6	Tritium	H-3	1H-3	5,0E+10	7,5E+08
	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	5,5E+09	4,4E+06 8,1E+06
Gebäude 8a KB 6 (Raum C212)	Tritium	H-3	H-3	1)	1,9E+07
	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	2,5E+09	2,0E+09 9,0E+08
PET-Zentrum	G	F-18	F-18 C-11 N-13 O-15	5,0E+12	2,3E+10 1,8E+09 2,5E+08 2,6E+08
CYCLONE	A _{GI}	Zn-65	Zn-65	1)	2,6E+02
	G	Ar-41	Ar-41 F-18 N-13	2,0E+11	1,2E+10 1,5E+10 1,0E+08
RCL	Kohlenstoff	C-14	C-14 organisch C-14 anorganisch	2,0E+10	7,0E+08 2,5E+09

Zahlendarstellung: $4,3E-01 = 4,3 \cdot 10^{-01} = 0,43$ 1) vorsorgliche Überwachung

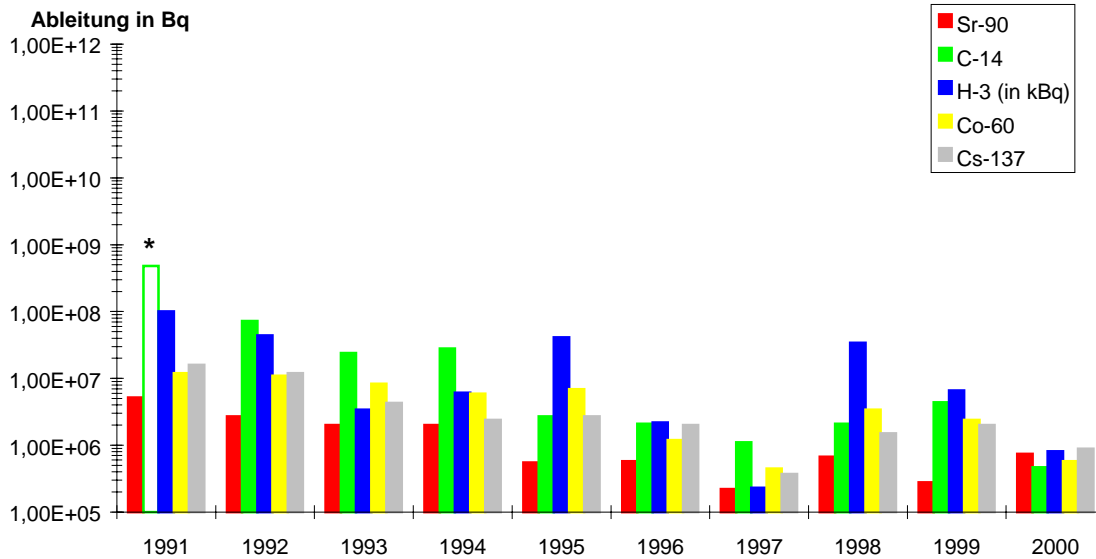


Abbildung 10: Ableitung expositionsrelevanter Radionuklide mit Wasser aus Rückhalteeinrichtungen des Forschungsstandortes Rossendorf 1991 bis 2000 /15/ (* <math> < 4,8E+08 \text{ Bq}</math>, seit 1992 empfindlicheres Messsystem mit niedrigerer Nachweisgrenze)

Tabelle 8 zeigt die Ableitung ausgewählter radioaktiver Stoffe mit der Fortluft aus den wesentlichen Emittenten des Forschungsstandortes für das Jahr 2000. Die Ableitung ausgewählter expositionsrelevanter Radionuklide mit Wasser aus den Rückhalteeinrichtungen am Forschungsstandort ist in Abbildung 10 dargestellt.

Die Ableitungswerte sowohl mit der Fortluft als auch mit dem Wasser liegen i.d.R. 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 Verzehrgeohnheiten an einem Bezugsort (ungünstigste Einwirkungsstelle) nach § 45 StrlSchV von 0,3 mSv pro Jahr jeweils für den Luft- und Wasserpfad nicht überschritten werden. Die Resultate der Expositionsrechnungen werden in Abschnitt 5 zitiert und eingeschätzt.

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 SMUL.

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 γ -Ortsdosis, sowohl am Betriebsgeländezaun als auch in der Umgebung, liegt im Bereich der natürlichen γ -Ortsdosis im Freistaat Sachsen (vgl. Abbildung 4). Ein betrieblicher Einfluss ist nicht nachweisbar.

Gemäß REI werden zur Überwachung der luftgetragenen Aerosolkonzentration durch den Genehmigungsinhaber Filter an automatischen

Tabelle 9: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung des FS Rossendorf von Luft/Äußere Strahlung, Luft/Aerosole und Niederschlag für das Jahr 2000

	Nuklid	Anzahl der Werte	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
Luft/äußere Strahlung (Ortsdosis) mittels Festkörperdosimeter					
(Betriebsgeländezaun)	γ-Ortsdosis	18	4,2E-01	7,8E-01	mSv
(Umgebung der Anlage)	γ-Ortsdosis	20	6,3E-01	1,1E+00	
Luft/Aerosole mittels Filter					
	Cs-137	2	9,8E-06	1,1E-05	Bq/m ³
	Co-60	8	< 9,3E-06	< 3,3E-05	
Niederschlag					
	Co-60	24	< 4,4E-02	< 1,0E+00	Bq/m ²

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

Messstationen bestaubt. Die unabhängige Messstelle untersucht gammaspektrometrisch Quartalsmischproben, die aus Einzelproben des Genehmigungsinhabers erstellt werden.

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.

In der Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Umgebungsüberwachung des FS Rossendorf für die genannten Bereiche zusammengestellt.

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 probiert (Tabelle 10).

Die gemessenen Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifischen Aktivitäten liegen im Bereich der in ganz Sachsen gemessenen Werte (vgl. Abschnitt 4.1).

Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung (Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifische Aktivitäten) des FS Rossendorf von Boden und Futtermittel, Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft, Kuhmilch sowie Fisch für das Jahr 2000

	Nuklid	Anzahl der Werte	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
Boden und Futtermittel					
Boden	Cs-137	8	3,8E-01	2,1E+01	Bq/kg TM
	Co-60	8	< 2,2E-01	5,4E-01	
Weide- und Wiesenbewuchs	Cs-137	8	6,4E-01	3,5E+01	
	Co-60	8	< 2,5E-01	< 4,7E-01	
Nahrungsmittel pflanzlicher Herkunft; Kuhmilch; Fisch					
Salat	Co-60	1		< 1,7E-01	Bq/kg FM
Obst	Co-60	2	< 1,1E-01	< 2,3E-01	
		Sr-90	1		2,4E-02
Kuhmilch	Cs-137	2	< 7,5E-02	< 9,4E-02	Bq/l
	Co-60	2	< 9,2E-02	< 1,1E-01	
	Sr-90	2	3,0E-02	3,7E-02	
	I-131	2	< 8,7E-02	< 9,2E-02	
Fisch	Cs-137	1		2,0E-01	Bq/kg FM
	Co-60	1		< 1,2E-01	

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

Tabelle 11: Zusammenfassung der Ergebnisse der Umgebungsüberwachung (Aktivitätskonzentration bzw. spezifische Aktivität) des FS Rossendorf von Oberflächenwasser, Sediment und Trinkwasser für das Jahr 2000

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

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

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 11).

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 VKTA und von der unabhängigen Messstelle unabhängig voneinander mehrmals im Jahr trainiert. Sie überdecken einen Umgebungsbereich mit einem Radius von etwa 10 km. Neben Messungen der Ortsdosisleistung und der nuklidspezifischen Deposition auf Boden und Bewuchs, werden Aerosol- und Jodfilter beaufschlagt, Wasser-, Boden- und Bewuchsproben entnommen und umgehend ausgewertet.

4.3 Anlagenbezogene Radioaktivität - Anlagen des ehemaligen Uranerzbergbaues

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse des behördlichen Kontrollprogrammes zur Überwachung von Emissionen und Immissionen für das Jahr 2000 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./16/

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 REI-Bergbau durchgeführt und orientierte sich darüber hinaus an folgenden vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft erteilten Genehmigungen: Probetrieb 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 Helms-

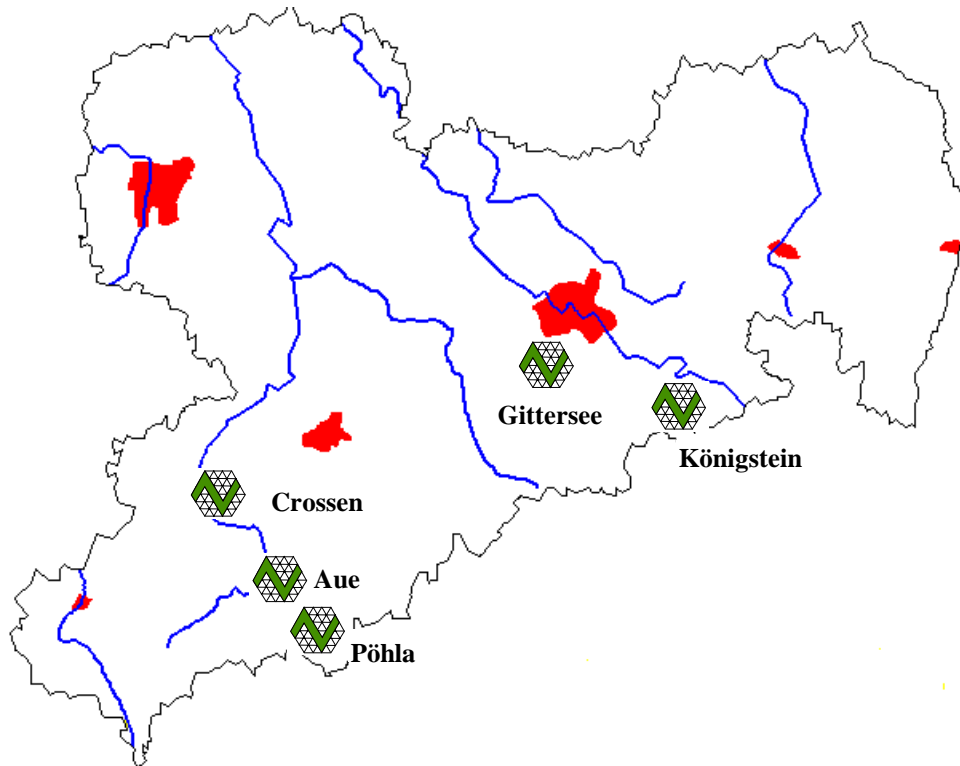


Abbildung 11: Lage der Betriebsteile der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH auf dem Gebiet des Freistaates Sachsen

dorf; Flutungsexperiment Königstein; Flutung des Grubengebäudes Gittersee .Abbildung 11 zeigt die Lage der Betriebsteile der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH auf dem Gebiet des Freistaates Sachsen. Einige ausgewählte Ergebnisse der behördlichen Überwachung sind in den folgenden Absätzen dargestellt.

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 LfUG übergeben. Eine Zusammenfassung der bilanzierten Abgaben im Vergleich mit den genehmigten Ableitwerten ist in der folgenden Tabelle 12 für U_{nat} (natürliches Uran), Ra-226, Rn-222 und die Summe langlebiger α -Strahler (LLA) dargestellt.

Zur behördlichen Kontrolle der Emissionsüberwachung an den Einleitstellen und Abwetter-

schächten der Betriebsteile der Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH erfolgen durch die UBG 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 UBG ermittelten Werten festgestellt werden. Zur Bewertung der Wasseranalytik der WISMUT GmbH werden Messungen der UBG und der WISMUT GmbH an Aliquoten einer Probe durchgeführt. Als Maß zur Übereinstimmung der Messergebnisse wird die sogenannte Vergleichstandardabweichung herangezogen. Diese kann in Ringvergleichen ermittelt werden. Die Abbildung 12 zeigt den Vergleich der Analytik der WISMUT GmbH mit der Analytik der UBG am Beispiel der Bestimmung des Urangeltes 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.

Tabelle 12: Zusammenfassung der Ergebnisse der Eigenüberwachung der WISMUT GmbH der flüssigen und gasförmigen Ableitungen radioaktiver Stoffe für das Jahr 2000

	Nuklid	Genehmigungswert	Bilanzierter Ist-Wert	Einheit
Ableitungen mit dem Abwasser				
Schlema-Alberoda	U _{nat}	5,3E+03	2,1E+03	kg
	Ra-226	2,5E+03	2,3E+02	MBq
Pöhla-Tellerhäuser	U _{nat}	1,8E+02	4,8E+00	kg
	Ra-226	2,6E+02	1,3E+01	MBq
Crossen	U _{nat}	*)	1,2E+02	kg
	Ra-226	*)	3,9E+01	MBq
Königstein	U _{nat}	3,2E+03	1,6E+03	kg
	Ra-226	1,1E+04	3,2E+03	MBq
Ableitungen mit der Abluft				
Schlema-Alberoda	LLA	7,6E+00	3,7E+00	MBq
	Rn-222	4,8E+02	1,4E+02	TBq
Pöhla-Tellerhäuser	LLA	1,0E+00	7,1E-01	MBq
	Rn-222	8,0E-01	2,6E-01	TBq
Königstein	LLA	8,9E+01	5,0E+00	MBq
	Rn-222	3,2E+02	2,4E+02	TBq
Gittersee	LLA	1,6E+00	6,0E-02	MBq
	Rn-222	1,6E+00	1,1E-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); die genehmigten Konzentrationen wurden sowohl im Maximalwert als auch im Mittelwert nicht überschritten.

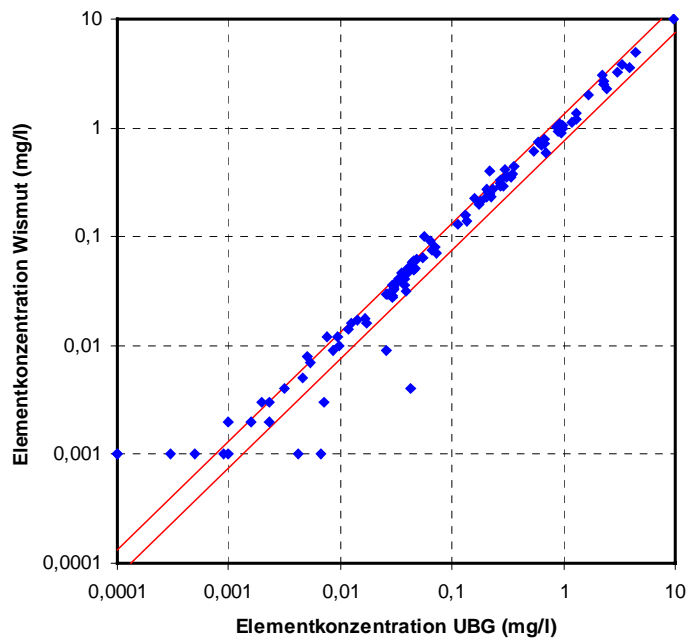


Abbildung 12: Vergleich der Eigenüberwachung mit den Ergebnissen der behördlichen Kontrolle am Beispiel der Uranbestimmung in Wässern

Immissionen

Bei bergbaulichen Anlagen und Tätigkeiten spielen Freisetzen eine größere Rolle als bei kerntechnischen Anlagen. Freisetzen sind die diffusen, messtechnisch nicht oder nur schwer erfassbaren Emissionen, wie Radon aus Halden, Sickerwässern, Staub u.ä. . Freisetzen können nicht direkt, sondern nur durch Immissionsmessungen (Messungen der Auswirkung der Ableitungen und der Freisetzen auf die Umwelt) bestimmt werden.

Als Überblick werden in der folgenden Tabelle 13 ausgewählte Ergebnisse der Gewässerüberwachung dargestellt. Ein Vergleich mit den Richtwerten der Empfehlung der Strahlenschutzkommission zur Nutzung von bergbaulich beeinflussten Wässern /17/ (U_{nat} : 0,3 mg/l; Ra-226: 0,7 Bq/l; Pb-210: 0,4 Bq/l) zeigt auf, daß die überwiegende Mehrzahl der Wässer Aktivitäts- und Elementkonzentrationen unter den Richtwerten aufweist.

Als Maß für die betriebliche Beeinflussung der Oberflächengewässer sind aus der folgenden Tabelle die Ergebnisse der Überwachung der Elbe (Sanierungsbetrieb Königstein) und der Zwickauer Mulde (Sanierungsbetrieb Aue / Betriebsteil Schlema-Alberoda bzw. Sanierungsbetrieb Seelingstädt / Betriebsteil 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 vom Geschäftsbereich Umweltradioaktivität der UBG als unabhängiger Messstelle auch Parallelmessungen der Radonkonzentration an ausgewählten Stellen des Radonmessnetzes der WISMUT GmbH durchgeführt. Hierzu wurden von September 1999 bis Mai 2000 bzw. von Mai 2000 bis November 2000 Kernspurdosimeter zeitgleich mit Dosimetern der WISMUT GmbH exponiert. Die in der Tabelle 14 aufgeführten Werte deuten darauf hin, dass im Allgemeinen die Radonkonzentrationen in der bodennahen Luft kleiner als 200 Bq/m³ 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 13: Ausgewählte Ergebnisse (Aktivitäts- und Elementkonzentrationen) der Überwachung des Wasserpfades für das Jahr 2000

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

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

Tabelle 14: 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	Kleinster Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Größter Wert (Messwert bzw. Nachweisgrenze)	Einheit
Radonkonzentration in der bodennahen Luft					
Königstein	Rn-222	12	< 1,5E+01	2,4E+02	Bq/m ³
Gittersee	Rn-222	10	< 1,5E+01	2,0E+01	
Schlema/Alb.	Rn-222	14	< 1,5E+01	5,0E+01	
Pöhl	Rn-222	11	< 1,5E+01	2,0E+01	
Crossen	Rn-222	33	9,0E+00	1,4E+02	
Langlebige Alphastrahler im Schwebstaub der Luft					
Königstein	LLA	12	7,4E-02	2,9E-01	mBq/m ³
Gittersee	LLA	6	1,1E-01	1,5E-01	
Schlema/Alb.	LLA	12	1,1E-01	5,4E-01	
Pöhl	LLA	2	9,7E-02	1,8E-01	
Crossen	LLA	21	< 1,1E-01	7,7E+00	

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

5 Strahlenexposition

Die Strahlenexposition der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland wird durch die mittlere effektive Dosis für eine Einzelperson beschrieben. In Abbildung 13 ist dieser Sachverhalt für 1999 dargestellt, wobei 2,4 mSv auf die natürliche und 2,0 mSv auf die zivilisatorische Strahlenexposition entfallen. Diese Mittelwerte sind mit großen Schwankungsbreiten behaftet. So kann die natürliche Strahlenexposition in Deutschland mit einem jährlichen Mittelwert für die effektive Dosis von 2,4 mSv zwischen 1 und 10 mSv auf Grund z. B. regionaler Unterschiede des geologischen Untergrundes variieren /18/. Der Anteil der durch künstliche Radionuklide verursachten Exposition ist in Abbildung 13 mit < 0,01 mSv Strahlenexposition durch Kernwaffenversuche und mit < 0,02 mSv Strahlenexposition durch den Reaktorunfall von Tschernobyl für das Jahr 1999 angegeben. Diese Zahlen ergeben sich durch Expositionsrechnungen aus den von Bund und Ländern erhobenen Daten für die Umweltradioaktivität und betragen weniger als 1 % der natürlichen Strahlenexposition. Zu diesen Zahlen tragen auch die in Abschnitt 4.1 vorgestellten Messergebnisse vom Gebiet des Freistaates Sachsen bei. Für die kerntechnischen Anlagen in der Bundesrepublik weist Abbildung 13 im Mittel < 0,01 mSv für das Jahr 1999 aus.

Im Abschnitt 4.1 dieses Berichtes werden für das Jahr 2000 Messwerte der künstlichen Radioaktivität in verschiedenen Umweltmedien vorgestellt. Diskutiert wurden speziell die Ergebnisse zu den Medien Milch, Gesamtnahrung und Wildpilze. In der Milch sowie in der Gesamtnahrung lässt sich das überwiegend aus der Freisetzung beim Reaktorunfall in

Tschernobyl stammende Radionuklid Cs-137 noch vereinzelt nachweisen. Das von den oberirdischen Kernwaffentests der 50er Jahre stammende Radionuklid Sr-90 ist fast immer nachzuweisen. Die Aktivitätskonzentration bzw. die Aktivitätszufuhr pro Tag und Person liegt bei diesen künstlichen Radionukliden bei ca. 0,05 Bq/l bzw. 0,2 Bq/(d*p) und ist damit sehr klein gegenüber den entsprechenden Werten des natürlichen Radionuklides K-40 von 50 Bq/l bzw. 100 Bq/(d*p) das täglich mit der Nahrung zugeführt wird. 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 verharrt. 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.

Auf Grund der Forderungen des Gesetzgebers ist der VKTA am Forschungsstandort Rossendorf verpflichtet, ableitungsbedingte Expositionsrechnungen für die Umgebung als Nachweis für die Einhaltung der Grenzwerte nach § 45 StrlSchV von jeweils 0,3 mSv für den Luft- und Wasserpfad an der jeweils ungünstigsten Einwirkungsstelle zu erbringen. Für 2000 betragen die effektive Dosis eines Erwachsenen für den Fortluftpfad 0,00082 mSv am Zaun an der Bundesstraße B 6 (vgl. Abbildung 8) und für den Wasserpfad 0,0034 mSv am Kalten Bach bei Verlassen des Geländes am Forschungsstandort (vgl. Abbildung 8). Das sind

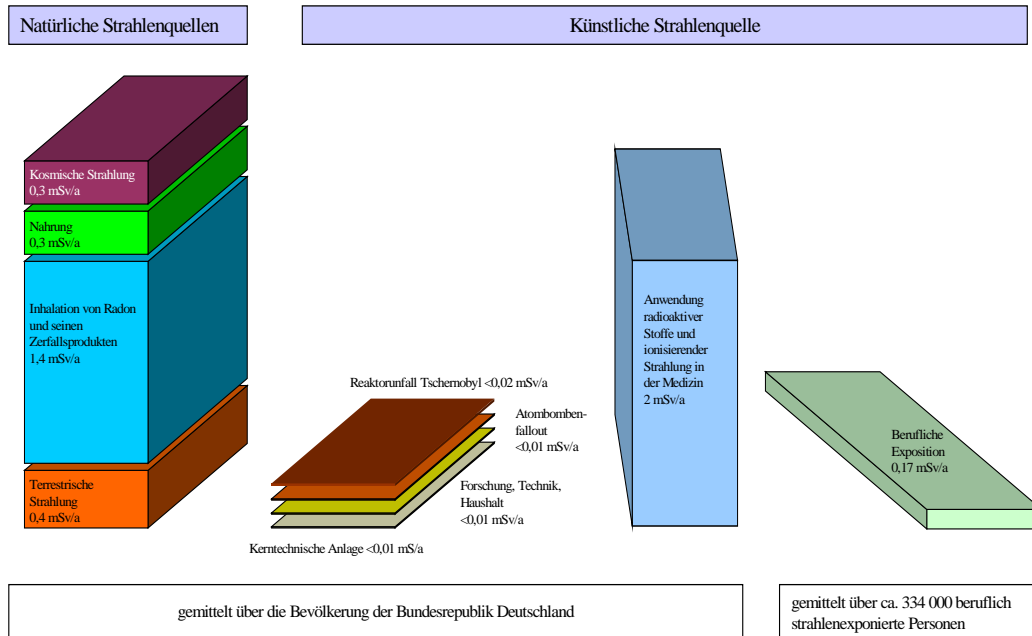


Abbildung 13: Mittlere effektive Jahresdosis durch ionisierende Strahlen im Jahr 1999: 4,5mSv /10/

Ausschöpfungen der zulässigen Grenzwerte von etwa 0,13 % für den Fortluft- und 1,8 % für den Wasserpfad.

Das Fazit daraus ist /19/:

"Die resultierende zusätzliche jährliche Strahlendosis für die Bevölkerung 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 im Abschnitt 4.2 berichteten Ergebnisse der Kontrollmessungen des Geschäftsbereichs Umweltradioaktivität können vorstehend gemachte 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 2000 im Jahresmittel jeweils 3,3 bis 24 μ Sv über den Abwasserpfad und 0,038 bis 0,82 μ Sv über den Abluftpfad (Abbildung 14). Die erlaubten Dosisgrenzwerte von je 300 μ Sv werden damit zu weniger als 8% (Abwasserpfad) bzw. zu weniger als 0,13% (Abluftpfad) ausgeschöpft.

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. 0,03 Bq/l Ra-226 deutlich unter den Freigrenzen für Einleit-

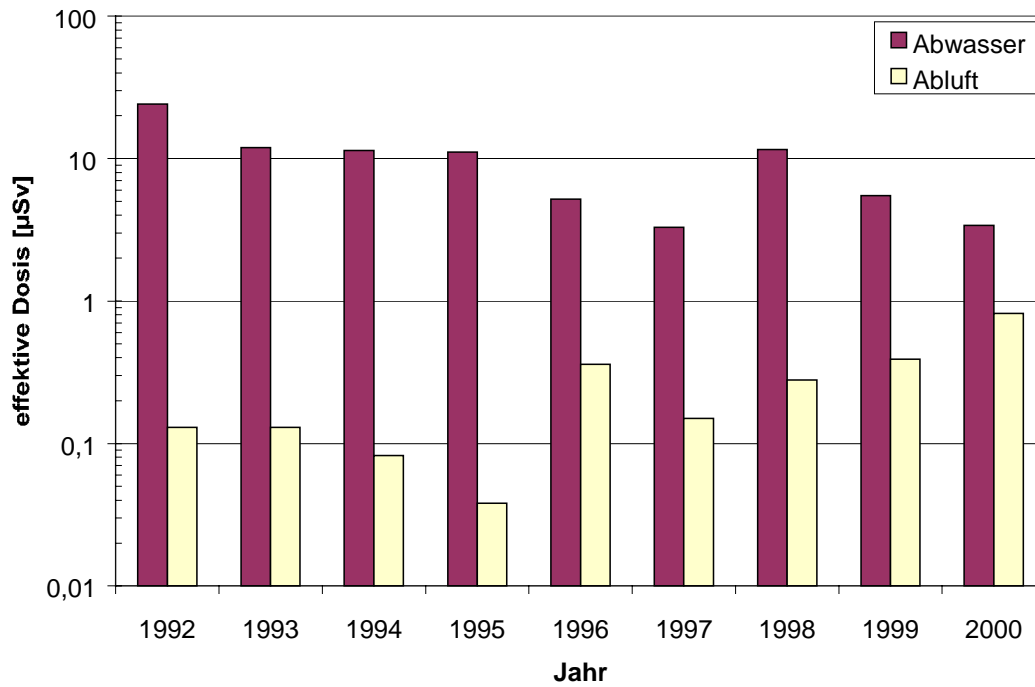


Abbildung 14: Effektive Dosis für die Einzelperson am FS Rossendorf (nach /15/).

werte von 0,16 mg/l Uran und 0,7 Bq/l Ra-226 (VOAS). Die jährliche Exposition infolge der Nutzung solcher Wässer ist sehr viel kleiner als der Schwankungsbereich der natürlichen Strahlenexposition.

Die im Abschnitt 4.3 berichteten Ergebnisse der Kontrollmessungen des Geschäftsbereichs Umweltradioaktivität 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 2000 von ca. 1600 TBq auf ca. 380 TBq Radon bzw. von ca. 13000 MBq auf ca. 10 MBq langlebiger Alphastrahler deutlich ab. Dies ist durch die fortschreitende Verwahrung offener Grubengebäude zu erklären.

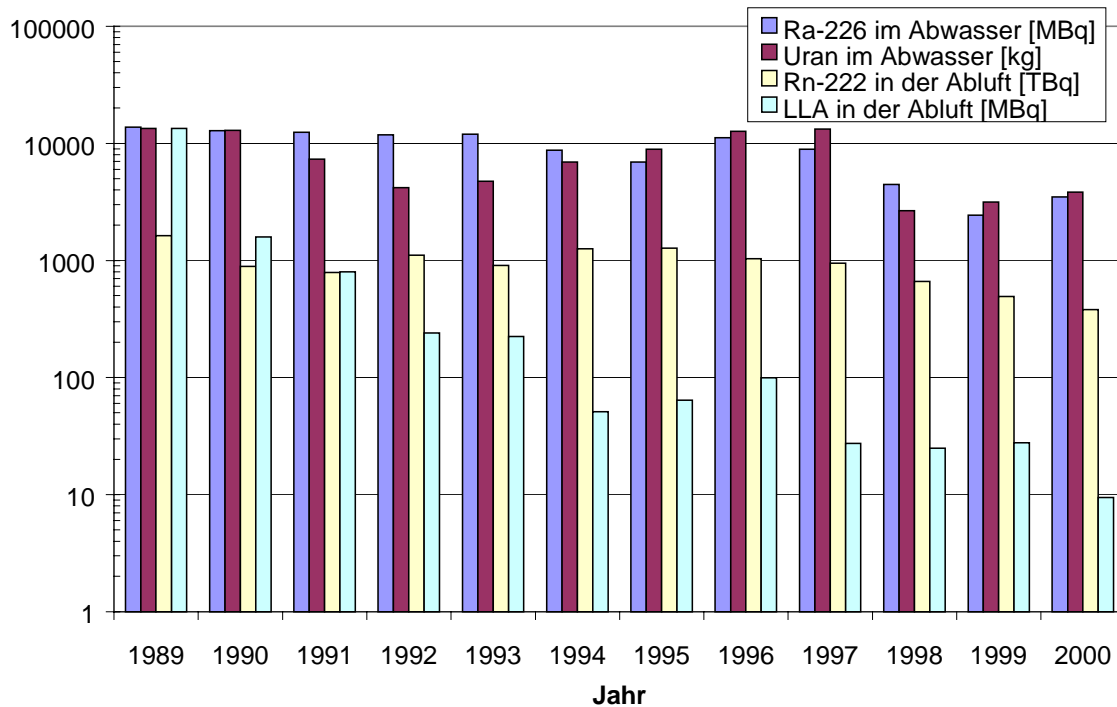


Abbildung 15: Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser und der Abluft durch die Sanierungsbetriebe der WISMUT GmbH auf dem Territorium des Freistaat Sachsen (nach /16/)

Die Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Abwasser nahm in den Jahren 1989 bis 2000 von ca. 14000 MBq auf weniger als 3500 MBq Ra-226 bzw. von ca. 13 t auf ca. 4 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 Schlema-Alberoda bewirkt (Abbildung 15). 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 Ra-

dongas 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.

Zur weiteren Information sei auf die vom LfUG herausgegebene Broschüre "Radioaktivität – Normalität oder Risiko ?" hingewiesen. Die Broschüre ist kostenlos zu beziehen über die Lößnitz-Druck GmbH in 01445 Radebeul.

6 Literaturverzeichnis

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz-AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), diese Fassung galt bis 31.07.2001
- /2/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) in der Fassung der 4. Änderungsverordnung vom 18. August 1997 (BGBl. I S. 2113), galt bis zum Inkrafttreten der novellierten StrlSchV am 01.08.2001
- /3/ Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 19. August 1993, GMBI. Nr. 29, S. 501
- /4/ Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz-StrVG) vom 19. Dezember 1986 (BGBl. I S. 2610) zuletzt geändert durch Gesundheitseinrichtungen-Neuordnungsgesetz vom 24. Juni 1994 (BGBl. I S. 1416)
- /5/ Verordnung über die Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz (VOAS) vom 11.10.1984
- /6/ REI-Bergbau, unveröffentlicht
- /7/ Bayer, A.: Überwachung der radioaktiven Kontamination und der Strahlenexposition in der Umwelt in Deutschland – Aufgaben, Techniken, Realisierungen-, Neuherberg, Januar 1998
- /8/ Debertin, K.; Kolb, W., Lauterbach, U.; Peßara, W.: "Umweltradioaktivität - Probleme bei Aktivitätsbestimmungen", PTB-Ra-19, Braunschweig 1987
- /9/ Volkmer, M.: "Die wichtigsten Erkenntnisse des Strahlenschutzes" aus der Reihe Kernenergie "Radioaktivität und Strahlenschutz", Bonn 1992
- /10/ UMWELTPOLITIK, Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 1999, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
- /11/ Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz
Teil I: Meßprogramm für den Normalbetrieb (Routinemeßprogramm), vom 26.09.1994, GMBI. Nr. 32, S. 930
- /12/ Richtlinie für die Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt nach dem Strahlenschutzvorsorgegesetz
Teil II: Meßprogramm für den Intensivbetrieb (Intensivmeßprogramm) vom 11.04.1995, GMBI. Nr. 14, S. 261
- /13/ Meßanleitungen für die Überwachung der Radioaktivität, Gustav-Fischer-Verlag Stuttgart, 1992
- /14/ Empfehlungen zur Überwachung der Umweltradioaktivität, Loseblattsammlung des Arbeitskreises Umweltüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz e.V., FS-78-15-AKU
- /15/ Jahresbericht Strahlenschutz 2000 des Forschungszentrums Rossendorf e.V. und des Vereins für Kernverfahrenstechnik und Analytik e.V.
- /16/ Emissionsberichte der Wismut GmbH für das Jahr 2000
- /17/ "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
- /18/ A. Kaul et al. "Die natürliche Strahlenexposition und ihre Schwankungsbreite" in "Nutzen und Risiko bei der Einwirkung kleiner Dosen ionisierender Strahlung", Kolloquium 4. - 6. Oktober 1993 Schlema/Sachsen
- /19/ Wie sicher ist der Forschungsstandort Rossendorf?
Publikation des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landesentwicklung 1995

7 Erläuterungen von Begriffen, Symbolen und Abkürzungen

Aerosol	Mischung aus einem Gas und darin suspendierten flüssigen und/oder festen Teilchen
Aktivität	Anzahl der je Sekunde zerfallenden Atomkerne eines radioaktiven Stoffes
Alphastrahler	Radionuklide, die Alphateilchen (Heliumatomkerne) aussenden
Äquivalentdosis	Produkt aus Energiedosis und einem von der Strahlenart abhängigen Bewertungsfaktor. Die Äquivalentdosis ist das Maß für die Wirkung einer ionisierenden Strahlung auf den Menschen
AtG	Atomgesetz
Becquerel [Bq]	SI-Einheit der Aktivität. Die Aktivität von 1 Becquerel liegt vor, wenn 1 Atomkern je Sekunde zerfällt
Betastrahlung	Teilchenstrahlung, die aus beim radioaktiven Zerfall von Atomkernen ausgesandten Elektronen besteht
Bq/d*p	Becquerel pro Tag und Person
Dosis	Siehe Energiedosis und Äquivalentdosis
Effektive Dosis	Summe der gewichteten mittleren Äquivalentdosen in den einzelnen Organen und Geweben des Körpers. Der Wichtungsfaktor bestimmt sich aus den relativen Beiträgen der einzelnen Organe und Gewebe zum gesamten Strahlenrisiko des Menschen bei Ganzkörperbestrahlung
Energiedosis	Quotient aus der Energie, die durch ionisierende Strahlung auf das Material in einem Volumenelement übertragen wird, und der Masse in diesem Volumenelement
FM	Frischmasse
Gammastrahlung	Energiereiche elektromagnetische Strahlung, die bei der radioaktiven Umwandlung von Atomkernen oder bei Kernreaktionen auftreten kann
Gray [Gy]	SI-Einheit der Energiedosis.
HaldAO	Haldenanordnung
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Radioaktivität in der Umwelt
Ingestion	Allgemein: Nahrungsaufnahme Speziell: Aufnahme von radioaktiven Stoffen mit der Nahrung
Inhalation	Allgemein: Einatmung von Gasen Speziell: Aufnahme von radioaktiven Stoffen mit der Atemluft
Inkorporation	Allgemein: Aufnahme in den Körper Speziell: Aufnahme radioaktiver Stoffe in den menschlichen Körper
Ionisierende Strahlen	Elektromagnetische oder Teilchenstrahlen, welche die Bildung von Ionen bewirken können (z.B. Alphastrahlen, Betastrahlen, Gammastrahlen, Röntgenstrahlen)
Isotop	Atome mit gleicher Kernladungszahl (=Ordnungszahl, d.h. des selben chemischen Elementes) jedoch verschiedenen Massenzahlen bzw. Atomgewichten
Kernbrennstoff	Nach der Definition des Atomgesetzes (in der bis 31.07.2001 geltenden Fassung) sind Kernbrennstoffe besonders spaltbare Stoffe in Form von <ul style="list-style-type: none"> - Plutonium-239 und Plutonium-241, - Uran-233, - mit den Isotopen 235 oder 233 angereichertes Uran, - jeder Stoff, der einen oder mehrere der vorerwähnten Stoffe enthält, - Uran und uranhaltige Stoffe der natürlichen Isotopenmischung, die so rein sind, dass durch sie in einer geeigneten Anlage (Reaktor) eine sich selbst tragende Kettenreaktion aufrechterhalten werden kann.
Kosmische Strahlung	Sehr energiereiche Strahlung aus dem Weltraum
Nachweisgrenze	Die Nachweisgrenze gibt an, welcher kleinste wahre Wert der Messgröße mit einem anzuwendenden Messverfahren noch nachgewiesen werden kann. Sie erlaubt damit die Entscheidung darüber, ob das Messverfahren den gestellten Forderungen genügt und damit für den Messzweck geeignet ist.
Neutronen	Ungeladenes Elementarteilchen mit einer Masse von $1,67482 \cdot 10^{-27}$ kg
Nuklid	Durch Protonenzahl (Ordnungszahl) und Massenzahl charakterisierte Atomart

Ortsdosis	Äquivalentdosis für Weichteilgewebe, gemessen an einem bestimmten Ort
Ortsdosisleistung	In einem kurzen Zeitintervall erzeugte Ortsdosis, geteilt durch die Länge des Zeitintervalls
Radioaktive Stoffe	Stoffe, die Radionuklide enthalten
Radioaktivität	Eigenschaften bestimmter chemischer Elemente bzw. Nuklide, ohne äußere Einwirkung Teilchen- oder Gammastrahlung aus dem Atomkern auszusenden
Radioiod	Radioaktive Iodisotope
Radionuklide	Instabile Nuklide, die unter Aussendung von Strahlung in andere Nuklide zerfallen
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
REI-Bergbau	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung bergbaulicher Tätigkeiten
Sievert [Sv]	SI-Einheit der Äquivalentdosis.
SSK	Strahlenschutzkommission
Strahlenexposition	Einwirkung ionisierender Strahlen auf den menschlichen Körper oder seine Teile
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
StrVG	Strahlenschutzvorsorgegesetz
Terrestrische Strahlung	Strahlung der natürlichen radioaktiven Stoffe, die überall auf der Erde vorhanden sind
TLD	Thermolumineszenzdetektor
TM	Trockenmasse
UBG	Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft
VKTA	Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik
VOAS	Verordnung zur Gewährleistung von Atomsicherheit und Strahlenschutz

Impressum

Herausgeber: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
01075 Dresden
Internet: www.smul.sachsen.de

Öffentlichkeitsarbeit: Telefon: (0351) 564 6814, Fax: (0351) 564 2074
e-mail: info@smul.sachsen.de

Fachliche Bearbeitung: Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft
Bereich Umweltradioaktivität

Redaktionsschluss: Oktober 2001

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.