

JAHRESBERICHT STRAHLENSCHUTZ 2019

**des
VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf
und des
Helmholtz-Zentrums Dresden - Rossendorf**

JAHRESBERICHT STRAHLENSCHUTZ 2019

**des
VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.**

und des

Helmholtz-Zentrums Dresden - Rossendorf e. V.

Herausgeber: VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
und
Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V.

Redaktion: Michael Kaden

Herausgeber:

VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V.
Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden

Als Manuskript gedruckt

Alle Rechte beim Herausgeber

Redaktionsschluss: 10.06.2020

Umschlagbilder:

Oben: Neuer 5-MV-Pelletron-Beschleuniger im Felsenkeller (HZDR, Inbetriebnahme 2019)

Unten: Sanierter ehemaliger Standort des Rossendorfer Forschungsreaktors nach Abschluss
des Rückbaus (VKTA, Entlassung aus der atomrechtlichen Aufsicht 2019)

Inhaltsverzeichnis

Deckblatt	1
Inhaltsverzeichnis	3
1 Einleitung und Zusammenfassung	5
2 Strahlenschutzorganisation am Forschungsstandort Rossendorf	6
3 Personenüberwachung	12
3.1 Vorbemerkungen	12
3.2 Berufliche Exposition am FSR.....	14
3.3 Berufliche Exposition durch äußere Exposition	17
3.3.1 Ganzkörperexposition	17
3.3.2 Exposition der Hände.....	17
3.4 Berufliche Exposition durch Inkorporation	18
3.4.1 Überblick.....	18
3.4.2 Inkorporationsüberwachung.....	19
3.4.3 Kontrolle durch Raumlufüberwachung	22
3.5 Hautkontamination	22
3.6 Personen- und Dosisregister.....	22
3.7 Strahlenpassstelle.....	22
3.8 Dosisrichtwerte für Tätigkeiten.....	23
4 Anlagen- und Umweltüberwachung.....	24
4.1 Vorbemerkungen	24
4.2 Emissionsüberwachung	25
4.2.1 Fortluft	25
4.2.2 Abwasser	28
4.3 Meteorologie	31
4.4 Exposition infolge Ableitung radioaktiver Stoffe (Fortluft)	33
4.4.1 Berechnungsmethode.....	33
4.4.2 Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung	33
4.4.3 Exposition für Personen am FSR	34
4.5 Immissionsüberwachung.....	36
4.5.1 Überwachungsmethoden und Umfang	36
4.5.2 Ergebnisse der Immissionsüberwachung „Normalbetrieb“	36
4.5.2.1 Überwachung der Luft – äußere Strahlung.....	36
4.5.2.2 Überwachung der Luft – Aerosole/gasförmiges Iod.....	39
4.5.2.3 Überwachung des Niederschlages.....	39
4.5.2.4 Überwachung der Boden- und Pflanzenkontamination.....	40
4.5.2.5 Oberirdische Gewässer.....	41
4.5.2.6 Grund- und Trinkwässer.....	41
4.5.3 Ergebnisse der Immissionsüberwachung „Störfall/Unfall“	43
4.6 Analytik	44
5 Strahlenschutzmesstechnik	46
5.1 Vorbemerkungen	46
5.2 Arbeitsaufgaben.....	46
5.3 Qualitätssicherung	48

6	Betrieblicher Strahlenschutz im HZDR	49
6.1	Vorbemerkungen	49
6.2	Zuständigkeitsbereiche	49
6.3	Schwerpunktt Themen in den beiden Zuständigkeitsbereichen	50
6.4	Meldepflichtige Ereignisse.....	52
6.5	Dichtheitsprüfstelle.....	52
7	Betrieblicher Strahlenschutz im VKTA.....	53
7.1	Vorbemerkungen	53
7.2	Zuständigkeitsbereiche	54
7.3	Tätigkeit der Strahlenschutzingenieure	54
7.4	Inspektionen	54
7.5	Mitarbeiter für kerntechnische Sicherheit	55
7.6	Meldepflichtige Ereignisse.....	55
7.7	Dichtheitsprüfstelle.....	55
8	Freigabe.....	56
8.1	Vorbemerkungen	56
8.2	Jahresbilanz 2019.....	56
8.3	Überblick über Freigabevorgänge im Jahr 2019 (Auswahl)	58
8.4	Dekontaminierte Reststoffe und Abklingabfälle	59
8.5	Leistungen für fremde Einrichtungen.....	59
9	Bestand von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen	60
9.1	Kernmaterialkontrolle	60
9.1.1	Materialbilanzzone WKGR des VKTA	60
9.1.2	Abfalllager Landessammelstelle.....	60
9.1.3	Materialbilanz zonen des HZDR.....	61
9.1.4	Sonstige Materialbilanzzone am FSR	61
9.1.5	Berichterstattung.....	61
9.2	Bestandsführung sonstiger radioaktiver Stoffe	62
10	Projekte und Sonstiges	63
11	Tätigkeit in Gremien	65
12	Bibliographie	66
12.1	Publikationen, Vorlesungen, Vorträge, Poster	66
12.2	Arbeitsberichte	67
	Tabellenverzeichnis	70
	Abbildungsverzeichnis	71
	Abkürzungsverzeichnis	72
	Literaturverzeichnis.....	75

1 Einleitung und Zusammenfassung

Der Strahlenschutz am Forschungsstandort Rossendorf (FSR) wurde im Berichtszeitraum auf der bewährten Basis der Zusammenarbeitsvereinbarung zur Gewährleistung des Strahlenschutzes zwischen Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V. (HZDR) und dem VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V. (VKTA) sowie betreffend ROTOP Radiopharmacy GmbH (RRP) über einen dreiseitigen Vertrag zwischen HZDR, RRP und VKTA durchgeführt.

Infolge des Inkrafttretens des modernisierten Strahlenschutzrechts ab 31.12.2018 wurde im Berichtszeitraum das zentrale Strahlenschutz-Regularium am FSR überarbeitet und bei den Behörden zur Zustimmung eingereicht.

Im Folgenden werden wesentliche ausgewählte Ergebnisse der Strahlenschutz-Überwachung des Forschungsstandortes im Berichtszeitraum zusammengefasst:

Für beruflich exponierte Mitarbeiter am FSR betragen die höchsten individuellen Werte für die effektive Dosis infolge äußerer und innerer Exposition 4,0 mSv im HZDR, 1,35 mSv im VKTA und 0,4 mSv bei RRP. Die prozentuale Ausschöpfung des Grenzwertes für die effektive Dosis (20 mSv im Kalenderjahr) lag damit bei 20 %, 7 % beziehungsweise 2 %.

Für Einzelpersonen der Bevölkerung in der Umgebung des FSR (Grenzwert 1 mSv im Kalenderjahr) sind die berechneten potentiellen Expositionen sehr klein. Der Beitrag infolge luftgetragener Emissionen radioaktiver Stoffe lag bei 0,0024 mSv respektive 0,8 % des Grenzwertes der effektiven Dosis. Der Grenzwert für die maximal zulässige Aktivitätskonzentration im Abwasser im Jahresdurchschnitt war zu etwa 1,6 % ausgeschöpft. Direktstrahlungsbeiträge aus Anlagen und Einrichtungen des VKTA und HZDR waren außerhalb des FSR nicht nachweisbar.

Auf dem Gelände des FSR würde die maximale Umgebungs-Äquivalentdosis für Personen, die sich an der Grenze zu Strahlenschutzbereichen während der Arbeitszeit von 2000 Stunden im Kalenderjahr aufgehalten hätten, maximal 0,23 mSv betragen und damit den Grenzwert von 1 mSv sicher unterschreiten.

Der Strahlenschutz war somit im Jahr 2019 sowohl für die beruflich exponierten Personen am FSR als auch für Personen in der Umgebung sicher gewährleistet.

2 Strahlenschutzorganisation am Forschungsstandort Rossendorf

Am FSR obliegt die Verantwortung für die Gewährleistung des Strahlenschutzes den jeweiligen Strahlenschutzverantwortlichen (SSV). Als solche fungierten im Berichtszeitraum im HZDR der Kaufmännische Direktor, Herr Dr. Ulrich Breuer, im VKTA dessen Direktor, Herr Dr. Dietmar Schlösser und bei RRP der Geschäftsführer, Herr Jens Junker.

Um die Einheitlichkeit des Strahlenschutzes am FSR zu gewährleisten, haben die SSV den Leiter des Fachbereichs Strahlenschutz des VKTA (KS) als Strahlenschutzbevollmächtigten¹ (SSBV) berufen. Er wird in seiner Arbeit durch die Mitarbeiter des Fachbereiches KS des VKTA und der Abteilung Sicherheit, Strahlenschutz des HZDR (FKTS) unterstützt und ist im Auftrag der SSV auch für die Erstellung des vorliegenden Jahresberichtes zuständig.

Der SSBV organisiert und kontrolliert die Gewährleistung des Strahlenschutzes am FSR auf der Basis eines Vertragswerkes zwischen HZDR, RRP und VKTA (Rahmenvertrag HZDR/VKTA, Zusammenarbeitsvereinbarungen HZDR/VKTA und dreiseitiger Vertrag HZDR/RRP/VKTA). Der dreiseitige Vertrag regelt für RRP die Maßnahmen zur Gewährleistung des Strahlenschutzes im Sinne der nachfolgend genannten Regularien des Forschungsstandortes.

Die Organisation des Strahlenschutzes ist in der Zusammenarbeitsvereinbarung Nr. 1 /ZA01/ festgelegt und in der zentralen Strahlenschutzanweisung (SSA) Nr. 1 /SS01/ detailliert unter setzt. Insbesondere ist darin die Aufteilung der Aufgaben zwischen den Strahlenschutzbeauftragten (SSB) und den zentralen Strahlenschutzeinrichtungen - dem Fachbereich KS im VKTA und der Abteilung FKTS im HZDR - geregelt.

Weitere zentrale Strahlenschutzanweisungen (vgl. Tabelle 2-1) dienen der Umsetzung gesetzlicher Vorgaben, insbesondere des Strahlenschutzgesetzes /SG17/ und der Strahlenschutzverordnung /SV18/, unter den spezifischen Bedingungen am FSR.

Jeweils eine Mitarbeiterin im Vorstandsbüro des HZDR bzw. im Fachbereich KS des VKTA unterstützt die Strahlenschutzorganisation ganz wesentlich durch das Management der atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungen und die Wahrnehmung der Kontakte zu den Genehmigungs- und Aufsichtsbehörden. Dies umfasst u. a. den Schriftverkehr mit den Behörden, die Koordinierung der Erarbeitung von Genehmigungs- oder Änderungsanträgen, die Kontrolle der Erfüllung von Nebenbestimmungen, die Organisation und Auswertung der Aufsichten, die Führung der Genehmigungsdokumentation sowie die Überwachung der Aktualisierung der Fachkunde der Strahlenschutzbeauftragten. Die Abbildungen 2-1 und 2-2 zeigen die Strahlenschutzorganigramme der Einrichtungen HZDR sowie VKTA.

¹ ... Ergebnisse der Strahlenschutzüberwachung in der Forschungsstelle Leipzig (FSL) sind – außer Daten zur Personendosimetrie – im vorliegenden Bericht nicht enthalten.

Vorstand; Strahlenschutzverantwortlicher Dr. U. Breuer		Strahlenschutzbevollmächtigter M. Kaden *	
Institut für Fluidodynamik; FWD	Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung; FWI	Institut für Strahlenphysik; FWK	Institut für Radiopharma- zeutische Krebsforschung; FWP
<u>SSB Dr. C. Zippe</u> - Editor MP 601 - Elektronenstrahltomograph ROFEX III - Gammatomographie TOPFLOW+ - Gammatomographie TOPFLOW+ Halle - Mikrofokus-Röntgenanlage XWT-190-TC - Quellenlager Sicherheitsfor- schung - Röntgenanlage ROFEX - Röntgenanlage XRB80PN100HR <u>SSB Dr. F. Barthel</u> - Elektronenstrahltomograph HECToR <u>SSB Dr. J. Pawelke</u> - Röntgenanlage XS/UNIT 225 D	<u>SSB Dr. S. Facsko</u> - Ionenstrahlzentrum - Implanter <u>SSB Dr. K. Potzger</u> - Mößbauerspektrometer MS 10 K <u>SSB Dr. R. Hübner</u> - TEM Titan 80-300 <u>SSB Dr. J. Grenzer</u> - Röntgendiffraktometer - D 5005 - D 8 Advance - EMPYREAN - XRD 3003 - PTS HR - Röntgenfeinstrukturanlage ID 3003	<u>SSB I. Kösterke</u> - Strahlungsquelle ELBE - Hochleistungslaser Experimentierkammer - Umgang mit Kernbrennstoffen und abgereichertem Uran <u>SSB PD Dr. D. Bemmerer</u> - Beschleuniger im Felsen- keller <u>SSB Dr. R. Beyer</u> - Prüfstrahler Strahlenphy- sik <u>SSB Dr. J. Pawelke</u> - Röntgenanlage Isovolt HS - Röntgenanlage Isovolt 450 Titan E	<u>SSB S. Kowe</u> - KB 5, Geb. 801 (Radiopharmazie) - Zentrum für Radiophar- mazeutische Tumorfors- chung <u>SSB Dr. M. Kreller</u> - Zyklotron TR-FLEX <u>SSB Dr. J. Kulenkampff</u> - Röntgenanlage Compu- tertomograph Nikon XT H 225 <u>SSB S. Meister</u> - Röntgenanlagen - MAXISHOT - In-Vivo Xtreme - Mediso NanoScan PET/CT - Mediso NanoScan PET/CT/1 - Mediso NanoScan SPECT/CT - Si78 PET/CT <u>Forschungsstelle Leipzig:</u> <u>SSB Dr. K. Franke</u> - Zyklotron CYCLONE® 18/9 <u>SSB Dr. U. Gottschalch</u> - Kontrollbereich Geb. 4
Übergreifende Aufgaben	Institut für Ressourcen- ökologie; FWO		
<u>SSB G. Beger *</u> - LARA <u>SSB N.N.</u> - Auffanganlage, Geb. 802 <u>SSB S. Eisold</u> - Prüfstrahler Strahlenschutz- überwachung - Strahlenschutzwäsche <u>SSB S. Preusche</u> - Stilllegung U-120 - Stilllegung PET-Zyklotron <u>SSB C. Graetz *</u> - Beschäftigung in fremden An- lagen/Einrichtungen <u>SSB S. Jansen *</u> - Freigabe	<u>SSB Dr. A. Ulbricht</u> - KB 1, Geb. 801 (Werkstoffprüflabor und Prä- parationslabor II) - KB 3, Geb. 801 (Präparationslabor I) - REM-Labor, Geb. 801 - TEM Talos F200X <u>SSB K. Nebe</u> - KB 6, Geb. 801 (Radiochemie) - Radiochemisches Laborge- bäude <u>SSB Dr. J. März</u> - Röntgenanlage D8 Venture- System - Röntgenanlage System Mi- niFlex600	Institut Hochfeld-Magnetla- bor Dresden; FWH <u>SSB Dr. S. Zherlitsyn</u> - Röntgenanlage D2 CRYSO - Röntgenanlage inel EQUINOX 3000	Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie; FWG <u>SSB Dr. M. Fuchs</u> - Röntgenfluoreszenzgerät Bruker S1 Titan 600 - Röntgentomograph XRE CoreTOM - Röntgeneinrichtung AXIOS ^{mAx} minerals - Röntgeneinrichtung EMPYREAN Übergreifende Aufgaben Forschungsstelle Leipzig: <u>SSB Dr. U. Gottschalch</u> - Beschäftigung in fremden Anlagen/Einrichtungen - Beförderung sonst. rad. Stoffe auf der Straße

* Mitarbeiter im VKTA

Abbildung 2-1: HZDR-Strahlenschutzorganigramm, Stand 06/2020

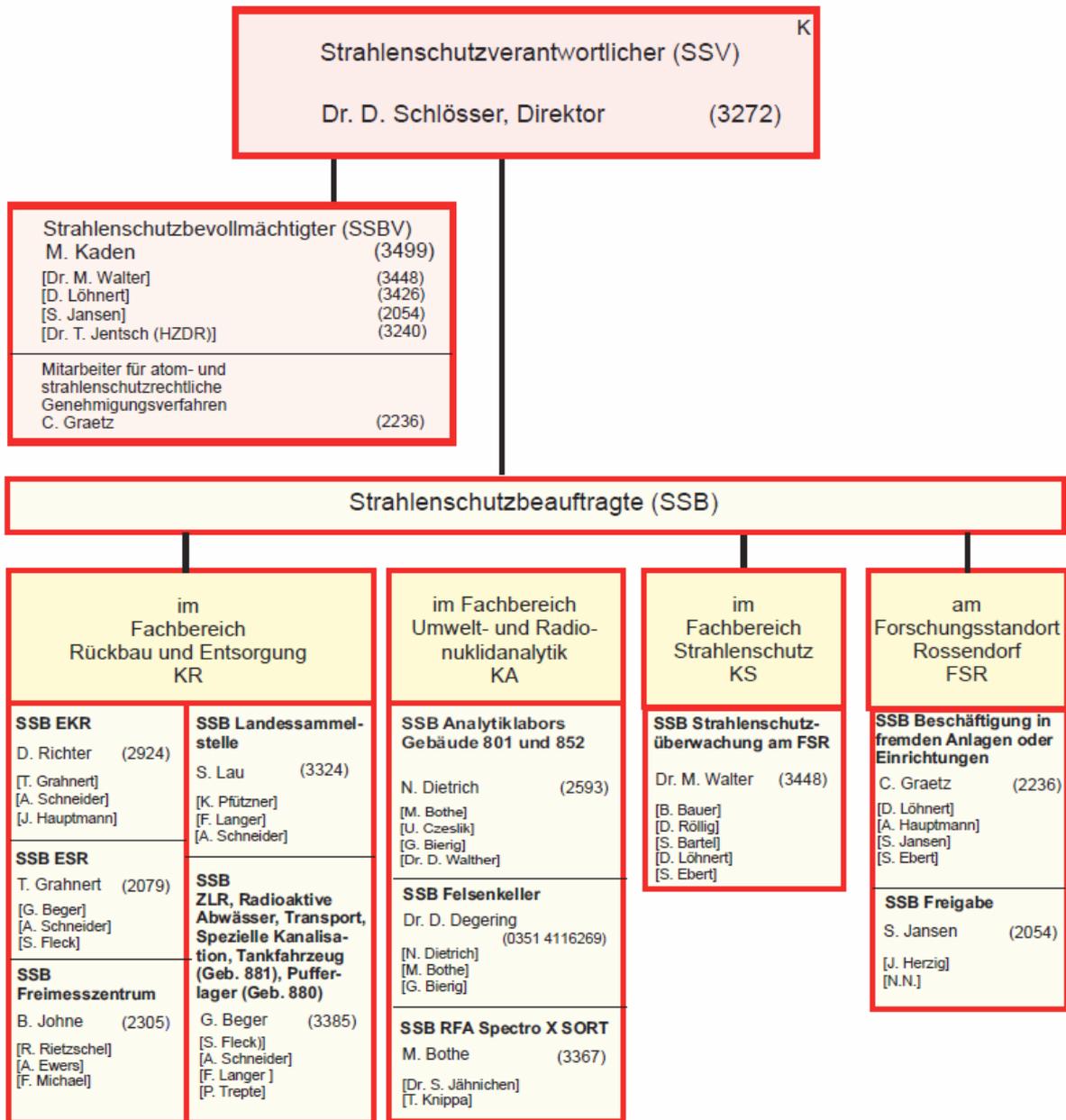


Abbildung 2-2: VKTA-Strahlenschutzorganigramm, Stand 06/2020

Tabelle 2-1: Zentrale Strahlenschutzanweisungen am FSR; Stand 12/2019

Nr. ¹⁾	Rev.	Titel	in Kraft gesetzt zum
1	4	Aufgabenzuweisung und Zuständigkeitsabgrenzung im Strahlenschutz /SS01/	15.10.2012
10	7	Bestellung, Anlieferung, Übernahme, Abgabe, Versand, Nachweisführung radioaktiver Stoffe und Prüfung umschlossener radioaktiver Stoffe /SS10/	27.05.2016
12	4	Beschäftigung von Mitarbeitern des HZDR/VKTA in fremden Anlagen oder Einrichtungen /SS12/	08.01.2018
14	2	Verwendung von Strahlenschutzkleidung, Schuhwerk und Handtüchern sowie der speziellen persönlichen Schutzausrüstung in Strahlenschutzbereichen /SS14/ - des HZDR - des VKTA	02.01.2002
16	6	Personendosimetrische Überwachung von Mitarbeitern auf externe Exposition in Strahlenschutzbereichen /SS16/	11.11.2009
17	2	Umgang mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenze in einem Entscheidungsbereich /SS17/	02.01.2002
18	4	Innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe /SS18/	06.02.2017
19	3	Beschaffung und Qualitätssicherung von Strahlenschutzmesstechnik /SS19/	04.07.2013
20	4	Inkorporationsüberwachung /SS20/	17.01.2012
22	1	Einhaltung der Dosisleistungsrichtwerte an Grenzen von Strahlenschutzbereichen des FSR /SS22/	02.01.2002
23	14	Freigabe von Stoffen mit geringfügiger Aktivität /SS23/	04.11.2013
24	3	Zutritt zu und Aufenthalt in Strahlenschutzbereichen am Forschungsstandort Rossendorf für Externe /SS24/	05.12.2017
26	4	Meldepflichtige Ereignisse /SS26/	20.01.2011
27	1	Hautkontaminationskontrolle beim Verlassen von Strahlenschutzbereichen /SS27/	02.01.2002
29	0	Aktualisierung der Listen der sonst tätigen Personen im Geltungsbereich einer Genehmigung /SS29/	01.10.2003
30	3	Verfahrensweise zur Bestimmung der jährlichen Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft bei Normalbetrieb /SS30/	01.10.2014
31	1	Zutritt von Schwangeren und Stillenden zu Strahlenschutzbereichen und Unterweisungen zur Mitteilung von Schwangerschaft und Stillzeit /SS31/	26.07.2016

¹⁾ Die SSA Nr. 2 bis 9, 11, 13, 15, 21, 25 und 28 wurden außer Kraft gesetzt und deren Inhalte z. T. in andere SSA integriert.

In den Tabellen 2-2 und 2-3 sind die Anzahl der im HZDR und im VKTA gehaltenen atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungen sowie Bescheide der Behörden per 31.12.2019 dargestellt.

Tabelle 2-2: Genehmigungen und Bescheide des HZDR, Stand 31.12.2019

Anzahl	Gegenstand
19	Genehmigungen nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 StrlSchG zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen (offen und umschlossen)
1	Genehmigung nach § § 12 Absatz 1 Nr. 3 StrlSchG zur Lagerung umschlossener radioaktiver Stoffe
5	Genehmigungen nach § 12 Absatz 1 Nr. 1 StrlSchG zum Betrieb von Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung
1	Genehmigung nach § 25 StrlSchG zur Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen
23	Genehmigungen nach § 12 Absatz 1 Nr. 4 zum Betrieb von Röntgeneinrichtungen
1	Bescheid zur Durchführung von Prüfungen nach § 89 StrlSchV (Dichtheitsprüfungen)
1	Genehmigung nach § 27 StrlSchG zur Beförderung sonstiger radioaktiver Stoffe auf der Straße

Tabelle 2-3: Genehmigungen und Bescheide des VKTA, Stand 31.12.2019

Anzahl	Gegenstand
1	Genehmigung nach § 9 AtG zur sonstigen Verwendung von Kernbrennstoffen außerhalb genehmigungspflichtiger Anlagen und zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen
10	Genehmigungen nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 StrlSchG zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen (offen und umschlossen)
1	Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 StrlSchG zur Zwischenlagerung fester radioaktiver Abfälle (sonstige radioaktive Stoffe und kernbrennstoffhaltige Abfälle)
1	Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 3 StrlSchG zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen in der Landessammelstelle des Freistaates Sachsen
1	Genehmigung nach § 12 Absatz 1 Nr. 4 StrlSchG zum Betrieb einer Röntgeneinrichtung
1	Bescheid zur Freigabe radioaktiver Stoffe nach § 32 StrlSchV
1	Genehmigung nach § 25 StrlSchG zur Beschäftigung in fremden Anlagen oder Einrichtungen
2	Bescheide zur Durchführung von Prüfungen nach § 89 StrlSchV (Dichtheitsprüfungen) (Freistaat Sachsen sowie Land Brandenburg)
1	Bescheid mit Bestimmung als Inkorporationsmessstelle des Freistaates Sachsen nach § 169 Absatz 1 StrlSchG
1	Bescheid zur Umgebungsüberwachung
2	Anerkennungsbescheide als Strahlenschutzkursstätte zur Aktualisierung der Fachkunde

Umsetzung der Neuerungen im Strahlenschutzrecht

2019 wurde mit der Überarbeitung der Strahlenschutz-Regelungen am FSR begonnen.

Zunächst wurde die grundlegende Zusammenarbeitsvereinbarung zwischen dem HZDR und dem VKTA betreffend die Gewährleistung des Strahlenschutzes angepasst und bei der zuständigen Behörde, dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) eingereicht.

Zeitgleich wurde eine gänzlich neue, sachgebietsumfassende Nomenklatur für das Strahlenschutz-Regelwerk am FSR entwickelt, die neben den zentralen Strahlenschutzanweisungen und Fachanweisungen auch strahlenschutzrelevante betriebliche Regelungen/Anweisungen sowie Überwachungsprogramme der Emissions- und Immissionsüberwachung sowie Qualitätssicherungsprogramme einbezieht.

Darauf aufbauend wurden in Abstimmung zwischen den Strahlenschutz-Organisationen von VKTA und HZDR im Jahr 2019 alle zentralen Strahlenschutzanweisungen überarbeitet und beim SMUL zur Zustimmung eingereicht, siehe dazu Tabelle 2-4.

Über das zentrale Regelwerk hinaus wurde die Erarbeitung vieler spezieller Strahlenschutzanweisungen und sonstiger strahlenschutzrelevanter Regelungen/Anweisungen begleitet.

Die gesamte Thematik erforderte beträchtlichen Aufwand und wird die auf diesem Gebiet tätigen Mitarbeiter am Standort noch einige Zeit beschäftigen.

Tabelle 2-4: Zentrale Strahlenschutzanweisungen am FSR (Überarbeitung)

Bisherige Regelung ¹⁾	Zukünftige Regelung ²⁾
SSA 1	S 001 Aufgabenzuweisung und Zuständigkeitsabgrenzung im Strahlenschutz
SSA 26	S 002 Meldung von Vorkommnissen
SSA 23	S 003 Freigabe von Stoffen mit geringfügiger Aktivität
SSA 16 und SSA 20	S 004 Ermittlung der Körperdosis in Strahlenschutzbereichen am Forschungsstandort Rossendorf
SSA 10, SSA 17 und SSA 18	S 005 Nachweisführung, Transport und Dichtheitsprüfung radioaktiver Stoffe
SSA 19	entfällt
SSA 24	S 006 Zutritt zu und Aufenthalt in Strahlenschutzbereichen am Forschungsstandort Rossendorf für Externe
SSA 22	S 007 Richtwerte im Strahlenschutz
SSA 12	S 008 Beschäftigung von Mitarbeitern des VKTA/HZDR in fremden Anlagen oder Einrichtungen
SSA 14 und SSA 27	S 009 Schutz vor Inkorporation und Kontamination
SSA 30	S 010 Verfahrensweise zur Emissionsabschätzung Fortluft
SSA 31	S 011 Schwangere und Stillende in Strahlenschutzbereichen
SSA 29	S 012 Listen zu den sonst tätigen Personen in Geltungsbereichen der atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungen

¹⁾ siehe Tabelle 2-1

²⁾ Eine Literaturangabe erfolgt nicht, da die Regelungen noch mit den Behörden in Abstimmung sind

3 Personenüberwachung

3.1 Vorbemerkungen

Die Abteilung Personendosimetrie / Inkorporationsmessstelle im Fachbereich KS des VKTA (KSI) ist zuständig für die Durchführung der Personenüberwachung bei äußeren und inneren Expositionen. Die Abteilung KSI betreibt zudem eine amtlich bestimmte Messstelle für Inkorporationsmessungen nach § 169 StrlSchG /SG17/. In der Abteilung waren Ende 2019 ein Physiker, ein Master of Science, zwei technische Angestellte, ein Physiklaborant und ein Softwareentwickler beschäftigt.

Ziel ist die Überwachung der Exposition aller sich am FSR einschließlich des Felsenkellers, bestehend aus dem Niederniveaumesslabor Felsenkeller des VKTA sowie dem Beschleunigerlabor Felsenkeller des HZDR, aufhaltenden Personen:

- Mitarbeiter des HZDR und VKTA
- beschäftigte Mitarbeiter von Fremdfirmen
- Gäste
- Besucher

Unter dieser Zielstellung waren folgende Aufgaben zu erfüllen:

- Dosimeterservice, d. h. Bereitstellung amtlicher Dosimeter, Versand zur amtlichen Messstelle (Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung des Landes Mecklenburg-Vorpommern in Berlin (LPS)), Übermittlung der Ergebnisse an die SSB, Beantragung von Ersatzdosen bei Verlust bzw. Nichtauswertbarkeit des Dosimeters
- Bereitstellung und Auswertung passiv integrierender Dosimeter, sowohl Thermolumineszenz-Dosimeter (TLD) als auch OSL-Dosimeter als nichtamtliche Personendosimeter (NAD) und für die Bestimmung der Umgebungsäquivalentdosis im Rahmen der Immissionsüberwachung des FSR
- Dosimeter-Service für die Werkfeuerwehr, die HZDR Innovation GmbH und ROTOP Radiopharmacy GmbH am FSR sowie für Messgäste im HZDR
- Ermittlung der arbeitswöchentlichen Körperdosis bei schwangeren bzw. stillenden Frauen nach § 69 StrlSchV
- Inkorporationsüberwachung beim Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen mit Methoden der γ -spektrometrischen Direktmessung und der indirekten Bestimmung der Körperaktivität durch Ausscheidungsanalysen sowie bei Bedarf durch Auswertung von Daten der Raumluftüberwachung
- Dosisabschätzung, auch für externe Auftraggeber
- Datenübermittlung an das Zentrale Strahlenschutzregister nach § 170 StrlSchG
- Kontrolle der Einhaltung der Grenzwerte nach §§ 77 und 78 StrlSchG sowie betrieblicher Schwellenwerte
- Führung eines Personen- und Dosisregisters für den FSR
- Kontrolle und Einleitung arbeitsmedizinischer Vorsorgeuntersuchungen gemäß § 79 StrlSchG
- Kontrolle und Archivierung der Nachweise der Unterweisungen nach § 63 StrlSchV

- Beratung der Strahlenschutzingenieure (SSI) sowie der SSB zu allen Fragen der externen Dosimetrie und Inkorporationsüberwachung ihrer sonst tätigen Mitarbeiter
- Führung der Strahlenpässe für die Mitarbeiter des HZDR und des VKTA
- Anlaufstelle für am Standort beschäftigte Fremdfirmenmitarbeiter nach § 25 bzw. § 26 StrlSchG sowie § 59 StrlSchG; Entgegennahme und Kontrolle der Strahlenpässe, Ausgabe von Nachweisblättern als Voraussetzung für die Beschäftigung in Strahlenschutzbereichen, Ausgabe und Auswertung von Dosimetern sowie Eintragungen in die Strahlenpässe bzw. Übermittlung der gemessenen Personendosen (extern und intern)

Die Berichterstattung über die Ergebnisse der Inkorporationsüberwachung sowie der Personendosimetrie erfolgt jeweils vierteljährlich getrennt für VKTA und HZDR an das SMUL – seit Ende 2019 an das Sächsische Staatsministerium für Energie, Klimaschutz, Umwelt und Landwirtschaft (SMEKUL) - bzw. an das Sächsische Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) und parallel an alle entsprechenden SSB am FSR.

Zusätzlich wurden bei KSI folgende Aufgaben bearbeitet:

- Prüfung von Antrags- und Genehmigungsunterlagen, Stellungnahmen zu Gutachten
- Arbeitsplatzüberprüfungen nach SSA Nr. 31

Als amtlich bestimmte Inkorporationsmessstelle für den Freistaat Sachsen erfolgte wie in den letzten Jahren eine Zusammenarbeit mit den Messstellen am Universitätsklinikum Dresden, in der Universitätsklinik Leipzig sowie am Klinikum Chemnitz hinsichtlich der Bestimmung von I-131 in der Schilddrüse. Das schließt u. a. die Übermittlung der Daten dieser Messstellen an das Zentrale Strahlenschutzregister ein. Für die Länder Berlin und Brandenburg wurden vier Inkorporationsüberwachungen durchgeführt. Weiterhin wurden Leistungen (Messungen und/oder Dosisbewertungen) für externe Auftraggeber erbracht.

Zur externen Qualitätssicherung nahm die Messstelle an Ringversuchen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) teil.

Die Inkorporationsmessstelle ist nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 durch die Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH akkreditiert (PL-14498-02-00).

3.2 Berufliche Exposition am FSR

Im VKTA, HZDR und bei RRP wurden im Berichtszeitraum 784 (2018: 776, ohne RRP) Mitarbeiter als beruflich exponierte Personen in die Kontrolle der Exposition einbezogen.

Neben den Mitarbeitern des HZDR, VKTA und RRP am FSR überwachte KSI im Berichtszeitraum 64 (2018: 36) HZDR-Mitarbeiter, die an externen Einrichtungen tätig waren (z. B. an der HZDR-Beamline in Grenoble, im Felsenkeller oder bei OncoRay am Universitätsklinikum Dresden).

Die amtliche Überwachung erfolgte mit Filmdosimetern (Gleitschattenkassette), und Albedodosimetern sowie für Mitarbeiter von RRP und der Forschungsstelle Leipzig (FSL) mit OSL-Dosimetern der LPS. Die Tragezeit für 91 % der Albedodosimeter, 93 % der Filmdosimeter sowie 60 % der OSL-Dosimeter betrug drei Monate, sonst einen Monat.

Für Fremdfirmenmitarbeiter, die auf Basis einer § 25 StrlSchG-Genehmigung am FSR beschäftigt waren, erfolgte die amtliche Dosimetrie durch die Fremdfirmen selbst. Es wurde jedoch die Summe der Individualdosen auf der Grundlage der auf den Strahlenschutz-Nachweisblättern dokumentierten Werte der nichtamtlichen Dosimeter ermittelt.

Die Überwachung von Teilkörperdosen (Hände) bzw. die Parallelüberwachung für eine Person im VKTA, die die Berufslebensdosis von 400 mSv überschritten hat, sowie die zusätzliche Überwachung von Schwangeren wurde mit TLD bzw. OSL realisiert.

Die Inkorporationsüberwachung mittels γ -Spektrometrie (Direktmessung) sowie die Veranlassung und Interpretation ausscheidungsanalytischer Untersuchungen erfolgten durch die gemäß § 169 StrlSchG bestimmte Inkorporationsmessstelle im VKTA. Die ausscheidungsanalytischen Untersuchungen werden dazu im akkreditierten Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik (LAURA) des VKTA durchgeführt.

Die Tabelle 3-1 fasst die Überwachungsergebnisse der Personendosimetrie, einschließlich der Inkorporationsüberwachung, für Mitarbeiter im VKTA und HZDR sowie für Fremdfirmenmitarbeiter im Berichtszeitraum zusammen.

Die mittleren Individualdosen sind klein und bedürfen ebenso wie die Summe der Individualdosen keiner weiteren Bewertung.

Die höchste Individualdosis (Summe aus äußerer und innerer Exposition) betrug 4,0 mSv (HZDR) bzw. 1,35 mSv (VKTA). Das entspricht einer Auslastung des Grenzwertes (20 mSv) von 20 % bzw. 7 %.

Tabelle 3-1: Anzahl überwachter Personen und Zusammenfassung der Ergebnisse der äußeren (Gamma- und Neutronenstrahlung) und inneren Exposition im Jahr 2019

Personengruppen / Überwachungsart	HZDR	VKTA	RRP	Fremdfirmen
Anzahl beruflich exponierter Mitarbeiter	693	81	10	x
Kategorie A	130	43	-	x
Kategorie B	563	38	10	x
Äußere Ganzkörperexposition				
Anzahl amtlich überwachter Personen	693	81	10	x
höchste Individualdosis / mSv	4,00	0,60	0,40	x
mittlere Individualdosis / mSv	0,06	0,03	0,17	x
Summe Individualdosen / mSv	45,20	3,20	1,70	x
Anzahl nichtamtlich überwachter Personen	x	x	x	487
Summe Individualdosen / mSv	x	x	x	2,04
Innere Ganzkörperexposition				
Anzahl Personen mit Inkorporationsüberwachung	130	41	10	28
Überwachung mittels In Vivo / Anzahl	49	38	10	24
Überwachung mittels In Vitro / Anzahl	82	21	0	4
höchste Individualdosis (eff)/ mSv	0,00	1,25	0,00	0,00
mittlere Individualdosis / mSv	0,00	0,06	0,00	x
Summe Individualdosen / mSv	0,00	2,26	0,00	x
Exposition gesamt				
mittlere Individualdosis / mSv	0,07	0,07	0,17	x
Summe Individualdosen / mSv	45,20	5,46	1,70	x

x ... Daten wurden nicht erhoben

Die folgenden Abbildungen 3-1 und 3-2 zeigen für die Kalenderjahre 2015 bis 2019 die Entwicklung der Individualdosen im HZDR und im VKTA.

In der Abbildung 3-1 sind die höchsten Individualdosen (äußere und innere Exposition) dargestellt. Während im VKTA dabei die Dosisbeiträge infolge Inkorporation überwiegen, traten im HZDR ausschließlich äußere Expositionen auf.

Die Abbildung 3-2 zeigt die Summe der Individualdosen, getrennt für äußere und innere Exposition. Dabei ist zu beachten, dass es sich um jährlich verschieden große Überwachungsgruppen handelt.

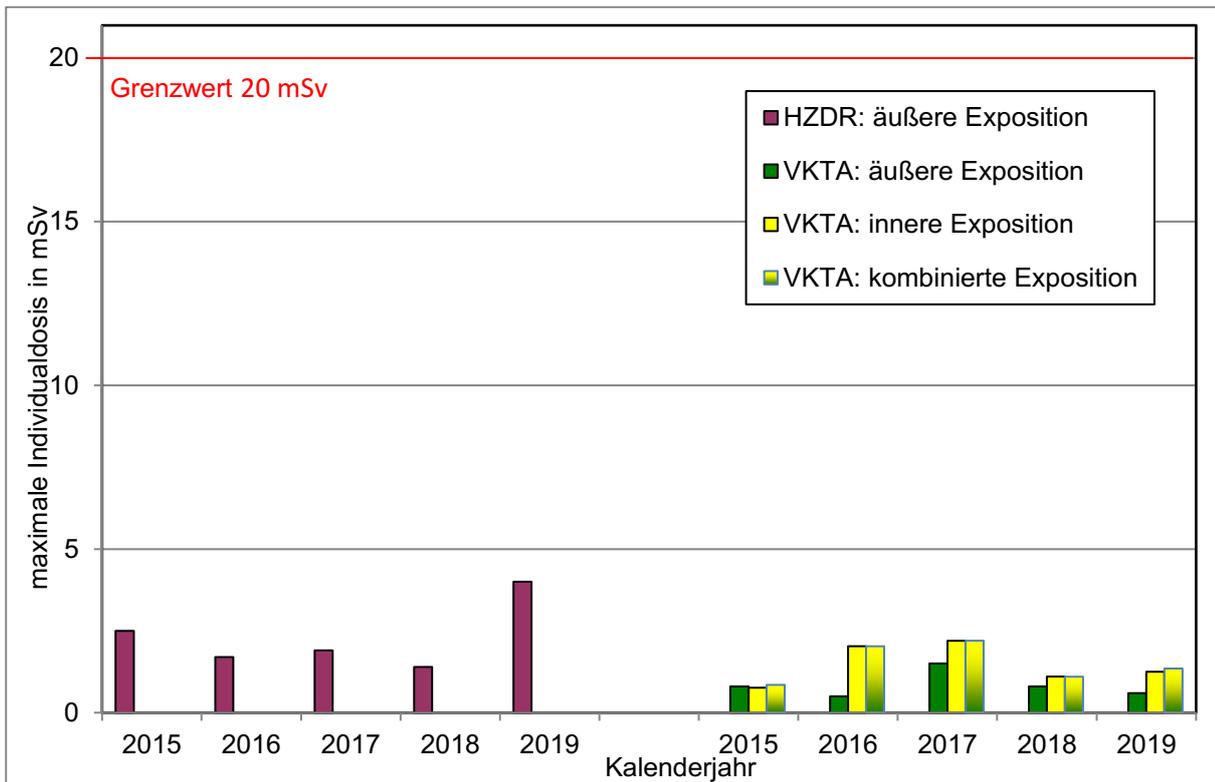


Abbildung 3-1: Höchste Individualdosis durch äußere, innere sowie kombinierte Exposition in den Jahren 2015 bis 2019

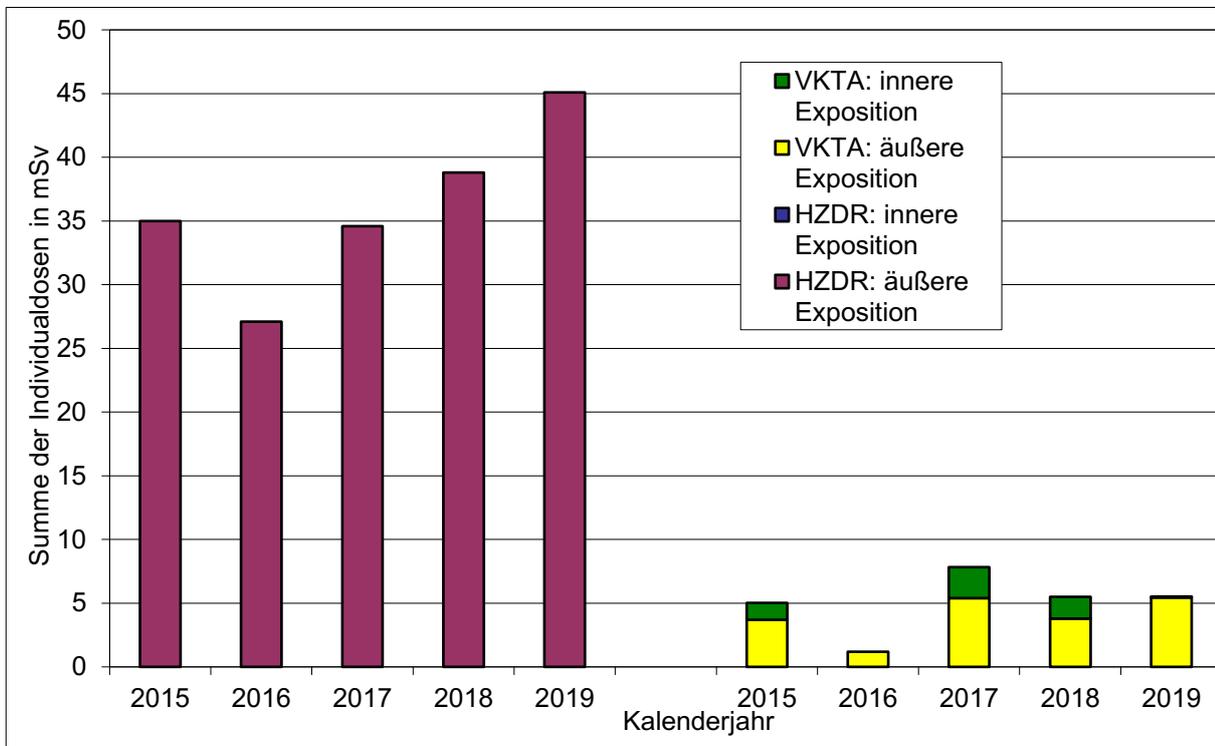


Abbildung 3-2: Summe der Individualdosen durch äußere und innere Exposition in den Jahren 2015 bis 2019

3.3 Berufliche Exposition durch äußere Exposition

3.3.1 Ganzkörperexposition

Die Tabelle 3-2 enthält die Verteilung der Ganzkörperexposition für Personen im HZDR, VKTA und bei RRP im Jahr 2019. Die maximale individuelle Ganzkörperexposition lag 2019 bei 20 % (2018: 7 %) des Grenzwertes (vgl. Tabelle 3-1).

Tabelle 3-2: Verteilung der Ganzkörperexposition (Summe aus Photonen- und Neutronenanteil) im HZDR, VKTA und RRP im Jahr 2019

Verein / Struktur	Anzahl der überwachten Personen	Verteilung der Exposition H in mSv				Summe der Individualdosen in mSv
		H= 0	0 < H ≤ 6	6 < H ≤ 20	H > 20	
HZDR	693	540	153	0	0	45,2
VKTA	81	70	11	0	0	3,2
RRP	10	3	7	0	0	1,7

Die Ergebnisse zeigen, dass im Jahr 2019 für ca. 78 % (2018: 73 %) der im HZDR bzw. im VKTA für ca. 86 % (2018: 88 %) und bei RRP 30 % exponiert tätigen Personen keine beruflich bedingte externe Exposition nachgewiesen wurde (vgl. Tabelle 3-2).

Die maximale individuelle effektive Dosis im VKTA betrug 0,6 mSv (Mittelwert 0,03 mSv), im HZDR 4,0 mSv (Mittelwert 0,06 mSv) und bei RRP 0,4 mSv (Mittelwert 0,17 mSv). Die maximale individuelle Exposition durch Neutronenstrahlung betrug im HZDR 0,3 mSv. Insgesamt lagen 98,5 % aller Einzelmesswerte für Neutronen unterhalb der Nachweisgrenze (NWG).

Von KSI wurden an 21 Personen (Messgäste bzw. Fremdfirmenmitarbeiter) als Serviceleistung Film- bzw. Albedodosimeter ausgegeben. Für eine Person lag die gemessene Dosis über der Nachweisgrenze. Als höchste Dosis wurde dabei 0,1 mSv ermittelt. Für 20 Mitarbeiter von zwei Fremdfirmen wird die dosimetrische Überwachung als Service komplett von der Bestellung der Dosimeter bis zur Mitteilung der Dosiswerte übernommen. Die höchste Individualdosis beträgt für diese Mitarbeiter 0,2 mSv.

3.3.2 Exposition der Hände

Im Jahr 2019 wurden wiederum Mitarbeiter des HZDR, die überwiegend bei OncoRay tätig sind, sowie Mitarbeiter von RRP monatlich mit amtlichen Fingerring-Dosimetern überwacht. Einige Mitarbeiter der FSL werden ebenfalls, jedoch quartalsweise, mit Fingerring-Dosimetern überwacht. Die Fingerring-Dosimeter werden von der LPS in Berlin zur Verfügung gestellt und auch ausgewertet.

Die Tabelle 3-3 enthält die Verteilung der gemessenen amtlichen und nichtamtlichen Handdosiswerte. Mit der höchsten individuellen amtlichen Handdosis von 65 mSv im HZDR wurde der Grenzwert von 500 mSv zu 13 % (2018: 11 %) ausgeschöpft.

Tabelle 3-3: Exposition der Hände im Jahr 2019

Personengruppen / Überwachungsart	HZDR	VKTA	RRP
Teilkörperexposition (Hände)			
▪ amtlich Überwachte / Anzahl Personen u. Hände	38/38	-	7/7
○ höchste Handdosis / mSv	65,00	-	1,00
○ mittlere Handdosis / mSv	7,39	-	0,14
▪ nichtamtlich Überwachte / Anzahl Personen u. Hände	12/22	2/2	1/1
○ höchste Handdosis/ mSv	15,00	1,78	0,00
○ mittlere Handdosis/ mSv	2,27	1,32	0,00

3.4 Berufliche Exposition durch Inkorporation

3.4.1 Überblick

Die Inkorporationsmessstelle ist als amtliche Messstelle nach § 169 StrlSchG für die Durchführung der Inkorporationsüberwachung der Mitarbeiter, Gäste, am FSR beschäftigter Fremdfirmenmitarbeiter sowie externer Personen zuständig.

Die Organisation der Inkorporationsüberwachung am FSR erfolgt entsprechend SSA Nr. 20 /SS20/. Die SSB teilen der Abteilung KSI auf Erhebungsbögen den beabsichtigten Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen mit. Entsprechend /RI07/ erfolgt durch KSI die Festlegung des Überwachungserfordernisses, die Auswahl der Messmethode und deren Häufigkeit. Die betreffenden Mitarbeiter werden durch KSI zu den Messungen einbestellt.

Für externe Nutzer gilt grundsätzlich die Kosten- und Benutzungsordnung /KO17/, wobei die oben genannten Informationen ebenfalls mit Hilfe eines Erhebungsbogens abgefragt werden.

Einen Überblick zu allen eingesetzten Mess- und Analyseverfahren gibt Tabelle 3-4.

Die Methodik der Bewertung von Messergebnissen aus der Raumluftüberwachung steht ebenfalls zur Verfügung (vgl. Abschnitt 3.4.3), wurde aber im Berichtszeitraum nicht angewendet.

Tabelle 3-4: Messverfahren der Inkorporationsüberwachung

Nuklid	Messverfahren	Nachweisgrenze	Labor im VKTA
Gammastrahler	Ganz- und Teilkörperzähler in Abschirmkammer, Messzeit 1.000 s (Ganzkörpermessung) bzw. 200 s (Schilddrüsenmessung)	100 Bq (Cs-137+) 50 Bq (I-131)	KSI
H-3	Urin-Analyse: LSC nach Destillation	10 Bq/L	LAURA bei KA
C-14	Urin-Analyse: LSC, Direktmessung	10 Bq/L	
Tc-99 (β-gesamt)	LSC und Vergleich mit Konzentration an K bzw. K-40 mittels ICP-MS	1,2 Bq/L (β-Gesamt)	
Sr-90	Urin-Analyse: LSC nach radiochemischer Trennung	0,02 Bq/L	
Po-210	α-Spektrometrie nach Anreicherung, radiochemischer Trennung und Autodeposition	0,003 Bq/L	
Thorium, Uran sowie Transurane	Urin-Analyse: - α-Spektrometrie nach radiochemischer Trennung - ICP-MS, Direktmessung (für Uran/Thorium) Stuhl-Analyse: - α-Spektrometrie nach Veraschung und radiochemischer Trennung	0,001 Bq/L (Np-237: 0,002 Bq/L) 0,01 µg/L 0,001 Bq/g (Np-237: 0,002 Bq/g) bezogen auf Aschemasse	

Im Rahmen der externen Qualitätssicherung nahm die Inkorporationsmessstelle im Berichtszeitraum an drei Ringversuchen des BfS erfolgreich teil (vgl. Tabelle 3-5). Zusätzlich wurden Fallbeispiele des BfS bearbeitet.

Tabelle 3-5: Überblick über die Ringversuche im Jahr 2019

Ringversuch	Thema
BfS-RV-2019-H-3/C-14	Ringversuch zur Bestimmung von H-3/C-14 im Urin
BfS-RV-2019-Sr-89/Sr-90	Ringversuch zur Bestimmung von Sr-89/90 im Urin
BfS-RV-In-Vivo_2019	Ringversuch mit verschiedenen Konfigurationen des Ganzkörper-Ziegelphantoms

3.4.2 Inkorporationsüberwachung

Für die direkte Messung der Körperaktivität steht im VKTA ein Ganz- und Teilkörperzähler mit zwei identischen HPGe-Detektoren (Effektivität 48 % für Co-60, 1332,5 keV) zur Verfügung. Die Ganzkörpermessung erfolgt mit beiden Detektoren, die Schilddrüsenmessung mit einem Detektor direkt am Hals positioniert.

Tabelle 3-6 bis Tabelle 3-8 zeigen die Ergebnisse von Direktmessungen sowie von Ausscheidungsanalysen für Mitarbeiter von HZDR, RRP und VKTA sowie für Mitarbeiter von Fremdfirmen, welche entweder im Rahmen ihrer Genehmigung gemäß § 25 StrISchG im HZDR/RRP/VKTA beschäftigt waren (siehe Zeile „Fremdfirmen“). Neben der Gesamtanzahl

aller Messungen wird die Anzahl der Messungen mit Ergebnissen oberhalb der Erkennungsgrenze (EG) aufgeführt.

Die Interpretation der gemessenen Werte erfolgte entsprechend den Vorgaben aus /RI07/. Ergebnisse, die nach Bewertung und Anwendung von Rundungsregeln aus /RI07/ einen Wert von 0 mSv aufweisen, werden bei der Angabe der maximalen effektiven Folgedosis $E_{50,max}$ in Tabelle 3-6 und Tabelle 3-8 trotzdem mit ihrem nicht gerundeten Wert angegeben. Allen anderen Angaben (z. B. für die Summe der Individualdosen oder die Werte in Tabelle 3-1) liegen die gerundeten Werte zugrunde. Die erhaltenen maximalen und mittleren Dosiswerte wurden bereits in Tabelle 3-1 zusammengefasst. Es bedeuten:

- EG ...Erkennungsgrenze; in Abhängigkeit vom Messverfahren
- $E_{50,max}$...maximale effektive Folgedosis
- S ...Summe Individualdosen

Tabelle 3-6: Ergebnisse der Direktmessungen im Jahr 2019

Zuordnung / Struktur	überwachte Personen	Anzahl Messungen	Anzahl Messungen > EG	$E_{50,max}$ [mSv]	S [mSv]
Ganzkörper					
Fremdfirmen	24	46	2	<0,05	x
HZDR	49	82	9	<0,05	<0,05
RRP	2	4	4	<0,05	<0,05
VKTA	38	109	7	<0,05	<0,05
Schilddrüse					
Fremdfirmen	2	2	1	<0,05	x
HZDR	1	4	0	0,00	0,00
RRP	9	81	42	<0,05	<0,05

x...Daten wurden nicht erhoben bzw. ermittelt

In Tabelle 3-7 sind die Maximalwerte der per Direktmessung nachgewiesenen Radionuklide aufgeführt.

Tabelle 3-7: Nuklidspezifische Ergebnisse der Direktmessungen im Jahr 2019

Radionuklid	Messart GK - Ganzkörper / SD - Schilddrüse	Anzahl Nachweise	Maximalwert A_{max} [kBq]
F-18	GK	6	67,0
Cu-64	GK	1	0,5
I-123	GK	2	6,8
	SD	8	0,3
I-125	SD	4	0,1
Cs-137+	GK	7	0,4

Tabelle 3-8: Ergebnisse der Ausscheidungsanalysen im Jahr 2019

Element	Anzahl Analysen	Zuordnung/ Struktur	überwachte Personen	Anzahl Messungen	Anzahl Messungen > EG	E _{50,max} [mSv]	S [mSv]
Am	115	Externe	14	41	16	3,10	x
		HZDR	6	14	1	0	0
		VKTA	15	60	2	0,87	0,87
C	8	VKTA	2	8	0	0	0
Cf	6	VKTA	3	6	0	0	0
Cm	5	HZDR	3	5	0	0	0
H	13	HZDR	3	3	2	0	0
		VKTA	2	8	8	0	0
		Fremdfirma	2	2	0	0	x
Np	14	HZDR	8	12	0	0	0
		Fremdfirma	1	2	0	0	x
Po	4	VKTA	1	4	4	1,25	2,39
Pu	29	Externe	1	1	0	0	0
		HZDR	4	18	4	0	0
		VKTA	1	8	0	0	0
		Fremdfirma	1	2	0	0	x
Ra	7	HZDR	2	7	0	0	0
Sr	28	Extern	2	2	2	0,06	x
		VKTA	13	26	0	0	0
Tc	4	HZDR	3	4	4	0	0
Th	20	Extern	5	6	2	0	x
		HZDR	6	8	1	0	0
		VKTA	3	6	0	0	0
U	81	Extern	1	1	1	0	x
		HZDR	59	78	76	0	0
		Fremdfirma	1	2	2	0	0

Ausscheidungsanalysen erfolgen grundsätzlich nach /RI07/. Eine Ausnahme ist unter anderem die zeitgleiche Probenahme von Stuhl und Urin bei Umgang mit Am-241 (Urin-Überwachungsintervall wäre 180 Tage), da so im Inkorporationsfall mit parallel vorliegenden Analyseergebnissen die Dosisberechnung verfeinert werden kann.

Folgt aus dem Umgang im Berichtszeitraum eine potenzielle effektive Folgedosis < 1 mSv, ist keine Routineüberwachung erforderlich. Es werden jedoch Schwellenwertmessungen notwendig, wenn die potenzielle effektive Folgedosis > 0,5 mSv beträgt.

Beim Umgang mit H-3 und C-14 werden im Regelfall Urin-Analysen unmittelbar nach der Handhabung veranlasst, zum Teil auch eine regelmäßige Kontrollüberwachung alle 90 Tage vereinbart.

Ausscheidungsanalytische Untersuchungen erfolgten durch LAURA des VKTA (vgl. Tabelle 3-4).

Die Ergebnisse der Ausscheidungsuntersuchungen werden in Tabelle 3-8 zusammengefasst. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgt entsprechend /RI07/ nach Referenzverfahren unter Berücksichtigung von natürlichen Zufuhren für Uran, Thorium und Polonium sowie, wenn bekannt, unter Berücksichtigung von Zufuhrzeiten.

Entsprechend Rundungsregeln nach /RI07/ werden effektive Folgedosen $< 0,05$ mSv sowie Organfolgedosen $< 0,5$ mSv zu $0,0$ mSv gesetzt.

3.4.3 Kontrolle durch Raumlufüberwachung

Die Überwachung der Raumluftaktivitätskonzentrationen in Strahlenschutzbereichen erfolgt eigenständig durch die SSB. KSI nutzt die von den SSB übermittelten Werte, um Hinweise auf mögliche Inkorporationszeitpunkte zu erhalten. Eine Abschätzung von Dosiswerten aus Raumluftaktivitätskonzentrationen war nicht erforderlich.

3.5 Hautkontamination

Im Berichtszeitraum wurde keine Kontamination der Haut bewertet.

3.6 Personen- und Dosisregister

Alle am Standort tätigen Mitarbeiter des VKTA und des HZDR, die einer personendosimetrischen Überwachung unterliegen, werden in einem Personen- und Dosisregister geführt. Dieses Register wird von KSI gepflegt.

Im Dosisregister sind die personendosimetrischen Daten, Termine und Ergebnisse durchgeführter strahlenschutzmedizinischer Untersuchungen sowie Eintritts- und Austrittsdaten enthalten.

Der entsprechende Schriftverkehr einschließlich des Nachweises der Unterweisungen nach § 63 StrlSchV, strahlenschutzärztliche Bescheinigungen und Erhebungsbögen zur regelmäßigen Inkorporationsüberwachung sind im Personenregister abgelegt.

Die maximale individuelle Berufslebensdosis eines exponierten Mitarbeiters im VKTA beträgt 469 mSv. Da hiermit für die betreffende Person der Grenzwert der Berufslebensdosis von 400 mSv (§ 77 StrlSchG) überschritten ist, erfolgt in Abstimmung mit dem SMUL eine zusätzliche dosimetrische Überwachung. Die maximale Berufslebensdosis eines exponierten Mitarbeiters im HZDR beträgt 215 mSv.

3.7 Strahlenpassstelle

KSI beantragt, führt und verwaltet in ihrem Personenregister die Strahlenpässe der Mitarbeiter des VKTA und des HZDR. Mit Stand vom 31.12.2019 verfügten 38 (2018: 49) Mitarbeiter des VKTA und 199 (2018: 197) Mitarbeiter des HZDR über einen gültigen Strahlenpass.

Im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen wurden im Berichtszeitraum 203 Untersuchungen (2018: 198) eingeleitet. In Absprache mit den Sicherheitsingenieuren

beider Vereine werden die Termine der strahlenschutzmedizinischen Wiederholungsuntersuchungen mit denen der arbeitsmedizinischen Untersuchungen wie G26 (Atemschutzgeräte), G43 (Biotechnologie), G25 (Fahr-, Steuer- und Überwachungstätigkeiten) usw. zusammengeführt. Diese Koordination dient der Kostenreduzierung der durchzuführenden ärztlichen Untersuchungen.

Mitarbeiter von Fremdfirmen, die als beruflich exponierte Personen geführt werden und am FSR in Strahlenschutzbereichen beschäftigt werden sollen, hinterlegen ihren Strahlenpass bei KSI. Für die Nachweisführung der nichtamtlichen Dosen wurden im Berichtszeitraum 1252 Nachweisblätter (2018: 1128) an 471 Fremdfirmen-Mitarbeiter (2018: 422) ausgegeben. Darunter waren für 239 (2018: 222) Fremdfirmenmitarbeiter vereinfachte Zutritte. Die Werte der nichtamtlichen Personendosen wurden ebenso wie die Ergebnisse von Inkorporationsmessungen in die Strahlenpässe eingetragen. Im Berichtszeitraum wurden weiterhin 242 Strahlenpässe (2018: 243) zum Nachtragen der Werte der amtlichen Dosimeter, fälliger ärztlicher Untersuchungen oder Beendigung/Unterbrechung der Beschäftigung am Standort an die Fremdfirmen ausgegeben.

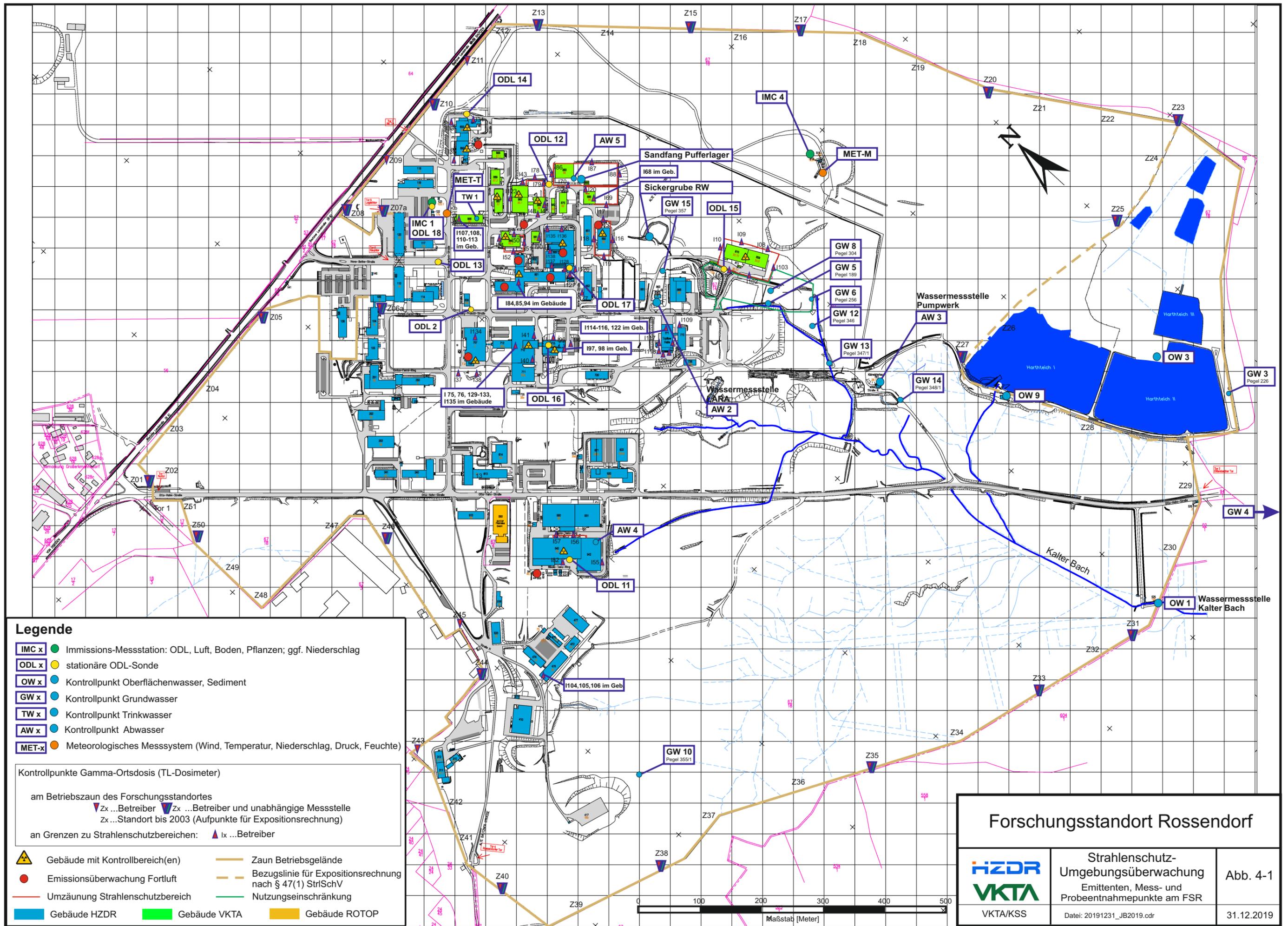
3.8 Dosisrichtwerte für Tätigkeiten

Gemäß § 72 StrlSchV sind ab 31.12.2018 Dosisrichtwerte bei Tätigkeiten für beruflich exponierte Personen festzulegen, zu überprüfen, zu dokumentieren und der Behörde auf Verlangen vorzulegen. Einschließlich der zugrundeliegenden Richtlinie 2013/59 der EURATOM sowie der zugehörigen SSK-Empfehlung sind als Einstiegskriterium die Einstufung als beruflich exponierte Person der Kategorie A bzw. analog gemäß IWRS II eine Überschreitung der Individualdosis von 6 mSv bei einer Tätigkeit vorgesehen.

Im Jahr 2019 betrug die höchste Individualdosis am Standort 1,3 mSv. (2018:1,4 mSv; 2017: 2,2 mSv; 2016: 2,03 mSv; 2015: 2,5 mSv). Insofern ergibt sich kein Erfordernis der Einführung von Dosisrichtwerten gemäß § 72 StrlSchV.

Auch für 2020 sind keine Einzeltätigkeiten geplant, die erkennen lassen, dass Dosisrichtwerte gemäß § 72 StrlSchV erforderlich werden. Dieser Sachverhalt wird jährlich retrospektiv überprüft und prospektiv bei neu einzuführenden Tätigkeiten separat betrachtet.

Vor diesem Hintergrund wird grundsätzlich keine Notwendigkeit der Einführung von Dosisrichtwerten gemäß Strahlenschutzrecht zur Optimierung des Strahlenschutzes gesehen, da der Erwartungswert der effektiven Dosis kleiner 1 mSv ist (vgl. mittlere Individualdosis in Tabelle 3-1).



Legende

- IMC x** ● Immissions-Messstation: ODL, Luft, Boden, Pflanzen; ggf. Niederschlag
- ODL x** ● stationäre ODL-Sonde
- OW x** ● Kontrollpunkt Oberflächenwasser, Sediment
- GW x** ● Kontrollpunkt Grundwasser
- TW x** ● Kontrollpunkt Trinkwasser
- AW x** ● Kontrollpunkt Abwasser
- MET-x** ● Meteorologisches Messsystem (Wind, Temperatur, Niederschlag, Druck, Feuchte)

Kontrollpunkte Gamma-Ortsdosis (TL-Dosimeter)

am Betriebszaun des Forschungsstandortes
 ▼ Zx ...Betreiber ▼ Zx ...Betreiber und unabhängige Messstelle
 Zx ...Standort bis 2003 (Aufpunkte für Expositionsrechnung)

an Grenzen zu Strahlenschutzbereichen: ▲ Ix ...Betreiber

- ▲ Gebäude mit Kontrollbereich(en)
- Emissionsüberwachung Fortluft
- Umzäunung Strahlenschutzbereich
- Gebäude HZDR
- Gebäude VKTA
- Gebäude ROTOP
- Zaun Betriebsgelände
- Bezugslinie für Expositionsrechnung nach § 47(1) StrlSchV
- Nutzungseinschränkung

Forschungsstandort Rossendorf

<p>VKTA/KSS</p>	<p>Strahlenschutz- Umgebungsüberwachung</p> <p>Emittenten, Mess- und Probenentnahmepunkte am FSR</p> <p>Datei: 20191231_JB2019.cdr</p>	<p>Abb. 4-1</p> <p>31.12.2019</p>
-----------------	--	-----------------------------------

4 Anlagen- und Umweltüberwachung

4.1 Vorbemerkungen

Die Abteilung Anlagen- und Umweltüberwachung des Fachbereiches KS im VKTA (KSS) ist zuständig für die Durchführung aller Aufgaben zur Emissions- und Immissionsüberwachung aller Einrichtungen des VKTA, des HZDR sowie Dritter am FSR. In der Arbeitsgruppe Umgebungsüberwachung waren Ende 2019 vier Naturwissenschaftler, Diplomingenieure und Bachelor of Science sowie zwei physikalisch-technische/chemisch-technische Assistentinnen tätig.

Überwachungsziel ist der Nachweis der Einhaltung der in den §§ 80 StrlSchG und 99 StrlSchV festgelegten Dosisgrenzwerte. Dazu werden Programme zur Fortluft- und Abwasser-Emissionsüberwachung sowie zur Immissionsüberwachung nach § 103 StrlSchV durchgeführt. Die Überwachungsprogramme werden für die tägliche Arbeit durch Methodenbeschreibungen und Arbeitsvorschriften untersetzt.

Die Abbildung 4-1 zeigt den Lageplan des FSR mit den Emittenten, Mess- und Probeentnahmepunkten der Strahlenschutz-Umgebungsüberwachung, Stand 31.12.2019.

Das Umweltmessnetz REMSY (Radiological Environmental Monitoring System) zur Strahlenschutz-Umgebungsüberwachung am FSR gibt mit seinen online-Messstellen einen aktuellen Überblick zur radiologischen, meteorologischen und hydrologischen Situation sowie über den Betriebszustand der Überwachungsanlagen. Die Server des Umweltmessnetzes sowie Teile der fachspezifischen Software wurden in 2019 grundlegend erneuert.

Die Messverfahren im Analytiklabor, die Messsysteme zur Emissions- und Immissionsüberwachung sowie die Meteorologischen Messeinrichtungen werden wiederkehrend geprüft /PQS16/. Zur Kontrolle der Eigenüberwachung am FSR führt die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) in ihrer Funktion als zuständige unabhängige Messstelle Vergleichsmessungen durch.

Die Überwachungsprogramme zur Fortluft-, Abwasser- und Immissionsüberwachung sowie die Berichterstattung an das SMUL lehnen sich an die Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen /RE06/.

4.2 Emissionsüberwachung

4.2.1 Fortluft

Die Methoden und der Umfang der Fortluftüberwachung im Berichtszeitraum sind im Überwachungsprogramm-Fortluft /PF18/ beschrieben und für jeden Emittenten die jährlichen Obergrenzen für bestimmte Bezugsnuklide bzw. Radionuklidgruppen darin festgelegt.

Die Überwachungsmethoden für die Radionuklidgruppen sind in Tabelle 4-1 zusammengefasst.

Tabelle 4-1: Überwachungstechnologien für die Radionuklidgruppen

Radionuklidgruppe	Kurzbezeichnung	Überwachungstechnologien	
		kontinuierliche Probenahme und Messung	kontinuierliche Probenahme und diskontinuierliche Laboranalyse
α-Aerosole, langlebig	A _{Al}	–	Aerosolsammler
β-Aerosole, langlebig	A _{Bl}	–	Aerosolsammler
γ-Aerosole, langlebig	A _{Gl}	–	Aerosolsammler
Radioaktive Gase	G	Gasmonitor	–
Radioiod	Iod	Iodmonitor	Iodsammler
Tritium	H-3	–	H-3/C-14-Sammler
Kohlenstoff-14	C-14	–	H-3/C-14-Sammler
Quecksilber	Hg-197	–	Iodsammler
Technetium	Tc-99m	–	Iodsammler

Die im Jahr 2019 bilanzierten Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft sowie die festgelegten Obergrenzen der Radionuklidgruppen sind für die überwachten Anlagen und Einrichtungen in Tabelle 4-3 und Tabelle 4-4 zusammengestellt.

Für die Radionuklide H-3, C-11, C-14 und I-131 werden die ermittelten Ableitungen der verschiedenen chemischen Bindungsformen angegeben, da für diese unterschiedliche Ausbreitungsparameter und Dosiskoeffizienten bei der Berechnung der Exposition zu berücksichtigen sind (vgl. Abschnitt 4.4).

Tabelle 4-2: Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, HZDR-Emittenten

Emittent	Radio-nuklid-gruppe	Bezugs-nuklid	Bilanzierte Radionuklide (Bindungsform)	Ober-grenze in Bq	Ableitung in Bq	Ausschöpfung Obergrenze in %
Kontrollbereich 1 Gebäude 801	AGI	Co-60		5,0E+06	n.n.	0,0
	ABI	Ni-63		1)	n.n.	
	AAI	Pu-239+		1)	n.n.	
Kontrollbereich 3 Gebäude 801	AGI	Co-60		2,0E+07	n.n.	0,0
	ABI	Ni-63		1)	1,8E+04	
	AAI	Pu-239+		1)	2,2E+02	
Kontrollbereich 5 Gebäude 801	Iod	I-131	elementar, organisch, Aerosol	2,0E+08	n.n.	0,0
	Hg	Hg-197	Hg-197 Hg-197m	1)	2,5E+08 1,5E+08	
	ABI	S-35	S-35	1)	3,1E+03	
	AAI	Ra-226+	Ra-226+	1)	n.n.	
CYCLONE®18/9 Gebäude 708	AGI	Co-56		1)	n.n.	
RCL Gebäude 850	H-3	H-3	Organisch, anorganisch	1,0E+11	n.n.	
	C-14	C-14	C-14 (organisch) C-14 (anorganisch)	2,5E+09	n.n. 5,8E+06	0,2
	ABI	C-14	C-14 (Aerosol)	1)	1,1E+05	
	AAI	Np-237+		1)	n.n.	
ZRT Gebäude 805	H-3	H-3	HT,HTO	1)	n.n.	
	C-14	C-14	organisch, anorganisch	1)	n.n.	
	AGI	Se-75		1)	n.n.	
	ABI	P-32		1)	2,4E+05	
	G ²⁾	F-18	F-18 C-11 (anorganisch) N-13 Xe-123 Br-82 ³⁾	3,0E+12	7,4E+11 2,9E+11 8,6E+09 3,5E+11 8,8E+04	46
	Iod	I-123	elementar	2,0E+10	1,4E+08	0,7
		I-131	elementar	2,0E+08	n.n.	0,0
Hg	Hg-197	Hg-197 Hg-197m	1)	2,8E+07 4,7E+05		
ELBE⁴⁾ Gebäude 540/542	G ⁵⁾	Ar-41	Ar-41	5,0E+11	3,5E+10	7,1
Neutronenhalle⁴⁾ Gebäude 540	H-3	H-3	H-3 (HT) H-3 (HTO)	3,7E+12	9,6E+07 5,3E+08	0,0

1) keine Obergrenze festgelegt, vorsorgliche Überwachung

2) Ableitungen auf Basis von Gesamt-β-Messungen mittels Gasmonitor wurden auf die Nuklidzusammensetzung der gehandhabten Radionuklide bezogen. Ableitungen > 1/100 der Obergrenze pro Tag wurden nuklidspezifisch bilanziert (drei Kurzzeitableitungen C-11, zwei Kurzzeitableitungen Xe-123)

3) Nachweis gasförmigen Br-82 auf dem Iod-Sorptionsmaterial

4) Überwachung erfolgt im vereinigten Fortluftstrom

5) Die Ableitungen auf der Basis von Gesamt-β-Messungen mittels Gasmonitor wurden dem angegebenen Bezugsnuklid zugeschrieben

n.n. nicht nachgewiesen

Tabelle 4-3: Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, VKTA-Emittenten

Emittent	Radio-nuklid-gruppe	Bezugs-nuklid	bilanzierte Radionuklide (Bindungsform)	Ober-grenze in Bq	Ableitung in Bq	Ausschöpfung Obergrenze in %
EKR Gebäude 887	A _{GI}	Cs-137+		1)	n.n.	
	A _{AI}	U-238+		1)	n.n.	
ESR Gebäude 885,886	H-3	H-3	H-3 (HT) H-3 (HTO)	2,3E+10	2,3E+09 1,8E+09	18
	C-14	C-14	C-14 (organisch) C-14 (anorganisch)	4,0E+09	n.n. 8,8E+06	0,2
	A _{GI}	Co-60		7,7E+05	n.n.	
	A _{BI}	Sr-90+		6,8E+05	n.n.	
	A _{AI}	Am-241		1,4E+04	n.n.	
LSN Gebäude 884	H-3	H-3	H-3 (HT) H-3 (HTO)	3,0E+11	1,0E+08 2,2E+09	0,8
	C-14	C-14	C-14 (organisch) C-14 (anorganisch)	5,0E+09	n.n. 7,2E+07	1,4
	A _{GI}	Co-60		1)	n.n.	
	A _{BI}	Cl-36	Cl-36	1)	4,3E+03	
	A _{AI}	Pu-239+		1)	n.n.	

1) keine Obergrenze festgelegt, vorsorgliche Überwachung
n.n. nicht nachgewiesen

Tabelle 4-4: Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, Dritte am FSR

Emittent	Radio-nuklid-gruppe	Bezugs-nuklid	bilanzierte Radionuklide (Bindungsform)	Ober-grenze in Bq	Ableitung in Bq	Ausschöpfung Obergrenze in %
Gebäude 892/893	Iod	I-123	I-123 (elementar) I-124 (elementar)	6,0E+10	1,9E+07 1,1E+04	0,0

4.2.2 Abwasser

Alle Abwässer des FSR (Laborabwässer aus Strahlenschutz- und konventionellen Bereichen sowie Schmutzwässer) gelangen über das Schmutzwasserpumpwerk (Kontrollpunkt AW 3) in das kommunale Abwassernetz der Stadt Dresden zur Kläranlage Eschdorf. Bei Einleitung radioaktiver Stoffe in die Kanalisation ist nach § 102 Absatz 2 StrlSchV die im Jahresdurchschnitt zulässige Aktivitätskonzentration unter Beachtung der in StrlSchV Anlage 11, Teil D angegebenen Summenformel, bezogen auf die Gesamtabwassermenge des FSR einzuhalten. Die Überwachung dieses Ableitweges erfolgte im Berichtszeitraum gemäß Überwachungsprogramm /PW16/ und den dazugehörigen Methodenbeschreibungen /MB16a, MB16b/.

Die Tabelle 4-5 enthält für den Berichtszeitraum die Angaben zum Aufkommen kontaminationsverdächtiger Abwässer aus Strahlenschutzbereichen und zur Anzahl der Beprobungen bzw. Entscheidungsmessungen, unterteilt nach den jeweiligen Emittenten.

Tabelle 4-5: Abwasser-Entscheidungsmessungen im Jahr 2019

Emittent		Standard-Auffangkapazität	Anzahl Beprobungen	Abwasservolumina in m ³		
				insgesamt	Frei zur Ableitung	Sperrung
HZDR	Geb. 540	AFA 0,23 m ³	2	0,46	0,46	0,0
	Geb. 707/708	Kleinbehälter 30 L	3	0,09	0,09	0,0
	Geb. 710	Kleinbehälter	1	1,50	1,50	0,0
	Geb. 805	AFA 1 mit 16,0 m ³	19	330,00	330,00	0,0
		AFA 3 mit 2,0 m ³	13			
Geb. 850	AFA 9,4 m ³	7	65,80	65,80	0,0	
HZDR + VKTA	Geb. 802 ¹⁾	AFA 10,5 m ³	29	304,50	304,50	0,0
VKTA	Geb. 809/810	Behälter 0,5 m ³	4	2,10	2,10	0,0
	Geb. 884	Behälter 1,5 m ³	1	1,50	0,00	1,5
	Geb. 885	AFA 6,0 m ³	10	60,00	48,00	12,0
	Geb. 890	AFA 0,5 m ³	6	3,00	3,00	0,0
			95 (132)	769,00 (839,60)	755,50 (815,60)	13,5 (24,0)

¹⁾ Auffanganlage (AFA) für alle Strahlenschutzbereiche des VKTA und HZDR im Gebäude 801

(...) Vorjahreswerte

Von den insgesamt zur Entscheidungsmessung gebrachten 95 Abwasserchargen entfiel mit 43 Volumen-% der größte Anteil auf Abwässer aus dem Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung (ZRT, Gebäude 805). Abwässer aus den radiochemischen Laboratorien des Gebäudes 801 werden im Gebäude 802 gesammelt. Einleiter sind dort Laboratorien von HZDR und VKTA, die Aufteilung der angefallenen Abwasserchargen erfolgt auf Basis eines Laborflächenschlüssels. Demnach entfielen von den 29 angefallenen Chargen 21 auf das HZDR und 8 auf den VKTA. Bis auf drei Abwasserchargen konnten alle Abwässer zur Ableitung gegeben werden. Die gesperrten Chargen werden in der Einrichtung zur Behandlung

schwachradioaktiver Abfälle Rossendorf (ESR) als radioaktive Abwässer aufbereitet. Die freigegebenen Abwasserchargen aus Strahlenschutzbereichen wurden der Laborabwasserreinigungsanlage (LARA) des FSR zugeführt und nach einer Reinigung (u. a. Neutralisation und Grobfilter für Schwebstoffe) in die Schmutzwasserkanalisation des FSR eingeleitet.

Die Kontrolle und Bilanzierung der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser erfolgte anhand der am Abfluss der LARA (Kontrollpunkt AW 2 in Abbildung 4-1) bilanzierten Aktivität, die auf die Gesamtabwassermenge (ermittelt am Schmutzwasserpumpwerk, Kontrollpunkt AW 3) des FSR bezogen wird.

Die Ableitungen mit Abwasser im Berichtszeitraum sind in Tabelle 4-6 zusammengestellt. Die im Jahresdurchschnitt ermittelte Aktivitätskonzentration wird zur Grenzwertkontrolle mit der im Jahresdurchschnitt zulässigen Abwasser-Aktivitätskonzentration verglichen.

Tabelle 4-6: Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser im Jahr 2019

Radionuklidgruppe	Radionuklid bzw. (Bezugsnuklid)	Ableitung in Bq	Aktivitätskonzentration im Jahresdurchschnitt					
			Grenzwert ¹⁾ in Bq/m ³	im Mittel ²⁾ in Bq/m ³	Grenzwertausschöpfung ²⁾ in %			
α-Strahler	α-Strahler (Pu-239)³⁾	5,8E+04	2,0E+03	2,9E+00	0,14			
	Pu-238	3,9E+02						
	Pu-239/240	2,0E+03						
	Am-241	2,4E+03						
	U-234	2,7E+04						
	U-238+	2,5E+04						
	U-235+	2,2E+02						
β-Strahler	reine β-Strahler (Sr-90+)^{3) 4)}	8,7E+04	4,0E+04	4,3E+00	0,01			
	Sr-90+	7,1E+04						
	C-14	1,5E+05				6,0E+06	7,4E+00	0,00
	H-3	2,0E+10				7,0E+07	9,7E+05	1,39
β/γ-Strahler	Co-60	7,9E+04	2,0E+05	3,9E+00	0,00			
	In-111+	5,5E+05	4,0E+06	2,7E+01	0,00			
	Cs-137+	1,8E+06	3,0E+05	8,9E+01	0,03			
	Lu-177⁵⁾	1,1E+06	1,0E+06	5,2E+01	0,01			
Ausschöpfung der maximal zulässigen Aktivitätskonzentration im Jahresdurchschnitt (Summe)					1,58			

1) StrlSchV, Anlage 11, Teil D, Tabelle 6, zehnfacher Wert (Gesamtabwassermenge ≤ 1,0E+05 m³)

2) Mittelwerte und prozentuale Grenzwertausschöpfung können aufgrund nur einer Kommastelle von einer manuellen Berechnung abweichen, die korrekte Rundung in EXCEL ist gewährleistet

3) Gesamt-α/β –Aktivitäten, bezogen auf das Bezugsnuklid (in Klammern)

4) außer H-3

5) aufgrund kurzer Halbwertszeit werden In-111+ und Lu-177 über die Entscheidungsmessung bilanziert

Da die jährliche Gesamtabwassermenge mit 20.258 m³ unterhalb 1,0E+05 m³ liegt, werden dabei die zehnfachen Werte nach StrlSchV Anlage 11, Teil D unter Beachtung der Summenformel zugrunde gelegt. Die Ausschöpfung des Konzentrationsgrenzwertes betrug 1,6 %. Den

Hauptanteil trägt daran H-3. Ursprung ist die Dekontamination von Anlagenteilen aus der Neutronenhalle im Gebäude 540, die in der ESR durchgeführt wurde.

In Tabelle 4-7 wird der Trend der Aktivitätsableitungen in den letzten Jahren für ausgewählte expositionsrelevante Radionuklide dargestellt. Für α -Strahler werden dabei die ermittelten Gesamt- α -Aktivitäten angegeben.

Eine tendenzielle Veränderung bei der Ableitung eines Radionuklides bzw. einer Radionuklidgruppe ist gegenüber dem Vorjahr nicht zu verzeichnen.

Die Gesamtabwassermenge des FSR sank im Berichtszeitraum im Vergleich zum letzten Jahr um ca. 27 %, die Menge an kontaminationsverdächtigen Abwässern um ca. 7 %. Dabei stammt etwa die Hälfte des Abwasseraufkommens an der LARA aus konventionellen Labors. Der Anteil des Schmutzwassers an der Gesamtabwassermenge des Standortes liegt bei etwa 97 %.

Durch die verringerte Gesamtwassermenge erhöhte sich die Ausschöpfung der maximal zulässigen Aktivitätskonzentration im Wasser gegenüber dem Vorjahr leicht.

Tabelle 4-7: Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser vom FSR (2015 bis 2019)

Bilanzierte Radionuklide	Ableitung in Bq				
	2015	2016	2017	2018	2019
α -Strahler (Pu-239) ¹⁾	9,6E+03	1,9E+04	-	3,4E+04	5,8E+04
β -Strahler					
Sr-90+	6,3E+04	3,4E+04	4,0E+04	9,4E+04	7,1E+04
C-14	1,7E+05	-	-	1,9E+05	1,5E+05
H-3	3,3E+07	6,2E+07	3,9E+07	1,7E+10	2,0E+10
β/γ -Strahler					
PET-Nuklide (F-18) ¹⁾	8,6E+08	-	-	-	-
Co-60	-	-	-	-	7,9E+04
In-111+	2,5E+05	-	-	-	5,5E+05
Cs-137+	1,3E+06	6,2E+05	9,3E+05	2,4E+06	1,8E+06
Ce-144	1,9E+05	-	-	-	-
Lu-177	9,6E+05	1,7E+06	3,4E+06	8,9E+06	1,1E+06
Menge abgeleiteter Abwässer aus Strahlenschutzbereichen	564 m ³	567 m ³	688 m ³	816 m ³	755 m ³
Wassermenge FSR	19.489 m ³	24.236 m ³	26.139 m ³	27.574 m ³	20.258 m ³
Ausschöpfung der max. zulässigen Aktivitätskonzentration²⁾	0,3 %	0,09 %	0,06 %	1,06 %	1,58 %

¹⁾ Bezugsnuklid

²⁾ StrlSchV, Anlage 11, Teil D, Tabelle 6, zehnfacher Wert (Gesamtabwassermenge $\leq 1,0E+05$ m³)

4.3 Meteorologie

Seit 1994 werden die meteorologischen Ausbreitungsparameter am Meteorologischen Messfeld des FSR ermittelt. Für die Erstellung von vierparametrischen Ausbreitungsstatistiken werden - neben Niederschlagsmesswerten - Windparameter und Diffusionskategorien (nach /K806/) der 45 m-Messhöhe des SODAR-Systems sowie der 15 m-Messhöhe des Ultraschallanemometers verwendet. Die meteorologische Langzeitausbreitungsstatistik bildet seit 1999 die Grundlage für die Prognoserechnungen zur Ermittlung der Exposition infolge Ableitung luftgetragener radioaktiver Stoffe. Die Verfügbarkeit der Stunden-Mittelwerte im Jahr 2019 lag für beide Messhöhen bei über 99 %. Die Expositionsberechnungen werden mit den SODAR-Daten aus 45 m über Grund durchgeführt.

Die Abbildung 4-2 zeigt die Windrichtungsverteilungen der Jahre 2018 und 2019 sowie die langjährige Verteilung für 1994 bis 2019 der für die Ausbreitungsrechnungen genutzten Windmesdaten. Es sind beide am FSR vorherrschenden Hauptwindrichtungen (aus SSO bzw. aus W) zu erkennen, wobei im Berichtszeitraum der Wind aus SSO dominierte.

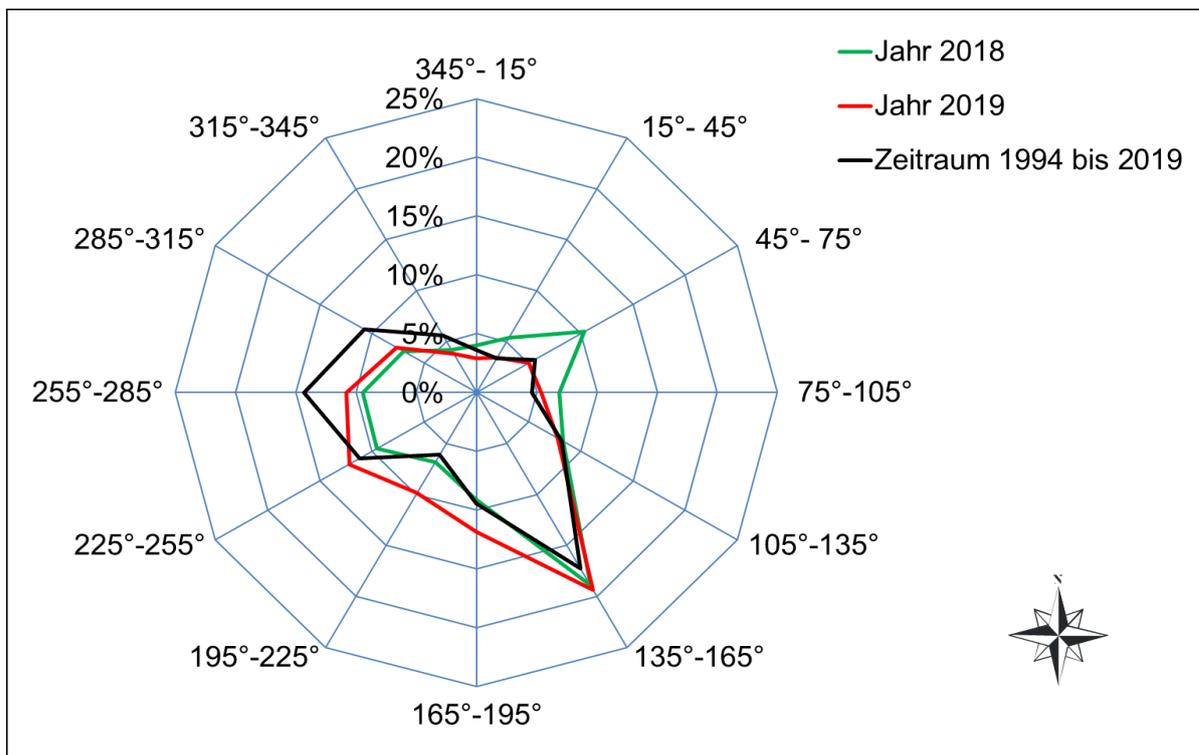


Abbildung 4-2: Windrichtungsverteilung; Messhöhe 45 m

In der Abbildung 4-3 sind die am FSR ermittelten Niederschlagswindrosen der Jahre 2018 und 2019 sowie der langjährige Durchschnittswert der Jahre 1994 bis 2019 in Korrelation mit der Messhöhe von 45 m dargestellt. Die Niederschlagsmenge betrug im Berichtszeitraum 603 mm (2018: 455 mm), davon fielen 285 mm in der Weideperiode. Damit lag die Niederschlags-Jahresmenge deutlich höher als im Vorjahr, aber auch deutlich unter dem langjährigen Mittelwert von 693 mm seit Messbeginn 1994 am FSR.

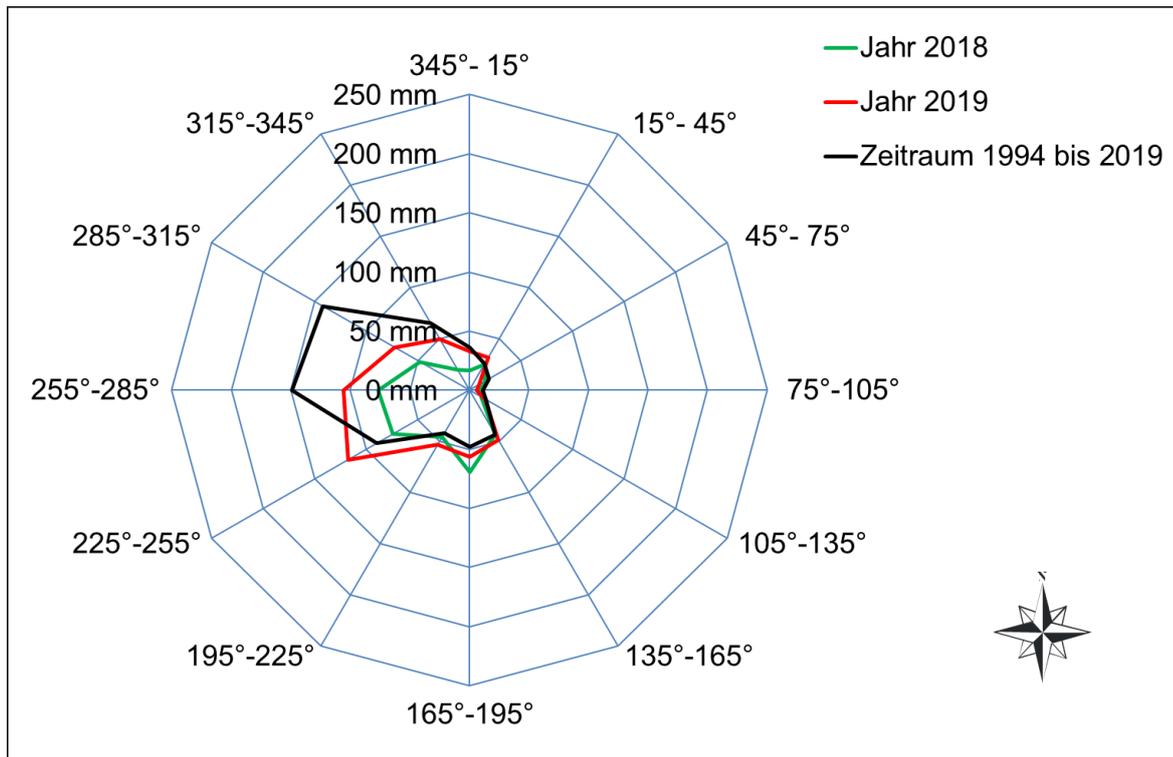


Abbildung 4-3: Niederschlagswindrose; Messhöhe 45 m für Windrichtung

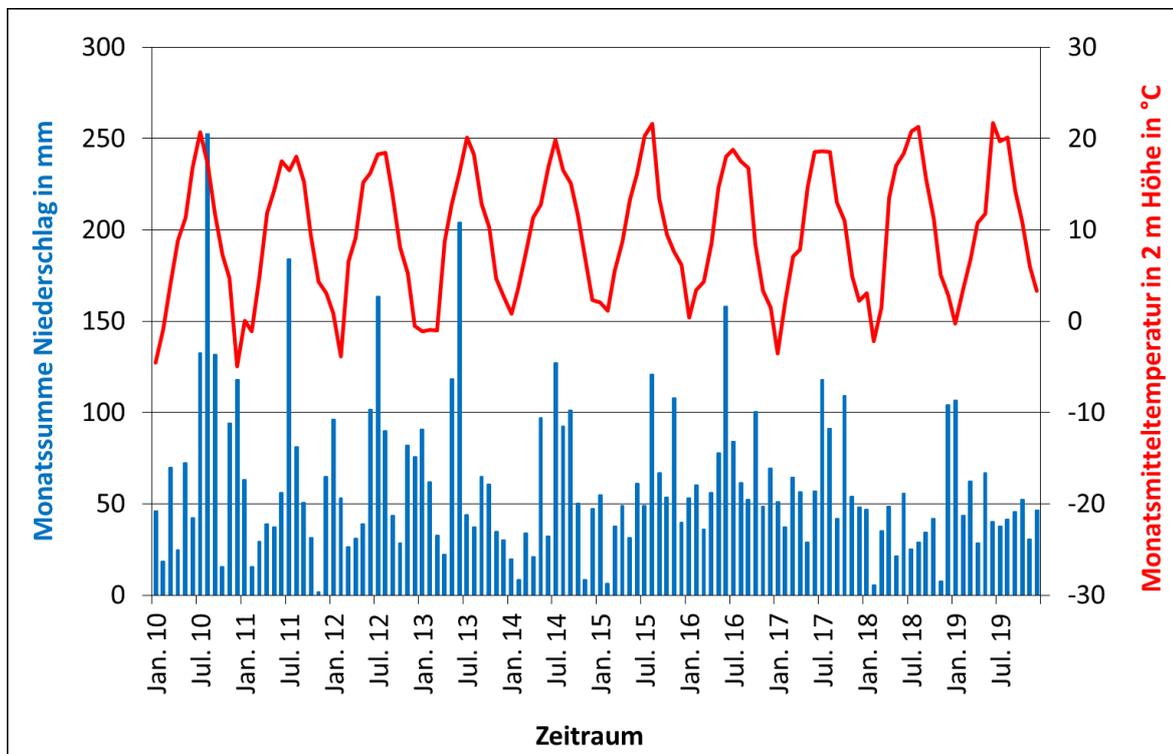


Abbildung 4-4: Temperatur und Niederschlag; Verlauf der letzten 10 Jahre

Die Abbildung 4-4 zeigt den Verlauf der am FSR gemessenen Monatsmittelwerte der Lufttemperatur sowie der monatlichen Niederschlagsmenge der letzten 10 Jahre.

4.4 Exposition infolge Ableitung radioaktiver Stoffe (Fortluft)

4.4.1 Berechnungsmethode

Die Ermittlung der Exposition infolge Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft erfolgte gemäß der Übergangsvorschrift des § 193 StrlSchV unter Anwendung des § 47 Absatz 2 in Verbindung mit Absatz 1 und Anlage VII sowie der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) /AV12/ zu § 47 der bis zum 31.12.2018 geltenden Fassung der StrlSchV /SV01/.

Die Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung und für Personen am FSR wird mit dem Programmsystem ROEXPO /AV16/ berechnet. ROEXPO berücksichtigt die Vorgaben der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 47 StrlSchV /AV12/ zum Gauß'schen Ausbreitungsmodell, zu Aufenthalts- und Verzehrgewohnheiten der Bevölkerung sowie die aktuellen standort-spezifischen Bedingungen des FSR.

Für die Berechnungen wurde die vierparametrische Ausbreitungsstatistik mit den Messwerten des SODAR-Systems aus einer Höhe von 45 m verwendet (vgl. Abschnitt 4.3).

Der zeitliche Verlauf der Ableitungen wird für alle Emittenten als periodisch angenommen. Ausnahmen sind Ableitungen radioaktiver Gase aus dem ZRT, bei denen die emittierten Aktivitäten innerhalb von 24 Stunden größer als 1/100 der festgelegten jährlichen Obergrenze (vgl. /PF18/) waren. Diese Emissionen wurden als Kurzzeitfreisetzungen mit den realen meteorologischen Bedingungen bewertet.

Der Gebäudeeinfluss und die Geländeorographie werden durch die Berechnung der effektiven Emissionshöhen berücksichtigt /PF18/. Die Emittenten sind im FSR-Lageplan (vgl. Abbildung 4-1) eingezeichnet.

4.4.2 Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung

Die Aufpunkte, an denen Beiträge zur Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung berechnet werden, liegen am Betriebszaun des FSR (vgl. Abbildung 4-1, „Kontrollpunkte Gamma-Ortsdosis“ bzw. „Aufpunkte für Expositionsrechnung“ Z01 bis Z51). Als Aufpunkte für die Berechnung der Dosis infolge „Ingestion“ wurden alle Felder oder Wiesen in der Umgebung des FSR betrachtet, auf denen tatsächlich eine landwirtschaftliche oder gärtnerische Nutzung stattfindet.

Als ungünstigste Einwirkungsstellen für Einzelpersonen der Bevölkerung erwiesen sich die Aufpunkte Z07a (vgl. Abbildung 4-1) mit dem höchsten Dosiswert infolge „Aufenthalt“ (Expositionspfade „Inhalation“, „ γ -Submersion“ und „ γ -Bodenstrahlung“) sowie Z17 für den Expositionspfad „Ingestion“ für alle Altersgruppen.

Die oben erwähnten Kurzzeitfreisetzungen aus dem ZRT trugen für alle Altersgruppen mit weniger als 2 % zur berechneten maximalen effektiven Dosis für das Jahr 2019 bei.

Die Tabelle 4-8 enthält die Ergebnisse der Berechnung der Exposition für ausgewählte Organ-dosen und die effektive Dosis für die Expositionspfade „Ingestion“ und „Aufenthalt“.

Für alle sechs Altersgruppen liegt die Ausschöpfung der Grenzwerte nach § 47 Absatz 1 StrlSchV /SV01/ unter 0,4 %. Dargestellt sind die berechneten Expositionen für Erwachsene

und die Altersgruppe 1...2 Jahre (höchste effektive Dosis). Die Emissionen der HZDR-Emit-tenten tragen für alle Altersgruppen der Bevölkerung in der Umgebung mit ca. 99 % zur Expo-sition (effektive Dosis) bei. Dabei beträgt der Anteil, der auf Emissionen aus dem ZRT zurück-zuführen ist, für alle Altersgruppen mehr als 97 %.

Tabelle 4-8: Exposition infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2019
- Personen in der Umgebung

Altersgruppe	Exposition ¹⁾				
	Organdosis in mSv				Effektive Dosis in mSv
	„ET Luftwege“	„Magen“	„Rotes Knochenmark“	„Schilddrüse“	
1 bis 2 Jahre	0,0030 (0,0032)	0,0034 (0,0042)	0,0004 (0,0005)	0,0004 (0,0004)	0,0008 (0,0010)
Erwachsene	0,0019 (0,0020)	0,0007 (0,0009)	0,0002 (0,0003)	0,0002 (0,0003)	0,0004 (0,0004)
Grenzwerte nach § 47 StrlSchV /SV01/ ²⁾	0,9	0,9	0,3	0,9	0,3

(...) Vorjahreswerte

- 1) ungünstigste Einwirkungsstellen:
Z07a (Aufenthalt, Exposition bei Daueraufenthalt, alle Organe)
Z17 (Ingestion, alle Organe)

- 2) Die StrlSchV sieht in § 99 nur noch einen Grenzwert für die effektive Dosis von 0,3 mSv vor.

Die Ergebnisse zeigen, dass für Einzelpersonen der Bevölkerung infolge der luftgetragenen Ableitungen radioaktiver Stoffe kein Beitrag zur Exposition zu verzeichnen ist.

In Abbildung 4-5 wird die Entwicklung der potentiellen Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung über den Fortluftpfad für die letzten fünf Jahre als prozentuale Ausschöpfung der Grenzwerte gemäß § 47 Absatz 1 StrlSchV /SV01/ für die effektive Dosis (0,3 mSv) dargestellt.

Neben der Bewertung der Exposition im Jahr 2019 wurden im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens Expositionsrechnungen für den bestimmungsgemäßen Betrieb und für Störfallsze-narien durchgeführt /ST19/.

4.4.3 Exposition für Personen am FSR

Die Berechnung der Exposition für die am FSR beschäftigten Personen infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft erfolgte für ein Aufpunktraster von 560 m x 560 m, welches über den FSR gelegt wurde. Betrachtet wurden nur Aufpunkte außerhalb von Strahlenschutz-bereichen. Seit 2011 wird der Ingestionspfad mit berücksichtigt /SM11/.

Für die Exposition durch „Aufenthalt“ (Expositionspfade: Inhalation, Gamma-Bodenstrahlung und Gamma-Submersion) am FSR wird die Aufenthaltsdauer auf 2.000 h im Jahr (Arbeitszeit) begrenzt. Davon ausgenommen werden die Emissionen aus dem ZRT: Die Ableitung radioak-tiver Gase mit der Fortluft ist hier im Wesentlichen auf die Erzeugung und Bearbeitung kurzle-biger Radionuklide während der üblichen Arbeitszeiten am FSR zurückzuführen. Für die kon-servative Ermittlung der Exposition wurde daher davon ausgegangen, dass die gesamte Ab-leitung radioaktiver Gase aus dem ZRT innerhalb der 2000 h Aufenthaltszeit der Personen am

FSR erfolgte. Zusätzlich wurde eine mögliche Exposition der Personen am FSR durch die Kurzzeitfreisetzungen aus dem ZRT berücksichtigt. Das Maximum der effektiven Dosis wurde hierbei, abhängig von Nuklid und meteorologischen Bedingungen, für alle fünf Fälle in einem Abstand zwischen 40 m und 85 m vom Emissionsort bestimmt.

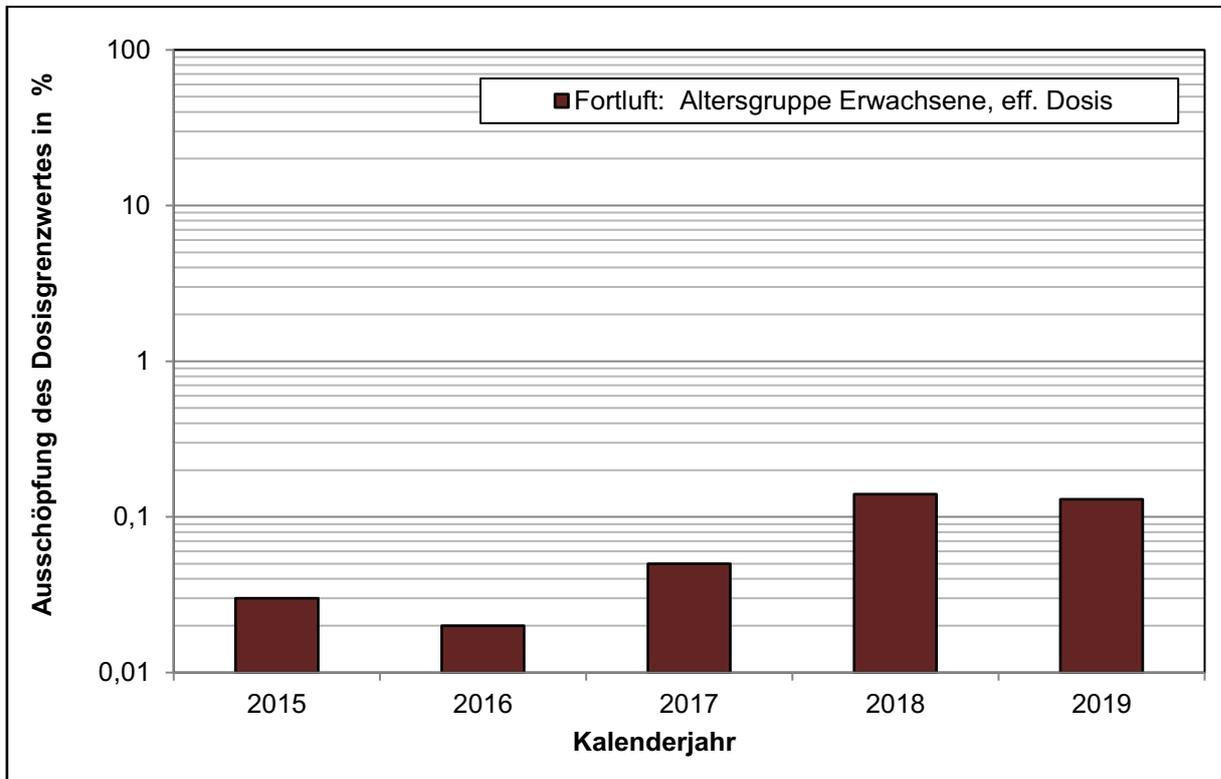


Abbildung 4-5: Ausschöpfung des Grenzwertes für die effektive Dosis (Fortluftpfad, 2015 bis 2019)

Die Tabelle 4-9 enthält die Werte der effektiven Dosis für die Altersgruppe Erwachsene als Summe von „Aufenthalt“ und „Ingestion“. Im Vergleich zu möglichen Dosisbeiträgen infolge Direktstrahlung in der Nähe von Strahlenschutzbereichen ist die Exposition infolge luftgetragener Ableitungen zu vernachlässigen (vgl. Abschnitt 4.5.2.1). Der Anstieg der Exposition infolge Aufenthalt im Vergleich zum Jahr 2018 ergibt sich aus der Neubewertung der Aufenthaltsdauer bzgl. der Ableitung radioaktiver Gase aus dem ZRT.

Tabelle 4-9: Exposition infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2019 - Personen am FSR

Altersgruppe	Effektive Dosis in mSv		
	Pfad „Ingestion“	Pfad „Aufenthalt“	Summe
Erwachsene	0,0008 (0,0012)	0,0016 (0,0003)	0,0024 (0,0015)

(...) Vorjahreswerte

4.5 Immissionsüberwachung

4.5.1 Überwachungsmethoden und Umfang

Die Methoden und der Umfang der Immissionsüberwachung auf dem Gelände und in der Umgebung des FSR sind im Programm zur Immissionsüberwachung im „Bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlagen“ bzw. im „Störfall/Unfall“ /PI17/ festgelegt und beschrieben.

Die Überwachung im „Bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlagen“ konzentriert sich vor allem auf den FSR selbst, während die Aufgaben des behördlichen Kontrollprogramms überwiegend auf den Mittel- und Außenbereich ausgerichtet sind.

Eingebunden in das Monitorsystem zur Umgebungsüberwachung des FSR werden im Rahmen der Immissionsüberwachung kontinuierlich Messwerte der γ -Ortsdosisleistung (ODL) von sieben ODL-Sonden und zwei Immissionsmessstationen (IMC) verzeichnet. Letztere erfassen neben der ODL zusätzlich die künstliche α/β -Aerosol-Aktivitätskonzentration sowie die natürliche α - bzw. die Rn-222-Aktivitätskonzentration in der bodennahen Atmosphäre.

Der Lageplan (vgl. Abbildung 4-1) zeigt unter anderem die wesentlichen Mess- und Probenentnahmepunkte der Immissionsüberwachung.

4.5.2 Ergebnisse der Immissionsüberwachung „Normalbetrieb“

4.5.2.1 Überwachung der Luft – äußere Strahlung

Umgebungsdosimetrie

Die Überwachung der Gamma-Ortsdosis erfolgte mit insgesamt 133 TLD in drei verschiedenen Messnetzen. Die Dosimeter des Messnetzes „I“ befinden sich auf dem Betriebsgelände des FSR vorrangig an Grenzen von Strahlenschutzbereichen, die des Messnetzes „Z“ entlang der FSR-Umzäunung und die des Messnetzes „T“ an Messpunkten in der näheren Umgebung bis zu einer Entfernung von ca. 10 km vom FSR. Im Messnetz „I“ wurden zudem neun Albedodosimeter zur Überwachung gemischter Gamma-/Neutronenfelder eingesetzt.

Die Tabelle 4-10 zeigt die Ergebnisse der Ortsdosimetrie aus /EB19/ für den Überwachungszeitraum Herbst 2018 bis Herbst 2019. Nach /EB19/ bewegt sich die relative Messunsicherheit für die Bestimmung der γ -Ortsdosis im Bereich von ca. 23 %. Die angegebenen Mittelwerte für die Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ enthalten den Beitrag der natürlichen terrestrischen und kosmischen Strahlung und sind auf eine Expositionszeit von einem Jahr normiert.

Ein Beitrag durch Direktstrahlung von Anlagen des FSR ist am Zaun („Z-Messnetz“) und in der Umgebung („T-Messnetz“) nicht nachweisbar.

Tabelle 4-10: Ergebnisse der Umgebungsdosimetrie für den Überwachungszeitraum

Dosimeter	Dosimeteranzahl und Mittelwerte der Umgebungs-Äquivalentdosis H*(10)					
	Messorte „T“ ¹⁾		Messorte „Z“ ²⁾		Messorte „I“ ³⁾	
Anzahl gesamt	24	(24)	25	(25)	84	(71)
davon Verluste	0	(0)	0	(1)	0	(0)
nicht auswertbar	0	(0)	0	(0)	0	(0)
Mittelwert in mSv	0,73	(0,66)	0,63 ⁴⁾	(0,58)	0,71	(0,68)

1) in der Umgebung des FSR, maximal 10 km entfernt („Störfalldosimeter“)

2) am äußeren Zaun des FSR

3) an den Grenzen zu Strahlenschutzbereichen am FSR

4) Mittelwert, ohne Z06a und Z07a und Z25

(...) Vorjahreswerte

Der Mittelwert für die „Z“-Dosimeter (ohne Z06a, Z07a und Z25) liegt, wie auch in den Vorjahren, unter dem Mittelwert für die „T“-Dosimeter, bei denen sich Einflüsse der natürlichen Eigenaktivität von Baumaterialien in der Nähe des Standortes in einer höheren Umgebungs-Äquivalentdosis bemerkbar machen. Somit repräsentiert der Mittelwert für die „Z“-Dosimeter die Umgebungs-Äquivalentdosis am FSR infolge natürlicher Strahlung. Die Abbildung 4-6 zeigt den Vergleich der Messwerte für die „Z“-Dosimeter aus dem Berichtszeitraum mit dem Mittelwert seit 1997.

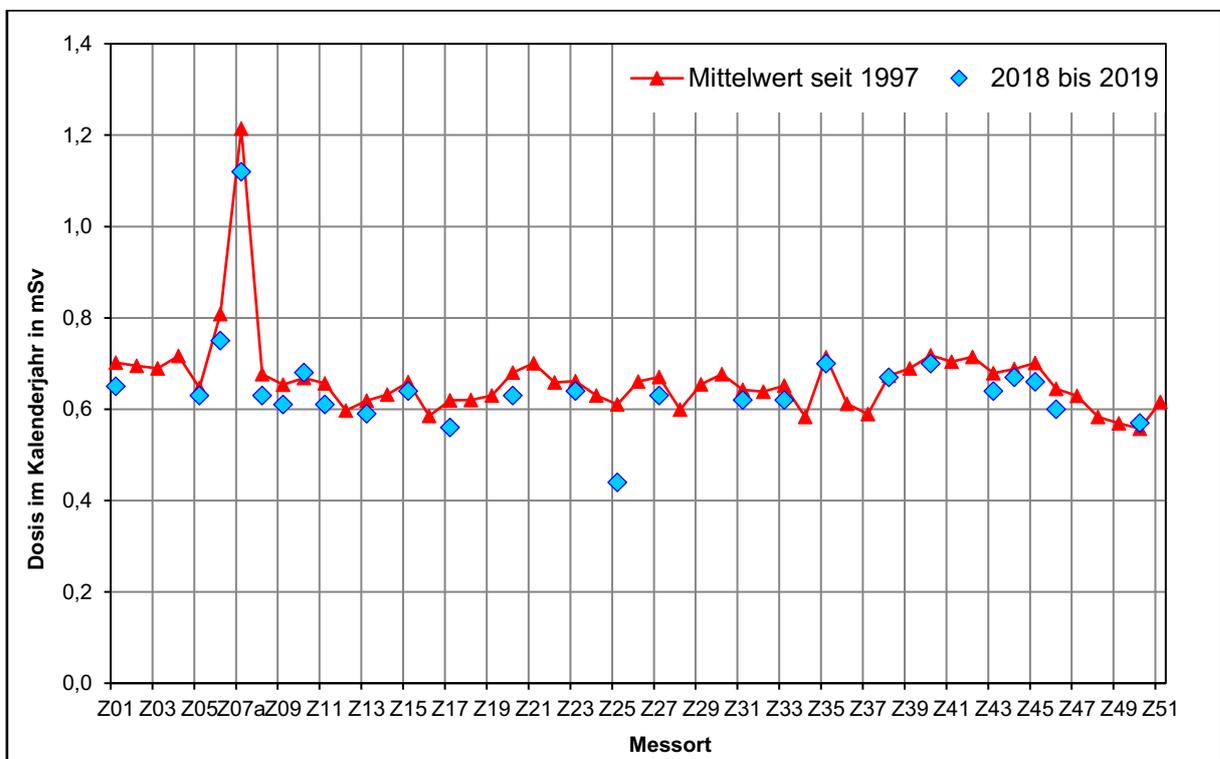


Abbildung 4-6: Ortsdosiswerte am FSR-Zaun

Für die Standorte Z06a und Z07a im FSR-Eingangsbereich ist die Beeinflussung der gemessenen γ -Ortsdosis durch die Nähe zu Bodenschichten mit höherer natürlicher Eigenaktivität bekannt. Dies korreliert mit der gemessenen γ -ODL (vgl. Abbildung 4-6 und Abbildung 4-7, Sonde ODL 13) wie auch mit der von der BfUL parallel gemessenen γ -Ortsdosis.

Der Standort Z25 weist im Vergleich zu den Vorjahren und zu den anderen Standorten nicht plausible niedrigere Messwerte auf (vgl. Abbildung 4-6). Die Ursache wird auf Feuchtigkeit im Bereich der TL-Chips zurückgeführt /EB19/.

Das Messnetz „I“ umfasst Messpunkte an Grenzen zu Strahlenschutzbereichen, die den aktuellen Arbeitsvorhaben am FSR und dem fortschreitenden Rückbau der kerntechnischen Anlagen im VKTA angepasst wurden und werden. Für den Aufenthalt von Personen außerhalb von Strahlenschutzbereichen am FSR ist die Einhaltung des Grenzwertes für die effektive Dosis von 1 mSv entsprechend § 80 Absatz 1 StrlSchG nachzuweisen, wobei sowohl der Direktstrahlungsbeitrag aus Einrichtungen und Anlagen am FSR als auch Beiträge aus Ableitungen mit der Fortluft (vgl. Abschnitt 4.2.1) zu betrachten sind. Zur Berechnung der potentiellen Umgebungs-Äquivalentdosis für Personen auf dem Betriebsgelände des FSR infolge Direktstrahlung an Messpunkten der „I“-Dosimeter wird vom Messwert der o. g. Beitrag der natürlichen Strahlung von 0,63 mSv subtrahiert und eine jährliche Aufenthaltszeit von 2.000 h zugrunde gelegt.

An einigen Grenzen von Strahlenschutzbereichen waren Direktstrahlungsbeiträge nachweisbar, so beispielsweise am Probenlager des Labors für Umwelt- und Radionuklidanalytik im Gebäude 852 (I77 mit $H^*(10) = 1,6$ mSv). Die aus diesem Brutto-Wert berechnete maximale Umgebungs-Äquivalentdosis $H^*(10)$ liegt mit 0,23 mSv sicher unter dem Grenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr.

Kontinuierliche Überwachung der γ -Ortsdosisleistung

Im ODL-Messnetz waren Ende 2019 eine stationäre drahtgebundene und 19 autarke Sonden mit Funk-Datenübertragung im Einsatz. Von diesen Funk-Sonden sind acht als quasistationäre Messstellen im Immissions-Überwachungsprogramm verankert und in das REMSY-System eingebunden. Die übrigen Sonden stehen dem betrieblichen Strahlenschutz im HZDR und VKTA zur Verfügung. Die Standorte der Immissionsüberwachungs-ODL-Messstellen sind dem Lageplan in Abbildung 4-1 zu entnehmen.

Die Abbildung 4-7 zeigt die Messwertverläufe an ausgewählten Immissions-ODL-Messstellen (Tagesmittelwerte der letzten fünf Jahre). Am Messpunkt ODL 13 im Eingangsbereich des FSR ist der Einfluss der erhöhten terrestrischen Strahlung deutlich erkennbar. Nachdem in den schneereicheren Wintern 2016, 2017 und 2019 am Anfang des jeweiligen Jahres Absenkungen der ODL infolge Abschirmung der terrestrischen Strahlung durch eine Schneedecke auftraten, sind solche in schneearmen Wintern wie 2015 und 2018 nicht erkennbar.

Im Jahr 2019 wurde an den ODL-Sonden des Immissionsmessnetzes kein Tagesmittelwert oberhalb 0,5 μ Sv/h registriert.

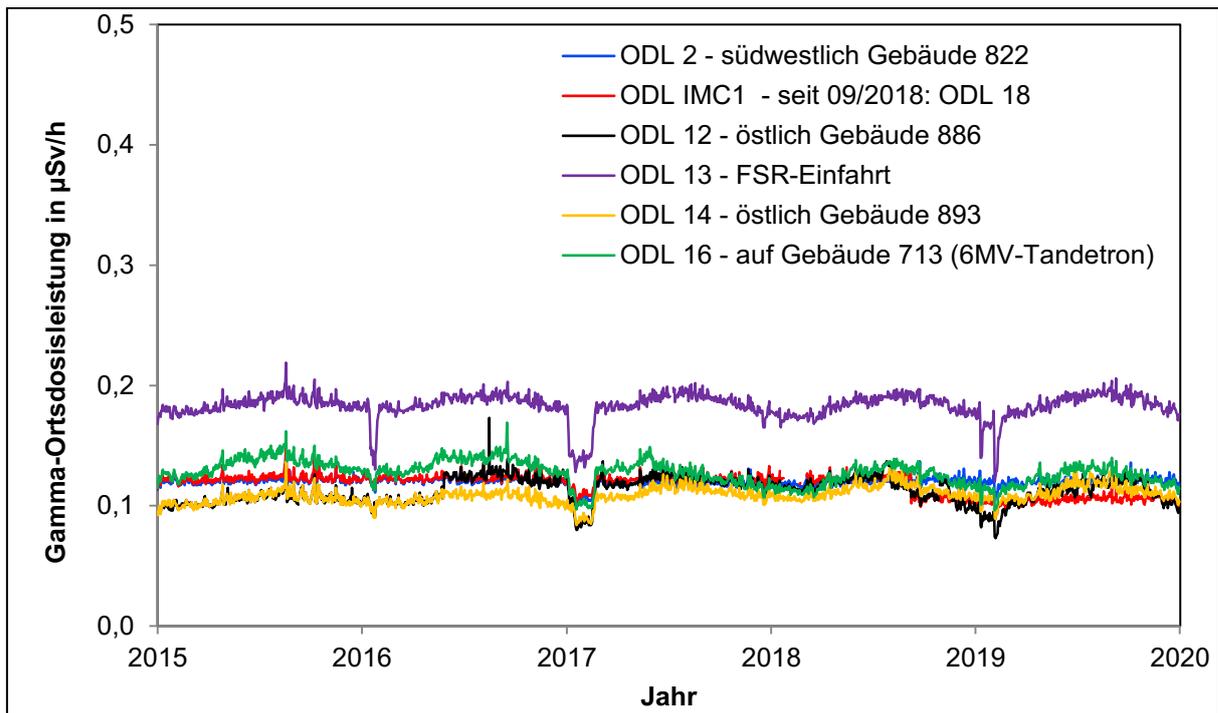


Abbildung 4-7: Verlauf der γ -ODL an ausgewählten Messpunkten des FSR

4.5.2.2 Überwachung der Luft – Aerosole/gasförmiges Iod

Die Überwachung der bodennahen Atmosphäre erfolgte im Berichtszeitraum an zwei Messstationen, annähernd den beiden Hauptausbreitungsrichtungen entsprechend:

- IMC 1: am Standort „Grünfläche Werkfeuerwehr“
- IMC 4: am Standort „Meteorologisches Messfeld“

Neben der kontinuierlichen 14-tägigen Beaufschlagung von Aerosolfiltern mit nachfolgender γ -spektrometrischer Laboranalyse erfolgt seit 1994 eine kontinuierliche Überwachung der Aktivitätskonzentration der künstlichen β -Aerosole. Aufgrund des genehmigten Umgangs mit Radioiod in den Kontrollbereichen 5 und ZRT des HZDR sowie im Gebäudekomplex 892/893 von RRP am FSR erfolgt nach wie vor eine Radioiod-Überwachung (Beaufschlagung von Iod-Sorptionsmaterial). Typische Nachweisgrenzen der γ -spektrometrischen Aerosolfiltermessung für Co-60 und Cs-137+ nach 14-tägiger Beaufschlagung betragen ca. $5,0E-05$ Bq/m³ an der Messstation IMC 1 und an der Messstation IMC 4 (Luftdurchsatz höher) ca. $7,0E-06$ Bq/m³.

Im Jahr 2019 konnte an den beiden Messstationen kein zivilisatorisch bedingtes Radionuklid in der Immissionsüberwachung der bodennahen Luft nachgewiesen werden.

4.5.2.3 Überwachung des Niederschlages

Die Analysen der trockenen („Fallout“) und nassen („Washout“) Deposition radioaktiver Stoffe mit Niederschlag hinsichtlich γ -Strahlern und H-3 erfolgen an monatlichen Sammelproben vom

FSR sowie vom Referenzort Radebeul-Wahnsdorf (BfUL). Die monatliche Niederschlagsmenge für den FSR wird aus den Messwerten des Niederschlagsmessers am Meteorologischen Messfeld bestimmt.

Im Berichtszeitraum konnten im Rahmen der Immissionsüberwachung keine künstlichen Radionuklide (γ -Strahler, H-3) im Niederschlag nachgewiesen werden. Die Nachweisgrenzen für Co-60 liegen, je nach monatlicher Niederschlagsmenge, zwischen 0,3 Bq/m² und 2,5 Bq/m². Die erreichte Nachweisgrenze für H-3 beträgt ca. 6 Bq/L bis 12 Bq/L.

4.5.2.4 Überwachung der Boden- und Pflanzenkontamination

Die Ergebnisse der halbjährlichen Analysen von Boden und Bewuchs sind in Tabelle 4-11 angegeben. Der Referenzkontrollpunkt ist identisch mit dem für den Niederschlag.

Im Jahr 2019 konnten in Boden und Bewuchs außer Cs-137+ keine zivilisatorisch bedingten Radionuklide festgestellt werden. Das Cs-137+ resultiert hauptsächlich aus dem Fallout infolge des Tschernobyl-Unfalls.

Tabelle 4-11: Analysen von Boden und Bewuchs im Jahr 2019

Probeentnahme im Quartal	Medium	Nuklid	spezifische Aktivitäten am Kontrollpunkt in Bq/kg TM					
			IMC 1		IMC 4		Referenzpunkt	
II	Boden	Cs-137+	7,4	(3,2)	1,7	(2,4)	4,2	(12,6)
		Co-60	< 0,4	(< 0,6)	< 0,3	(< 0,4)	< 0,7	(< 0,8)
	Gras	Cs-137+	< 0,7	(< 1,2)	< 1,1	(1,6)	< 0,7	(< 0,9)
		Co-60	< 0,8	(< 1,4)	< 1,3	(< 1,5)	< 0,8	(< 1,2)
III	Boden	Cs-137+	5,9	(8,0)	1,7	(2,2)	4,1	(5,1)
		Co-60	< 0,4	(< 0,3)	< 0,2	(< 0,3)	< 0,7	(< 0,7)
	Gras	Cs-137+	1,0	(0,9)	< 1,0	(1,5)	< 0,9	(< 0,6)
		Co-60	< 0,7	(< 0,8)	< 1,6	(< 1,4)	< 1,0	(< 0,6)

(...) Vorjahreswerte
 TM Trockenmasse
 „<“ Nachweisgrenze

Zusätzlich zur Routine wurde im dritten Quartal eine Mischprobe von Pilzen vom Gelände des FSR entnommen. Hier wurde Cs-137+ mit 260 Bq/kg (Trockenmasse) nachgewiesen.

4.5.2.5 Oberirdische Gewässer

Oberflächenwässer

Vom Oberflächenwasser (OW) des Kalten Baches werden durch einen automatischen Probennehmer am Kontrollpunkt OW 1 kontinuierlich Proben entnommen. Diese werden hinsichtlich der Aktivitätskonzentration der γ -Strahler, H-3 und Sr-90+ als Quartalsammelprobe untersucht. Die Nachweisgrenze des jeweiligen Messverfahrens beträgt ca. 10 Bq/L für H-3 sowie einige mBq/L für Co-60, Sr-90+ und Cs-137+.

Im Berichtszeitraum wurde in den Quartalsmischproben weder H-3 (letztmalig 2014), Co-60 (letztmalig 2010) noch Cs-137+ (letztmalig 2015) nachgewiesen. Das Radionuklid Sr-90+ wurde nur im ersten Quartal des Berichtszeitraumes mit 4,3 mBq/L nachgewiesen.

In den jährlichen Stichproben von Oberflächenwasser aus dem Harthteich 1 (ehemaliger Nachklärteich) und aus dem Harthteich 2 (ehemaliges Bad) konnten keine zivilisatorischen Radionuklide nachgewiesen werden.

In den Stichproben des Wassers aus dem Sandfang des Pufferlagers war im Berichtszeitraum weder H-3 noch Cs-137+ nachweisbar. Der Sandfang des Pufferlagers wird jährlich zweimal beprobt, die Messergebnisse spiegeln hier die jeweiligen Betriebsabläufe wider.

Zusätzlich zum Immissions-Überwachungsprogramm wurden im ersten Quartal Stichproben von Oberflächenwasser aus den Bauwerken der Oberflächenentwässerung (Entwässerungsflächen 9, 10, 12 und 13) genommen und auf H-3 und Gammastrahler untersucht. Für das Oberflächenwasser aus dem Kunstgraben (Entwässerungsfläche 10) wurde zudem eine Analyse auf Sr-90+ durchgeführt. Mit Ausnahme von Sr-90+ mit 45 mBq/L im Kunstgraben wurden keine künstlichen Radionuklide nachgewiesen.

Sediment

An vier Kontrollpunkten am FSR werden Sedimente als Stichprobe entnommen und γ -spektrometrisch analysiert. Die Ergebnisse für Co-60 und Cs-137+ sind in Tabelle 4-12 dargestellt.

Im Jahr 2019 konnten an den Kontrollpunkten OW1, OW3 und OW9 im Sediment außer Cs-137+ keine zivilisatorisch bedingten Radionuklide festgestellt werden. Das Cs-137+ resultiert hauptsächlich aus dem Fallout infolge des Tschernobyl-Unfalls. Lediglich im Sandfang des Pufferlagers wurde im ersten und zweiten Quartal Co-60 nachgewiesen. Die Messergebnisse des Sandfangs des Pufferlagers spiegeln die jeweiligen Betriebsabläufe wider.

4.5.2.6 Grund- und Trinkwässer

In den Grundwässern in der Ortslage Dittersbach (GW 4) sowie am Harthteich 2 (GW 3) und im Trinkwasser am FSR konnten wie in den Vorjahren weder künstliche γ -Strahler noch H-3 nachgewiesen werden, im Berichtszeitraum galt dies auch für die Grundwässer der am FSR überwachten Pegel. Die im Bescheid /SM18/ geforderte Unterschreitung der Radionuklidkonzentrationen für Co-60, Sr-90+ und Cs-137+ im Grundwasser am FSR wurde sicher nachgewiesen.

Die in Tabelle 4-13 aufgeführten Ergebnisse der Pegelanalysen zeigen die Messwerte für H-3, Co-60, Cs-137+ und Sr-90+ im Grundwasser am FSR (Lage der Pegel: vgl. Abbildung 4-1).

Tabelle 4-12: Analysen von Sedimentproben im Jahr 2019

Probeentnahmeort		Probeentnahme im Quartal	spezifische Aktivität in Bq/kg TM			
			Cs-137+		Co-60	
OW 1	Kalter Bach	II	5,4	(2,6)	< 0,3	(< 0,3)
		III	2,3	(3,4)	< 0,3	(< 0,2)
OW 3	Harthteich 2	III	1,4	(4,4)	< 0,3	(< 0,3)
OW 9	Harthteich 1	III	1,0	(1,2)	< 0,6	(< 0,3)
			spezifische Aktivität in Bq/kg FM			
			Cs-137+		Co-60	
Geb. 880	Sandfang Pufferlager	I	2,7	(3,9)	0,1	(0,6)
		III	3,3	(1,7)	0,2	(< 0,2)

(...) Vorjahreswerte
 TM Trockenmasse
 FM Feuchtmasse
 „<“ Nachweisgrenze

Tabelle 4-13: Grundwasseranalysen am FSR im Jahr 2019

Pegel	Probeentnahme im Quartal	Aktivitätskonzentration im Grundwasser			
		H-3 in Bq/L	Co-60 in mBq/L	Cs-137+ in mBq/L	Sr-90+ in mBq/L
Pegel im An- und Abstrom des ehemaligen Freigeländes, Reihenfolge entsprechend Grundwasserfließrichtung					
GW 15; Pegel 357	II	< 7 (< 6)	< 16 (< 18)	< 16(< 16)	-
GW 5; Pegel 189	II	< 7 (< 4)	< 19 (< 15)	< 15(< 14)	-
GW 8; Pegel 304	II	< 7 (< 4)	< 23 (< 16)	< 20(< 15)	-
GW 6; Pegel 256	II	< 7 (< 5)	< 23 (< 22)	< 17 (< 20)	< 5 (< 27)
	IV	< 7 (< 6)	< 17 (< 20)	< 15 (< 21)	
GW 12; Pegel 346/1	II	< 7 (< 6)	< 12 (< 18)	< 12 (< 14)	-
	IV	< 7 (< 7)	< 11 (< 25)	< 13 (< 21)	
GW 13; Pegel 347/1	II	< 7 (< 6)	< 21 (< 23)	< 17 (< 18)	< 6 (< 26)
	IV	< 7 (< 6)	< 13 (< 17)	< 11 (< 13)	
GW 14; Pegel 348/1	II	< 6 (< 5)	< 16 (< 17)	< 15 (< 15)	-
	IV	< 7 (< 6)	< 24 (< 17)	< 20 (< 13)	
Pegel im Abstrom der ehemaligen betrieblichen Deponie					
GW 10; Pegel 355	II	< 7 (< 6)	< 17 (< 22)	< 20(< 20)	-

(...) Vorjahreswerte
 „<“ Nachweisgrenze

4.5.3 Ergebnisse der Immissionsüberwachung „Störfall/Unfall“

γ-Ortsdosis (Störfalldosimeter)

Die Ergebnisse der Überwachung der γ -Ortsdosis in der Umgebung des FSR sind im Abschnitt 4.5.2.1 beschrieben.

Trainingsfahrten

Wie in der Vergangenheit wurde monatlich ein Störfalltraining durchgeführt. Mit dem Messfahrzeug des VKTA wurden vier Aufklärungsrouten befahren und die im Überwachungsprogramm /PI17/ festgelegten Messungen und Probeentnahmen durchgeführt. Bei keiner der Proben oder Vor-Ort-Messungen konnten Aktivitätskonzentrationen bzw. spezifische Aktivitäten künstlicher Radionuklide (bis auf Cs-137+, vgl. Tabelle 4-14) nachgewiesen oder auffällige ODL-Messwerte festgestellt werden.

In-situ- γ -Spektrometrie zur nuklidspezifischen Bestimmung des Kontaminationszustandes der Bodenoberflächen wurden im Berichtszeitraum an allen sechs Messpunkten durchgeführt.

Diese Messungen sind hilfreich zur Beurteilung realer Störfälle, wenn zusätzliche Beiträge durch künstliche Radionuklide erkannt bzw. ausgeschlossen werden sollen, wobei Folgendes zu beachten ist:

- Für Cs-137+ wird beim Störfalltraining eine Oberflächenbelegung angenommen.
- Die typische Nachweisgrenzen für Co-60 und Cs-137+ (Messzeit 3.600 s) liegen zwischen 22 Bq/m² und 36 Bq/m², die relative Messunsicherheit liegt bei 25 %.

Tabelle 4-14 stellt die Ergebnisse der In-situ- γ -Spektrometrie-Messungen im Berichtszeitraum denen des Vorjahres gegenüber. Dargestellt sind die spezifische Aktivität natürlicher Radionuklide (K-40, Thorium- und Uran-Zerfallsreihe) sowie die oberflächenbezogene Aktivität von Cs-137+, hauptsächlich durch den Tschernobyl-Unfall eingetragen.

Zusätzlich zu der routinemäßig stattfinden monatlichen Trainingsfahrt wurde innerhalb des FSR-Geländes in einem Bauwerk der Oberflächenentwässerung (Entwässerungsfläche 12) eine weitere Messung mittels In-situ-Gammaspektrometrie durchgeführt. Die Aktivitätsgehalte von Cs-137+, K-40, Th-232+ und U-238+ entsprechen denen von Bodenflächen außerhalb des FSR.

Tabelle 4-14: Ergebnisse der In-situ- γ -Spektrometrie im Jahr 2019

Route - Messpunkt	Spezifische Aktivität für ausgewählte Radionuklide (Oberflächenbelegung für Cs-137+, homogene Verteilung für natürliche Radionuklide)			
	Cs-137+ in Bq/m ²	K-40 in Bq/kg	Th-232sec in Bq/kg	U-238sec in Bq/kg
1 – MP32 Großberkmannsdorf	187 (271)	319 (421)	21 (26)	16 (22)
	246 (260)	414 (438)	25 (30)	19 (27)
	274	456	33	22
2 – MP08 Wilschdorf	158 (177)	247 (259)	14 (17)	21 (14)
	155 (176)	282 (273)	17 (16)	15 (14)
3 – MP17 Eschdorf	71 (239)	337 (289)	12 (21)	9 (16)
3 – MP14 Harthteich Bad	162 (83)	281 (276)	17 (9)	17 (8)
	196 (204)	370 (313)	27 (20)	19 (20)
	79 (–)	308 (–)	21 (–)	20 (–)
4 – MP21 Fischteich	150 (246)	432 (154)	24 (18)	22 (16)
4 – MP23 Schönfeld	194 (186)	448 (363)	30 (29)	23 (19)
	208 (218)	355 (352)	22 (22)	22 (23)
Entwässerungsfläche 12 (Sickerbecken)	160 (–)	590 (–)	27 (–)	32 (–)

(...) Vorjahreswerte

4.6 Analytik

Das Analytiklabor Umgebungsüberwachung verfügt über zwei Labore zur Probenvorbereitung (getrennt nach Emissions- und Immissionsproben) und ein Messlabor für die Aktivitätsanalysen. Es kommen hauptsächlich Messverfahren zum Einsatz, die keine radiochemische Aufbereitung des Probenmaterials voraussetzen.

Es stehen vier γ -Spektrometer in Low-Background-Ausführung zur Verfügung. Weiterhin kommen drei Flüssigszintillationsspektrometer, zwei α -/ β -Multi-Low-Level-Counter mit Proportionalzählrohren und ein α -/ β -Messplatz mit einem „Passivated Implanted Planar Silicon“ (PIPS[®])-Detektor zum Einsatz. Neben der Laboranalytik stehen mobile In-situ- γ -Spektrometrie- und ODL-Messtechnik für Vor-Ort-Messungen, beispielsweise in Strahlenschutzbereichen des VKTA und HZDR, zur Verfügung.

In Tabelle 4-15 sind die im Berichtszeitraum durchgeführten Analysen, gegliedert und quantifiziert nach Messmethoden und -aufgaben, dargestellt. Der Analysenumfang für die Emissions- und Immissionsüberwachung blieb im Vergleich zum Vorjahr in gleicher Größenordnung. Analysen, die nicht im Rahmen der routinemäßigen Überwachung am FSR erfolgen, sind als Dienstleistungen eingeordnet. Dazu zählen Analysen im Rahmen des betrieblichen Strahlenschutzes für andere Organisationseinheiten am FSR sowie für externe Auftraggeber.

Tabelle 4-15: Analysenumfang im Kalenderjahr 2019

	Gamma-spektrometrie	In-situ-Gamma-spektrometrie	Alpha-/Beta-Messung	Flüssigszintillations-spektrometrie
Abwasser-Emissionsüberwachung	118	0	121	121
Fortluft-Emissionsüberwachung	294	0	126	0
Immissionsüberwachung	360	12		57
Qualitätssicherung	334	67	93	433
Dienstleistung für VKTA				
KA	0	0	1654	0
KR	153		94	18
KS	27	8	10	13
Dienstleistung für HZDR				
FKT	12	1	1	1
FWK	19	21	0	685
FWO	38	0	0	0
FWP	98	2	33	28
Dienstleistung für Externe	182	7	78	44

Für Organisationseinheiten des VKTA erfolgten ca. 61 % der Dienstleistungen, Hauptanteil bilden hier Alpha/Beta-Messungen für den Fachbereich KA. Im Kalenderjahr 2019 erfolgten ca. 29 % der Dienstleistungsanalysen für das HZDR, hier sind es hauptsächlich H-3-Analysen an Wischttests für die Strahlungsquelle ELBE (FWK). Ein weiterer Schwerpunkt war die Ermittlung des Aktivitätsinventars von aktivierten Bauteilen bei Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung. Bei den Dienstleistungen für Externe (ca. 10 % aller Analysen) handelt es sich um Abwasseruntersuchungen und Analysen im Rahmen Freigabe und der Dichtheitsprüfung.

Gemäß dem Programm zur Qualitätssicherung der Strahlenschutz-Umgebungsüberwachung /PQS16/ nimmt das KSS-Analytiklabor an Ringversuchen des BfS teil. Im Jahr 2019 wurden Ringversuche zur Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen „Abwasser 2019“ und „Fortluft 2019“ mit Erfolg absolviert. Weiterhin wurde an einem Messvergleich für tragbare Ortsdosisleistungsmessgeräte teilgenommen. Der Messvergleich wurde vom BfS im Auftrag der Leitstelle des Bundes für Fragen der Radioaktivitätsüberwachung bei erhöhter natürlicher Radioaktivität (ENORM) und der Wismut GmbH organisiert und fand auf den Referenzmessflächen des Sanierungsbetriebes Ronneburg der Wismut GmbH statt. Die Teilnahme des VKTA erfolgte mit 11 ausgewählten Messgeräten.

5 Strahlenschutzmesstechnik

5.1 Vorbemerkungen

Die Belange der Strahlenschutzmesstechnik werden wahrgenommen durch einen Dipl.-Ing., einen B. Sc. und einen Facharbeiter. Zeitweilig erfolgte eine Unterstützung durch Mitarbeiter der Werkfeuerwehr im Rahmen ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit bei Arbeiten zu Wiederkehrenden Prüfungen (WKP) und Reparaturen unterstützt.

5.2 Arbeitsaufgaben

Die Mitarbeiter sind entsprechend /ZA01/ für die Betreuung der gesamten Strahlenschutzmesstechnik am FSR zuständig.

In diesem Rahmen werden alle Strahlenschutzmesstechnik und -systeme jeweils zweimal im Kalenderjahr wiederkehrend geprüft. Notwendige Reparaturen werden durchgeführt bzw. veranlasst und defekte Messgeräte und Messsonden ersetzt bzw. ausgesondert.

Die Tabelle 5-1 zeigt einen Überblick über die betreuten Gerätegruppen.

Tabelle 5-1: Gerätegruppen der Strahlenschutzmesstechnik am FSR, Übersicht

Art der Handhabung	Messaufgabe		
	Dosis / Dosisleistung	Kontamination	Aktivität
transportable Geräte	elektronische Personen-Dosimeter Gamma-ODL-Messgeräte Neutronen-ODL-Messgeräte	Kontaminationsmessgeräte für Alpha-Beta- und Beta-Gamma-Nuklide	fahrbare Monitore für Edelgase, Aerosole, Iod, Tritium und C-14 In-situ-Gamma-Spektrometer Aerosolsammler
stationäre Geräte/ Systeme	Messanlagen bzw. -systeme mit Gamma-ODL-Sonden und/oder Neutronen-ODL-Sonden	Hand-Fuß-Kleider-Monitore Ganzkörper-Kontaminations-Monitore	Probenmessplätze, einfach Probenwechsler-Messplätze 6-fach-Low Level-Probenmessplätze

In der Tabelle 5-2 ist der aktuelle Bestand der Strahlenschutzmesstechnik am FSR aufgeführt.

Tabelle 5-2: Bestand an Strahlenschutzmesstechnik im HZDR/VKTA sowie bei externen Kunden, Stand 12/2019

Bestand Strahlenschutzmesstechnik		HZDR	VKTA	externe Kunden
Dosis / Dosisleistung				
transportabel	Gamma-ODL-Messgerät	92	91	13
	elektron. Personendosimeter	551	137	38
	Neutronen-ODL-Messgerät	7	2	1
stationär	ODL-Messsysteme	7 Messnetze 149 Messstellen	3 Messnetze 33 Messstellen	1 Messnetz 9 Messstellen
		26 Geräte 61 Messstellen	2 Geräte 3 Messstellen	19 Geräte 26 Messstellen
Kontamination				
transportabel	Kontaminationsmonitor	113	98	17
stationär	Hand-Fuß-Kleider-Monitor	20	12	2
	Ganzkörper-Monitor	1	1	0
Aktivität				
transportabel	Aerosolsammler	9	20	0
stationär	Probenmessplatz, einfach	1	0	0
	Probenwechsler-Messplatz	7	1	0
	6x Low Level Probenmessplatz	0	1	0

Für das HZDR und den VKTA wurden die Planung und Beschaffung der für 2019 neu benötigten Strahlenschutzmesstechnik sowie die damit verbundene Beratung der SSB zentral durchgeführt.

Neben der Auswahl des jeweils am besten geeigneten Gerätetyps soll damit auch eine sinnvolle Typenbeschränkung in den verschiedenen Messgerätegruppen erreicht werden.

Das ist insbesondere unter folgenden Gesichtspunkten notwendig:

- Servicefreundlichkeit und einheitliche Bedienung
- einheitliches Qualitätssicherungsprogramm (QS-Programm) Strahlenschutzmesstechnik /PQM16/
- geringeres Spektrum an typgebundenen Prüfquellen, insbesondere für eichpflichtige Geräte
- Nutzung von Rabattangeboten bei Kauf größerer Stückzahlen eines Gerätetyps

Im Berichtszeitraum wurden folgende weitere Arbeiten durchgeführt:

- Beratung von Mitarbeitern und Firmen zu Fragen der Strahlenschutzinstrumentierung bei Erweiterungen sowie neuen Projekten im HZDR
- Erarbeitung von Stellungnahmen zu Gutachten im Rahmen von Genehmigungsanträgen sowie Empfehlungen zur Umsetzung von behördlichen Auflagen

- Pflege von Webseiten im Strahlenschutz-Intranet am FSR, auf der Bedienungsanleitungen und technische Daten aller am Standort verwendeten Strahlenschutzmessgeräte als pdf-Dateien zu finden sind
- Mitarbeit zur Qualitätssicherung (QS) der Strahlenschutzmesstechnik an der Beamline des HZDR am Europäischen Synchrotron in Grenoble
- regelmäßige Prüfung des Interlock-Systems am Beschleuniger ELBE
- WKP der Strahlenschutzmesstechnik bei externen Kunden
- Weiterbildungsseminare und praktische Übungen zum Thema Strahlenschutz mit der Werkfeuerwehr des Standortes und der Berufsfeuerwehr Dresden
- Betreuung der Lokalrufanlage des FSR

5.3 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung der für den Strahlenschutz im HZDR und im VKTA verwendeten Messtechnik wird nach /PQM16/ durchgeführt. Es beinhaltet für jede Strahlungsmessgeräte-Gruppe detaillierte Prüfvorschriften und Prüfprotokolle zur Inbetriebsetzung (IBS) und zur WKP.

Im QS-Programm sind außerdem der Prüfkalender für die Prüftermine und die Verwaltung der verwendeten Prüfmittel enthalten. Die Terminkontrolle wird mit einem Datenbanksystem durchgeführt, mit dem die gesamte Strahlenschutzmesstechnik am FSR verwaltet wird. Für neue Strahlenschutzmesstechnik werden die erforderlichen Prüfvorschriften und -protokolle zur IBS und zur WKP erarbeitet.

Im Jahr 2019 wurden insgesamt 1429 Strahlenschutzmessgeräte bzw. -systeme jeweils zweimal wiederkehrend geprüft und 54 Reparaturen von Strahlenschutzmessgeräten durchgeführt bzw. veranlasst. Wiederum wurden 39 Messgeräte und Messsonden ersetzt bzw. ausgesondert, vornehmlich solche, die Messaufgaben nicht mehr genügten und meist auch älter als 10 Jahre waren.

6 Betrieblicher Strahlenschutz im HZDR

6.1 Vorbemerkungen

Die Abteilung Sicherheit, Strahlenschutz des HZDR (FKTS) umfasste im Berichtszeitraum den Leiter der Abteilung, zwei, seit Oktober 2019 drei Strahlenschutzingenieure, zwei Strahlenschutzlaborantinnen, zwei Sachbearbeiterinnen (eine zeitweilig auch als Strahlenschutzlaborantin tätig), einen Mitarbeiter Strahlenschutzmesstechnik (delegiert zum VKTA), zwei Sicherheitsingenieure, einen Mitarbeiter Sicherung, eine Mitarbeiterin für Schließ- und Ausweiswesen sowie eine Ingenieurin für die Schadstoffsammelstelle.

Neben den Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Sicherung und Gewährleistung der Sicherheit am FSR zählten zu den von den Mitarbeitern der Abteilung FKTS im Berichtszeitraum bewältigten Aufgaben u. a. die

- Beratung und Unterstützung der SSB des HZDR in allen Fragen des betrieblichen Strahlenschutzes, bei der Erfüllung von Nebenbestimmungen strahlenschutzrechtlicher Genehmigungen oder Erstellung und Prüfung von Antragsunterlagen zur Erlangung von Genehmigungen sowie Anzeigen, Vorbereitungen der Revisionen der speziellen Strahlenschutzanweisungen bezüglich der Anpassung an die neue Gesetzgebung, Vorbereitung von Freigaben gemäß SSA Nr. 23 /SS23/ durch Erstellung der notwendigen Antragsunterlagen, Ausführung bzw. Veranlassung der vorgeschriebenen Entscheidungsmessungen oder Erarbeitung und Begleitung von Freimessprogrammen sowie Messungen gemäß SSA Nr. 23 sowie § 44 Absatz 3 StrlSchV an Objekten, die aus Strahlenschutzbereichen herauszubringen bzw. plausibel freizugeben waren
- Mitarbeit an der Revision der zentralen Strahlenschutzanweisungen für den Forschungsstandort Rossendorf bezüglich der Anpassung an die neue Gesetzgebung
- Strahlenschutz-Kontrollmessungen zum Nachweis von Kontaminationsfreiheit und der Einhaltung der Dosisleistungsrichtwerte

6.2 Zuständigkeitsbereiche

Die Einrichtungen des HZDR sind in zwei Zuständigkeitsbereiche eingeteilt, die von jeweils einem SSI und einer Strahlenschutzlaborantin betreut werden.

Dem Zuständigkeitsbereich 1 sind hauptsächlich die Anlagen zur Erzeugung ionisierender Strahlung (AEiS) und Umgangsbereiche mit umschlossenen radioaktiven Stoffen zugeordnet. Der Bereich umfasst im Wesentlichen:

- ELBE - Zentrum für Hochleistungsstrahlenquellen im Institut für Strahlenphysik im Gebäude 540/542 mit Elektronen Linearbeschleuniger hoher Brillanz und niedriger Emittanz, Versuchseinrichtungen wie AIDA-II, FELBE, TELBE, nELBE und EPOS, Röntgenlabor, Neutronenlabor der TU Dresden, Positronenstrahlanlage und Petwatt-Laser (DRACO und Penelope)
- Ionenstrahlzentrum im Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung mit vier elektrostatischen Beschleunigern (6 MV-AMS-Tandetron, 3 MV-Tandetron, 2 MV-van-de-Graaff-Beschleuniger und 500 kV-Ionenbeschleuniger in den Gebäuden 710, 711 und 713

inklusive der jeweiligen Versuchseinrichtungen), mehreren Ionenimplantations- und Röntgenanlagen (Gebäude 707 und Gebäude 711) und Mößbauerspektrometer im Gebäude 711

- Institut für Strahlenphysik mit Genehmigungsbereichen für den Umgang mit umschlossenen radioaktiven Stoffen in den Gebäuden 119 und 620 und dem 5 MV-Pelletron-Beschleuniger im Felsenkeller (BLF) in den Gebäuden FK120 und FK151
- Hochfeld-Magnetlabor Dresden mit zwei Röntgenanlagen im Gebäude 613
- Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung (Aufgabenbereich mit Zyklotron TR-FLEX im Gebäude 805)
- Rückbaukomplexe des Teilchenbeschleunigers Zyklotron U-120 im Gebäude 707 und des PET-Zyklotrons Cyclone 18/9 in den Gebäuden 707/708

Dem Zuständigkeitsbereich 2 sind hauptsächlich die Bereiche des HZDR zugeordnet, in denen mit offenen radioaktiven Stoffen umgegangen wird. Der Bereich umfasst im Wesentlichen:

- Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung mit ZRT im Gebäude 805 (Aufgabenbereiche: Radiopharmaka, Tracerchemie, Radiopharmazeutische Biologie und Entsorgung) sowie dem Kontrollbereich (KB) 5 im Gebäude 801
- Institut für Ressourcenökologie mit Kontrollbereich 1 (Präparationslabor I), KB 3 (Werkstoffprüflabor und Präparationslabor II) und KB 6 im Gebäude 801; REM-Labor im Gebäude 801 (temporärer Überwachungsbereich) und Radiochemischem Laborgebäude (RCL), Gebäude 850
- Institut für Fluidynamik mit einer Röntgeneinrichtung (ROFEX III) und einer Mikrofokus-Röntgenanlage im Gebäude 771, Gammatomographie- und Gammadensitometrie-Einrichtungen im Gebäude 770, Röntgenanlagen (u. a. ROFEX I) und einem Lager für umschlossene radioaktive Stoffe im Gebäude 868 und einer Anlage zur Durchführung der Hochleistungs-Computertomographie (HECToR) im Gebäude 710
- AFA im Gebäude 802 für kontaminationsverdächtige Laborabwässer aus Gebäude 801 und Hebeanlage für kontaminationsverdächtige Abwässer im Gebäude 801
- LARA im Gebäude 863
- Sammlung und Zwischenlagerung kontaminationsverdächtigter Strahlenschutzkleidung am FSR im Gebäude 118
- Anlage zur Regeneration uranhaltiger Ionenaustauscherharze aus der Trinkwasseraufbereitung (an die Firma ATC Dr. Mann GmbH (ATC) vermieteter Bereich im Gebäude 476)
- übriges Betriebsgelände außer Zuständigkeitsbereich 1, VKTA und RRP

6.3 Schwerpunktt Themen in den beiden Zuständigkeitsbereichen

Neben den im Abschnitt 6.1 genannten Routineaufgaben leisteten die Mitarbeiter im Berichtszeitraum zur Unterstützung der SSB wesentliche Beiträge zu folgenden Schwerpunktt Themen:

ELBE - Zentrum für Hochleistungsstrahlenquellen:

- Beratung und Unterstützung der SSB bei der Umsetzung der Auflagen der Betriebsgenehmigung für das ELBE – Zentrum für Hochleistungsstrahlenquellen, erteilt vom LfULG am 01.09.2019 auf Grundlage des im Jahr 2018 eingereichten revidierten Sicherheitsberichts
- Begutachtung mehrerer Anträge für die Durchführung verschiedener Experimente sowie von Umbaumaßnahmen im Gebäude 540/542

Ionenstrahlzentrum:

- maßgebliche Unterstützung des SSB bei der zweimaligen Überarbeitung des Ende 2018 bei der zuständigen Behörde eingereichten Sicherheitsberichts für den Betrieb der im Ionenstrahlzentrum vorhandenen genehmigungsbedürftigen AEiS; die Gesamtbetriebsgenehmigung für das Ionenstrahlzentrum wurde dem HZDR Ende 2019 erteilt
- ODL-Messungen für Photonen- und Neutronenstrahlung zur Inbetriebnahme der ADENSO-Waferhandler-Anlage am 3-MV-Tandetron-Beschleuniger bei Protonen- und Helium-Betrieb
- Erstellung Teil „Strahlenschutz“ der Kuratoriumsvorlage für die neue 1-MV-AMS-Anlage,

Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung:

- Photonen- und Neutronen-ODL-Messungen bei Inbetriebnahme des KIPROS-Targets am Zyklotron TR-FLEX
- Unterstützung des SSB bei der Erstellung des Ende 2019 eingereichten Sicherheitsberichts sowie seiner antragsrelevanten Anlagen für den Betrieb des Zyklotrons TR-FLEX

Rückbau des PET-Zyklotrons Cyclone 18/9:

- Mitarbeit bei der Erstellung freigaberelevanter Unterlagen für die im Erdreich verbleibenden Hüllrohre und Kapillaren des Radionuklid-Transportsystems zwischen den Gebäuden 708/707 sowie 892/893

Radiochemisches Laborgebäude

- regelmäßige Oberflächenkontaminationsmessungen nach Untersuchungen an externe Analyseorten, die für im RCL präparierte Proben mit Aktivitäten unter der jeweiligen Freigrenze gemäß Anlage 4 Tabelle 1 StrlSchV genutzt wurden
- Erstellung einer komplexen Excel-Datei zur Führung von Radionuklidlisten mit automatischer Berechnung der Raumkategorisierung, der Gefährdungsstufe und der Brand- und Diebstahlschutzklasse nach DIN 25425 und DIN 25422, sowie automatischer Ausgabe einer Quellterm-Abschätzung gemäß SSA Nr. 30 /SS30/
- Mitarbeit bei der Beseitigung von Brandschäden nach einem Kleinbrand in einem Labor
- Unterstützung der SSB bei der Inventur der radioaktiven Stoffe im Radionuklidlager

weitere Bereiche

- Veranlassung der Installation eines Ausweislesers am Zugang zum KB 1 und zum KB 3 im Gebäude 801 zur Verbesserung der Zugangskontrolle
- Zusammenstellung der Ergebnisse der Messungen der Radon-Aktivitätskonzentration in den Stollen des Felsenkeller-Beschleunigerlabors aus dem Jahr 2018; mit dem Beschleunigerbetrieb am 5-MV-Pelletron-Beschleuniger wurde im Juli 2019 begonnen

- Wäscheservice: Vorbereitung der Messung von Strahlenschutzwäsche vor deren Verbringung zur Wäscherei; Erstellung freigaberelevanter Antragsdokumenten für Reinraumwäsche; Bestellung von Strahlenschutzkleidung

6.4 Meldepflichtige Ereignisse

Im Jahr 2019 traten im HZDR drei Ereignisse auf, die der Meldepflicht nach der SSA Nr. 26 /SS26/ unterlagen. Davon stellte ein Ereignis ein bedeutsames Vorkommnis gemäß § 108 StrlSchV dar.

6.5 Dichtheitsprüfstelle

Im Berichtszeitraum erfolgten insgesamt 34 Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen durch die Sachverständigen des HZDR /NA19/.

7 Betrieblicher Strahlenschutz im VKTA

7.1 Vorbemerkungen

Der betriebliche Strahlenschutz im VKTA, wahrgenommen durch die Abteilung KSB, hatte im Jahr 2019 folgende Hauptaufgaben:

- fachliche Anleitung und Kontrolle von Mitarbeitern des betrieblichen Strahlenschutzes
- Durchführung von Inspektionen in Strahlenschutzbereichen des VKTA und von RRP
- Teilnahme an sieben Begehungen im Rahmen der Begleitung von Aufsichten der zuständigen Behörde bei sieben SSB in sieben atom- bzw. strahlenschutzrechtlichen Zuständigkeitsbereichen im Auftrag des SSBV
- Erarbeitung, Pflege oder Prüfung von Betriebsdokumenten, Berichten sowie Antragsunterlagen und Strahlenschutzanweisungen für Genehmigungen von HZDR, RRP und VKTA
- Durchführung von Dichtheitsprüfungen an umschlossenen radioaktiven Stoffen als Sachverständiger
- Anleitung der zur Förderung der fachlichen Zusammenarbeit gegründeten und aus Mitarbeitern des HZDR und des VKTA bestehenden Strahlenschutzgruppe
- Stellung des Abfallbeauftragten (Etablieren und Pflegen von Entsorgungswegen, Begleiten von Rückbau-, Freigabe- und Entsorgungsprojekten, Erfüllen der Melde- und Bilanzpflichten aus dem Abfallrecht)
- Stellung des Gefahrstoffbeauftragten (Beratung der Fachbereiche und Beauftragten der Organisationseinheiten, Begleitung von Gefahrstoffsammlung, -handling und -entsorgung in Koordination mit der vom HZDR betriebenen Schadstoffsammelstelle des FSR, Erfüllen der Melde- und Bilanzpflichten aus dem Gefahrstoffrecht)
- Freigabe von radioaktiven Stoffen mit geringfügiger Aktivität aus Strahlenschutzbereichen von HZDR, RRP und VKTA (siehe Abschnitt 8)
- Bestandsführung von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen von HZDR, ATC (nur Kernmaterial), RRP und VKTA (siehe Abschnitt 9)

Die Strahlenschutzgruppe am FSR setzt sich aus Strahlenschutzfachkräften, SSI und SSB des HZDR sowie des VKTA zusammen und wird vom Leiter KSB koordiniert. Im Berichtszeitraum wurden u. a. folgende Themen behandelt bzw. weitergeführt:

- Weiterführung der Integration von Strahlenschutzvorschriften in verschiedene Arbeits- und Fachanweisungen der Struktureinheiten
- Vereinheitlichung der Methodik bei der Durchführung von Strahlenschutzmessungen und deren Protokollierung
- Nutzung von Oberflächenkontaminationsmonitoren zur Messung von Volumenkontaminationen (bspw. Proben der Radiopharmaka-Herstellung oder Reinraumüberwachung)

Darüber hinaus wurde die Erweiterung des Strahlenschutz-Informationssystems (SSIS) hinsichtlich der Einbindung externer Dichtheitsprüfungen betreut. Die Datenbankstruktur liegt nun angepasst vor.

7.2 Zuständigkeitsbereiche

Die Anlagen und Einrichtungen des VKTA waren einschließlich des im September 2019 aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes (AtG) entlassenen Rossendorfer Forschungsreaktors (RFR) in acht Zuständigkeitsbereiche Einrichtung zur Entsorgung von Kernmaterial Rossendorf (EKR), ESR, Freimesszentrum, Pufferlager, Zwischenlager Rossendorf (ZLR), LAURA und der Landessammelstelle des Freistaates Sachsen für radioaktive Abfälle (LSN) unterteilt. Die beiden SSI von KSB führen die Strahlenschutzüberwachung sowie Strahlenschutzaufgaben in sechs dieser Zuständigkeitsbereiche aus. Sie werden dabei von Strahlenschutzfachkräften und sonstigem Messpersonal der Struktureinheiten des VKTA unterstützt.

7.3 Tätigkeit der Strahlenschutzingenieure

Die Tätigkeit der SSI umfasste im Berichtszeitraum folgende Aufgaben:

- Durchführung von Freimessaufgaben an dekontaminierten/abgeklungenen Reststoffen
- Deklaration von Abfall- und Reststoffgebinden
- Verifizierung von Nuklidvektoren
- stoffliche Charakterisierung von Reststoffen
- Beratung der SSB im VKTA
- Prüfung und Erstellung von Protokollen, Mess- und Betriebsberichten, Betriebshandbüchern und Fachanweisungen
- Erstellung von Freigabeunterlagen
- Organisation des arbeitsbegleitenden Strahlenschutzes
- Unterweisung des VKTA-Eigenpersonals und von Mitarbeitern von Fremdfirmen

7.4 Inspektionen

Da die SSB in umfangreiche Arbeitsaufgaben innerhalb ihrer Struktureinheiten eingebunden und nicht ausschließlich mit Strahlenschutzaufgaben beschäftigt sind, werden Inspektionen durchgeführt. Hinzu kommen Konsultationen, Hinweise und Empfehlungen zur praktischen Umsetzung von Vorschriften sowie Beanstandungen bezüglich der Einhaltung von Vorschriften. Die Inspektionen tragen außerdem zur Koordinierung von Tätigkeiten bezüglich des Strahlenschutzes zwischen den SSB und den SSI sowie den Struktureinheiten im Fachbereich KS bei.

Bei je einem SSB von RRP und des VKTA, denen je ein strahlenschutzrechtlicher Zuständigkeitsbereich unterstellt war, wurde im Jahr 2019 je eine Inspektion durchgeführt. Im Ergebnis dieser Inspektionen sowie sonstiger Begehungen wurden acht Empfehlungen bzw. Beanstan-

dungen ausgesprochen. Die Empfehlungen und Beanstandungen wurden mit den SSB ausgewertet und die Abstellung der beanstandeten Mängel kontrolliert. Über die thematische Zuordnung dieser Empfehlungen und Beanstandungen gibt Tabelle 7-1 Auskunft.

Tabelle 7-1: Thematische Zuordnung von Empfehlungen/ Beanstandungen

Themenkreis	Spezifizierung	Anzahl Empfehlungen/ Beanstandungen
Vor-Ort-Messungen in Strahlenschutzbereichen	- Bereitstellung von Dosimetern - Festlegung von Kontrollpunkten - Kontrollmessungen - außerordentliche Messungen	0
Strahlenschutzbereiche	- Beschriftung und Kennzeichnung - Status	0
	- Ordnung und Sauberkeit - Bauzustand	0
Messgeräte	- Unregelmäßigkeiten - Defekte - Funktionskontrolle	0
Radioaktive Stoffe	- Umgang - Beschriftung - Buchführung	1
Anlagendokumentation	- Aktualisierung - Korrektur - Genehmigungsunterlagen	6
Personal	- Strahlenschutzunterweisungen - Tragen von Dosimetern	1

7.5 Mitarbeiter für kerntechnische Sicherheit

Das Aufgabenspektrum des Mitarbeiters für kerntechnische Sicherheit im VKTA ist von dem eines Kerntechnischen Sicherheitsbeauftragten abgeleitet. Er führt im Fall von Mitteilungen an den SSBV nach /SS26/ Untersuchungen durch, ob diese Ereignisse Meldekriterien erfüllen.

7.6 Meldepflichtige Ereignisse

Im Berichtszeitraum trat im VKTA kein meldepflichtiges Ereignis gemäß SSA Nr. 26 /SS26/ bzw. bedeutsames Vorkommnis gemäß § 108 StrlSchV auf.

7.7 Dichtheitsprüfstelle

Es wurden Dichtheitsprüfungen nach § 89 Absatz 1 StrlSchV an 126 umschlossenen radioaktiven Stoffen des HZDR sowie externer Auftraggeber durchgeführt. Seit 2016 besteht die Zulassung als Sachverständiger für Dichtheitsprüfungen auch im Land Brandenburg.

8 Freigabe

8.1 Vorbemerkungen

Die Grundlage für Freigaben des VKTA ist der behördliche Freigabebescheid /FB05/. Für das HZDR und RRP ist die Freigabe nach § 31ff. StrlSchV Bestandteil der Umgangsgenehmigungen. Die Berufung der Freigabebeauftragten wurde Anfang 2019 durch eine Bestellung als Freigabe-SSB ersetzt. Sie gilt für Genehmigungsbereiche am FSR. Auf Basis des Rahmenvertrages mit dem HZDR für die strahlenschutzrechtlichen Genehmigungen des HZDR sowie auf Basis des dreiseitigen Vertrages zwischen HZDR, RRP und VKTA für RRP prüft der SSB Freigabe die Freigabefähigkeit und stellt das Vorliegen der (Nicht-)Freigabe fest.

Für die betriebliche Abwicklung der Freigabeverfahren handeln HZDR, RRP und VKTA nach /SS23/, wonach der überwiegende Teil der Freigaben bewertet wird. Die Einarbeitung der Forderungen des erneuerten Strahlenschutzrechts erfolgt in Form einer Überarbeitung der /SSA23/. Sie liegt als Anweisung S 003 vor, die dem SMUL zur Zustimmung übergeben wurde. Bis zu ihrer Inkraftsetzung wird nach /SSA23/ verfahren. Die Berichterstattung erfolgt demzufolge weiterhin unter Gegenüberstellung zu den Werten der Anlage III Tabelle 1 StrlSchV /SV01/. Da gemäß § 187 StrlSchV bis zum 31.12.2020 die Werte der Anlage III Tabelle 1 Spalte 5 StrlSchV /SV01/ zu verwenden sind, liegt dadurch auch keine Abweichung zum geltenden Recht vor.

Freigaberelevante Messungen werden entsprechend den in /SSA23/ zitierten Fachanweisungen durchgeführt. Abweichungen davon wurden im Rahmen von Freimessprogrammen und Anträgen auf Zustimmung mit den zuständigen Aufsichtsbehörden abgestimmt.

Durch den SSB Freigabe wurde zu Anfragen des SMUL vor allem bezüglich der Umsetzung der gesetzlichen Neuregelungen Stellung genommen. Am 02.04.2019 fand eine Freigabe-Aufsicht durch das SMUL ohne Beanstandungen statt.

8.2 Jahresbilanz 2019

Vom 01.01. bis 31.12.2019 wurden am FSR 513 Freigabevorgänge bearbeitet und für 1204 Freigabeobjekte Freigabeentscheidungen getroffen. 216 Kampagnen wurden zur Verwendung zugelassen.

Stichtag für die Berücksichtigung ist bei uneingeschränkt freigegebenen Chargen der Tag der Freigabeentscheidung, für spezifisch zur Entsorgung freigegebene Chargen der Tag der Annahme durch den Entsorger. Die Abgabe spezifisch zur Entsorgung freigegebener Reststoffe erfolgte ausschließlich an Endanlagen, die in der Liste der Materialbestimmungsorte aus /SS23/ enthalten sind.

Sind mehrere Genehmigungen eines Genehmigungsbereiches aufgeführt, liegt das daran, dass im betreffenden Zeitraum Freigabevorgänge bilanzfällig wurden, die in verschiedenen Änderungsgenehmigungen beantragt wurden.

Die freigegebenen Massen m , die Aktivität A und der arithmetische Mittelwert der relativen Ausschöpfung der Freigabewerte R sind in Tabelle 8-1 aufgeschlüsselt nach Genehmigungen dargestellt.

Tabelle 8-1: Im Jahr 2019 freigegebene Stoffe, nach Genehmigungen

Genehmigung	A in Bq	m in kg	R
45-4653.92/6; EKR	4,3E+03	5,7E+01	0,15
4653.18 VKTA 04/2; 4. Genehmigung zur Stilllegung RFR, Abbau der Restanlagen	0,0E+00	1,9E+05	0,00
4661.20 VKTA 17/5; ESR	6,6E+06	5,1E+04	0,11
4661.20 VKTA 30-03; Radiochemische Labors in den Gebäuden 801/852	3,9E+05	8,8E+03	0,25
4661.20 VKTA 31; Niederniveaumesslabor "Felsenkeller"	0,0E+00	5,5E+01	0,00
4661.20 VKTA 33/04; Freimesszentrum	2,0E+02	2,9E+02	0,00
4661.20 VKTA 33/05; Freimesszentrum	2,6E+04	4,8E+02	0,10
4661.20 VKTA 34/03; Pufferlager	3,4E+04	5,7E+03	0,01
4661.20 VKTA 38/01; Strahlenschutzüberwachung am FSR	3,3E+03	1,1E+02	0,14
4682.75 VKTA 01; Bescheid zur Freigabe gemäß § 29 StrlSchV /SV01/	0,0E+00	2,4E+01	0,00
74-4661.20 VKTA 14-08; ZLR (Geb. 809/810)	0,0E+00	1,9E+02	0,00
B/1619/03/2; Zyklotron CYCLONE 18/9: Betrieb	1,1E+04	3,1E+01	0,70
B/2471/12/0; ELBE	3,2E+04	1,2E+04	0,01
B/2471/12/1; ELBE	0,0E+00	8,5E+01	0,00
O/1163/94; KB 3 - Präparationslabor	4,2E+02	9,1E+01	0,01
O/1718/03/1; Umgang mit radioaktiven Stoffen bei Sammlung und Entsorgung der Prozessrückstände in der LARA	0,0E+00	1,6E+01	0,00
O/1722/04/0; KB 1 - Werkstoffprüflabor 801	1,6E+04	3,1E+01	0,77
O/1731/04/2; RCL	4,7E+04	1,9E+03	0,06
O/1783/04/1; KB 6 - Umgang mit radioaktiven Stoffen zur Präparation und Proben- vorbereitung von Biomaterial mit Actiniden	8,1E+03	1,4E+03	0,01
O/1924/07/1; KB 5 - Umgang mit offenen und umschlossenen radioaktiven Stoffen bei der Entwicklung, Charakterisierung und Testung von Radiotracer im Rahmen radchemischer und radiopharmazeutischer Forschung	6,8E+04	8,4E+02	0,37
O/2603/14/1; Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im PET-Zentrum (Radio- pharmakologie)	1,2E+03	1,0E+01	0,00
O/2783/16/0; ZRT - Radioaktive Stoffe	8,5E+05	3,1E+03	0,02
O/2968/18/2; ROTOP - Radiopharmakaproduktion	1,5E+04	1,7E+02	0,00
Y/1250/01/06; Landessammelstelle des Freistaates Sachsen	8,9E+02	5,8E+02	0,01
Y/1250/01/07; Landessammelstelle des Freistaates Sachsen	1,7E+03	4,3E+01	0,28

Die 2019 freigegebenen Massen m , die Aktivität A und der arithmetische Mittelwert der relativen Ausschöpfung der Freigabewerte R sind in der Tabelle 8-2 nach Freigabeentscheidungen aufgeschlüsselt dargestellt.

Tabelle 8-2: Im Jahr 2019 freigegebene Stoffe, nach Freigabeentscheidungen

Freigabeentscheidung	Kürzel 1) (Spalte 2)	A in Bq	m in kg	R
uneingeschränkt	u (4/5)	6,6E+06	7,1E+04	0,08
uneingeschränkt ohne messbare Oberfläche	uo (5)	8,4E+05	1,5E+04	0,20
Gebäude, Räume zur Weiternutzung	wn (8)	0,0E+00	1,9E+05	0,00
zweckgerichtet zur Verbrennung ohne messbare Oberfläche < 100 t	foh (9b)	6,5E+05	8,6E+02	0,13
zweckgerichtet zur Verbrennung ohne messbare Oberfläche < 1000 t	fot (9d)	1,9E+04	6,8E+01	0,01

¹⁾ mit SMUL abgestimmte Abkürzung der Freigabeentscheidung aus Spalte 1 dieser Tabelle

²⁾ entsprechend StrlSchV Anlage III Tabelle 1 /SV01/

Insgesamt wurden nach den Spalten 5 sowie 9a bis d der Anlage III Tabelle 1 StrlSchV /SV01/ knapp 90 t Reststoffe aus Genehmigungsbereichen am FSR mit einer mittleren Ausschöpfung der Freigabewerte von ca. 10 % nach /SS23/ freigegeben. Abgaben an Deponien erfolgten nicht.

Ein Teil der uneingeschränkt freigegebenen Stoffe und Geräte wird nach der Freigabe weiter am Standort oder durch Fremdfirmen genutzt.

8.3 Überblick über Freigabevorgänge im Jahr 2019 (Auswahl)

Die folgenden Aufstellungen nennen eine Auswahl der im Hinblick auf Freimessung und/oder Freigabe relevanten Vorgänge im Berichtszeitraum:

HZDR/ELBE

- Hämatitgranulat
- Ionenaustauscherharze
- Sekundärabfälle
- Elektroschrott und Leuchtstoffröhren
- aktivierte Anlagenteile und elektronische Komponenten
- Reinraumwäsche

HZDR/Radiochemische Laboratorien (KB 5 und Gebäude 850)

- zahlreiche Einzelpositionen von Chemikalienabfällen und wässrigen Lösungen
- Anlagenkomponenten, Computer und Laborausrüstung
- Sekundärabfälle, Glasabfälle und Abluftfilter
- Labormöbel
- Elektroschrott
- Bauschutt und Dämmmaterial

HZDR/PET-Zentrum und ZRT

- Labormöbel
- metallische und nichtmetallische Anlagenteile und Laborausrüstung
- zahlreiche Einzelpositionen von Chemikalienabfällen und wässrigen Lösungen

- Reinraumwäsche
- Sekundärabfälle und Glasabfälle
- Filterkästen

HZDR/Sonstige

- Anlagenteile, Einrichtungsgegenstände und Bauteile aus Ionenstrahlzentrum
- Möbel und Möbelteile
- Elektronikschrott
- Luftfilter und Teile von Abluftanlagen
- Sekundärreststoffe, Glasabfälle

VKTA

- Bleisteine
- Grünschnitt
- RFR: Bewertung/Freigabe von Zugangscontainer, Inventar, Baustelleneinrichtung und Restflächen
- Laborabfälle aus den Laboratorien
- dekontaminierte Anlagenkomponenten von z. B. Anlage zur Molybdänproduktion Rossendorf, RFR und ELBE, vorwiegend metallisch; untergeordnet auch von Dritten
- Teile von Reststoffgebinden, teils nach Dekontamination
- Dekontaminierte Abschirmmaterialien
- Sekundärabfälle
- Chemikalienabfällen und wässrigen Lösungen

8.4 Dekontaminierte Reststoffe und Abklingabfälle

Während des Jahres 2019 wurden in der ESR kontinuierlich Reststoffe dekontaminiert und nach Vormessung der Freimessung und Freigabe zugeführt (siehe oben). Der Schwerpunkt der Dekontaminationsarbeiten mit dem Ziel der Herstellung der Freigabefähigkeit lag auf Komponenten ehemaliger Anlagen des FSR, auf Großkomponenten wie bspw. die thermische Säule und ein Abschirmschild des RFR sowie 20-Fuß-Container und Teile einer Arbeitsbox des HZDR.

Freigaben aus der Abklinglagerung im ZLR fanden im Berichtsjahr nicht statt.

8.5 Leistungen für fremde Einrichtungen

Für Externe hat der VKTA Leistungen zur radiologischen Bewertung sowie auch zur Freimessung von Reststoffen erbracht. Dies betraf im Jahr 2019 insbesondere Stahl- und Edelstahlteile, brennbare Reststoffe sowie Chemikalienabfälle/Lösungsmittel/wässrige Lösungen.

9 Bestand von Kernmaterial und sonstigen radioaktiven Stoffen

9.1 Kernmaterialkontrolle

9.1.1 Materialbilanzzone WKGR des VKTA

Die Materialbilanzzone WKGR umfasst mit Ausnahme der Landessammelstelle alle Einrichtungen des VKTA, in denen mit Kernmaterial oder kernmaterialhaltigen Abfällen umgegangen wird bzw. umgegangen werden kann. Den Kernmaterialbestand der Materialbilanzzone WKGR zeigt Tabelle 9-1.

Tabelle 9-1: Kernmaterialbestand im VKTA (Materialbilanzzone WKGR) am 31.12.2019

Kernmaterialkategorie ¹⁾	Elementmasse in g
Hoch angereichertes Uran	1.585,6
Niedrig angereichertes Uran	20.696,2
Natururan	1.310.281,4
Abgereichertes Uran	90.030,3
Thorium	4.564.861,3

¹⁾...nach Verordnung (Euratom) Nr. 302/2005 /VO05/

In Vorbereitung der Kernmaterialentsorgung erfolgten Voruntersuchungen zur Verfestigung von UO₃-Pulver mit Geopolymer.

Im Jahr 2019 erfolgte in der Materialbilanzzone WKGR durch den Betreiber eine Inventur (PIT: Physical Inventory Taking). Die Europäische Atomgemeinschaft (Euratom) hat ihre für Ende 2019 geplante Inspektion auf 2020 verschoben. Fortlaufend findet eine umfassende interne Kernmaterialinventur statt. Sie hat zum Ziel, die Datenlage besonders hinsichtlich Nuklidzusammensetzung und Aktivitätsinventar zu einzelnen Kernmaterialposten zu verbessern /JA15a/, /HA17/.

9.1.2 Abfalllager Landessammelstelle

Die LSN ist bei Euratom als Abfalllager registriert. Sie hat 2019 folgende kernmaterialhaltige Abfälle von ablieferungspflichtigen Dritten aus Sachsen, Thüringen und Sachsen-Anhalt erhalten:

- 2,1 kg natürliches und abgereichertes Uran
- 0,1 kg Thorium

Zu diesen kernmaterialhaltigen Abfällen zählen z. B. Mineralien, Laborabfälle und Schulquellen. Aus der LSN wurden 2019 keine kernmaterialhaltigen Abfälle abgegeben.

9.1.3 Materialbilanzzonen des HZDR

Der Kernmaterialbestand in der Materialbilanzzone WVKR der Institute für Fluidodynamik, Ressourcenökologie und Strahlenphysik beträgt unverändert 272.100 g abgereichertes Uran. Es handelt sich um Abschirmmaterial (Abschirmbehälter).

In zwei weiteren Materialbilanzzonen des HZDR, W312 (Bezugscode DF0312CA; Institut für Ressourcenökologie) und W356 (Bezugscode DF0356CA; Strahlungsquelle ELBE), wird Kernmaterial für nichtnukleare Forschungszwecke genutzt. Beide Materialbilanzzonen sind aufgrund ihres geringen Kernmaterialinventars Teil der sogenannten Catch-all-Materialbilanzzone. Die in W312 und W356 verwendeten Kernmaterialien werden buchhalterisch nach der SSA Nr. 10 /SS10/ erfasst. In beiden Materialbilanzzonen erfolgten im Rahmen von Forschungsprojekten der Ein- und Ausgang von geringen Kernmaterialmengen im Gramm- bis Milligrammbereich.

In den Materialbilanzzonen des HZDR fanden 2019 keine Inspektionen durch Euratom oder die IAEA statt.

9.1.4 Sonstige Materialbilanzzone am FSR

Die Firma ATC Dr. Mann GmbH betrieb bis 2019 am FSR eine Anlage zur Regeneration von mit natürlichem Uran beladenen Ionenaustauscherharzen aus der Trinkwasseraufbereitung. Bei der Regeneration kommt es zu einer Aufkonzentration von Natururan, welches der Meldepflicht an Euratom unterliegt (Materialbilanzzone WATM).

Im Jahr 2019 wurden ca. 1,9 kg Natururan in ca. 1 m³ Eluat sowie ca. 11,5 kg Natururan in 5 m³ kontaminiertem, nicht (weiter) regenerierbarem Harz zur weiteren Verwendung abgegeben. Im Berichtszeitraum fanden keine Inspektionen durch Euratom oder die IAEA statt.

9.1.5 Berichterstattung

Die Berichterstattung gegenüber Euratom, dem SMUL sowie dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) erfolgt entsprechend den Vorgaben von /VO05/.

Folgende Berichte wurden für die jeweiligen Materialbilanzzonen bzw. Abfalllager am FSR erstellt und den Behörden übermittelt:

- monatliche Bestandsänderungsberichte
- Aufstellung des realen Bestandes und Materialbilanzbericht
- Jahresbericht über Ausfuhr/Versand von konditioniertem Abfall
- Jahresbericht über Einfuhren/Eingänge von konditioniertem Abfall
- Tätigkeitsrahmenprogramm für die meldepflichtigen Anlagen von VKTA, HZDR und ATC
- Aktualisierung der allgemeinen Beschreibung des Standorts (site declaration)

Den Vorständen von VKTA und HZDR wurde der Jahresbericht des Beauftragten für Kernmaterial 2019 vorgelegt /HA20a/.

9.2 Bestandsführung sonstiger radioaktiver Stoffe

Der Bestand sonstiger radioaktiver Stoffe am FSR (einschließlich HZDR- und VKTA-Genehmigungsbereiche im Felsenkeller) mit Halbwertszeiten > 100 d umfasste zum 31.12.2019 insgesamt 3231 Positionen, davon 2518 im HZDR, 711 im VKTA und 2 bei RRP /HA20b/, /HA20c/, /HA20d/.

Im Bestand sonstiger radioaktiver Stoffe am FSR nicht enthalten sind

- flüssige und feste radioaktive Abfälle bzw. Reststoffe
- aktivierte und kontaminierte Gegenstände und Anlagenteile sowie
- die Kernmaterialien der Materialbilanzonen WKGR (VKTA) und WVKR (HZDR).

Die Tabelle 9-2 zeigt den Bestand sonstiger radioaktiver Stoffe von HZDR, VKTA und RRP zum 31.12.2019 sowie die Ein- und Ausgänge von und an Dritte im Kalenderjahr 2019 (Angaben in Vielfachen der Freigrenze nach Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV).

Die Ein- und Ausgänge umfassen – im Unterschied zum Bestand – auch die radioaktiven Stoffe mit Halbwertszeiten < 100 d. Nicht erfasst sind in der Tabelle 9-2 zum einen Umlagerungen innerhalb des FSR und zum anderen kurzlebige radioaktive Stoffe, die im Zyklotron TR-FLEX des HZDR erzeugt und über das ZRT an Dritte abgegeben wurden.

Tabelle 9-2: Bestand und Bestandsänderung sonstiger radioaktiver Stoffe

Einrichtung	Aktivität in Vielfachen der Freigrenze gemäß Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 StrlSchV		
	Eingang 2019	Ausgang 2019	Bestand 31.12.2019
VKTA	9,9E+00	2,6E+00	2,0E+06
RRP	6,6E+02	4,3E+03	4,9E+02
HZDR	1,3E+06	7,0E+04	3,1E+07
davon: FKT	-	-	3,8E+01
FWD	-	-	1,2E+07
FWF	-	-	1,3E-01
FWH	-	-	3,7E-03
FWI	-	-	3,3E+01
FWK	2,9E+05	4,1E-04	1,7E+07
FWO	8,6E+03	8,5E+03	1,4E+06
FWP	9,9E+05	6,2E+04	2,7E+04

Mit dem Zyklotron TR-FLEX (Genehmigung B/2487/12/5) wurden 6,02E+13 Bq kurzlebige radioaktive Stoffe erzeugt (entspricht dem 3,74E+07-fachen der FG).

Am FSR wurden 2019 entsprechend § 89 Absatz 1 StrlSchV insgesamt 45 umschlossene radioaktive Quellen oberhalb der Freigrenze auf Dichtheit überprüft (HZDR: 22, VKTA: 23)

10 Projekte und Sonstiges

Mitarbeiter der Strahlenschutzorganisation des FSR wirkten im Berichtszeitraum an weiteren, verschiedensten Aufgaben mit:

Sicherstellung von Bereitschaftsdiensten

- Mitarbeit als Einsatzleiter vom Dienst
- Mitarbeit im Strahlenschutz-Einsatz- und Strahlenschutz-Bereitschaftsdienst

Umsetzung des neuen Strahlenschutzrechts

- Erarbeitung / Revision des zentralen Strahlenschutzregelwerkes des Forschungsstandortes im Zuge der neuen Strahlenschutzgesetzgebung
- Anpassung der freigaberelevanten Datenbanken mit umfangreichen strukturellen Eingriffen und Tests, da die neue Struktur der Freigabewerte teilweise abweichend im Vergleich zu den alten Freigabewerten ist; im Zusammenhang wurden im Zweig der Reststoffverfolgung Nutzerwünsche umgesetzt

Aus- und Weiterbildung sowie Öffentlichkeitsarbeit

- Organisation der Betreuung sowie Mitarbeit bei der Praxisausbildung der Studenten der Berufsakademie (BA) Riesa während ihrer Praxisphase im VKTA
- Betreuung einer Bachelorarbeit „Radionuklide in sächsischen Flusssystemen“
- Mitwirkung an der „Langen Nacht der Wissenschaften“
- Betreuung von Besuchern im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit
- Durchführung von Strahlenschutz-Praktika im Rahmen der Ausbildung von Physiklaboranten des HZDR
- Durchführung eines Praktikums zum Thema „Messung von Oberflächenkontaminationen“ für Mitarbeiter des HZDR/VKTA/RRP zur Qualifikation als freimessberechtigte Person für Freimessungen nach SSA Nr. 23 /SS23/
- Schulungen/Praktika für die Werkfeuerwehr

Interne Projekte

- Basierend auf dem zweiten Ringvergleich zwischen deutschen Freimessanlagen /JA18/ wurden Anfragen von Messtechnikherstellern hinsichtlich Fortführung bzw. Durchführung vergleichbarer Messungen bearbeitet, zu einer Ausführung kam es bislang nicht
- Die Vorbereitung der Ermöglichung eines Ringvergleichs zwischen schwedischen Freimessanlagen wurde wiederaufgenommen
- Fortsetzung von Bestrebungen zur Verbesserung der Methodik der Freimessanlagen, insbesondere der RTM644Inc; Kalibrierung der RTM642 geprüft, u. a. hinsichtlich des Verhaltens der Nachweiswahrscheinlichkeit bei schweren Gebinden und Strahlern mit relevanten Anteilen niederenergetischer Gammalinien; Untersuchungen zum Einfluss der Materialmatrix und des Füllgrades von Gebinden begonnen
- Unterstützung bei der QS der Fassmessplätze des VKTA sowie der LSN

Projekte für externe Auftraggeber

- Bildung und Verifizierung von Nuklidvektoren für ein Kernkraftwerk
- Freimessung und Bewertung von kontaminierten Anlagenteilen
- Messung und Bewertung von Laborabfällen und Lösungsmitteln
- Separierung und Bewertung von kontaminierten Anlagenteilen und Behältnissen
- Vorbereitung eines SSB-Fachkurses für eine Berufsakademie
- Begleitung des Betriebs der Anlage zur Regeneration uranhaltiger Ionenaustauscherharze aus der Trinkwasseraufbereitung für ATC: Kontaminationskontrollen; Vorbereitung der Entsorgung von bisher während des Betriebes der Anlage angefallenen brennbaren Abfällen entsprechend /SS23/; Freigabe nach Entscheidungsmessung durch In-situ-Spektrometrie beantragt und erteilt.

Akquise bzw. Vorbereitung von Forschungsprojekten:

- „Biologische Radionuklidentfernung durch Nutzung natürlicher Assoziationsprozesse“
- „Entwicklung einer Methodik zur Ermittlung und Bewertung von Kontaminationsverteilungen im Betonbaukörper kerntechnischer Anlagen während des Rückbaus“
- „Hochauflösende automatisierte Messung von Flächen und Objekten unter Einsatz einer Single Plane Compton Kamera“ (Arbeitstitel)
- „Qualifizierung von Messsonden für kleindimensionierte Öffnungen“ (Arbeitstitel)

11 Tätigkeit in Gremien

S. Ebert

Mitglied des Arbeitskreises Dosimetrie externer Strahlung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

Mitglied der European Radiation Dosimetry Group (EURADOS)

Mitglied im DIN-Ausschuss DIN-NA 062-07-63 AA „Radionuklidlaboratorien“

J. Herzig

Mitglied des Fachausschusses „Kerntechnische Sicherheitsbeauftragte“ des Kerntechnik Deutschland e. V.

S. Jansen

kooptiertes Mitglied im Vorstand der Sektion „Junge Generation“ und Mitglied im Vorstand der Sektion Ost der Kerntechnischen Gesellschaft e. V. (KTG) (stellvertretender Sprecher)

Mitglied im Sprecherrat des Kompetenzzentrums Kerntechnik Ost

Wahrnehmung der Mitgliedschaft des VKTA in der Deutschen Gesellschaft für zerstörungsfreie Prüfung e. V., Arbeitskreis Dresden

Dr. T. Jentsch

Mitglied im DIN-Ausschuss DIN-NA-152-04-02 AA „Durchfluss und Menge“

stellv. Obmann im DIN-Ausschuss DIN-NA 062-07-63 AA „Radionuklidlaboratorien“

Vorsitzender der Regionalgruppe „Europa“ und Vorsitzender der Arbeitsgruppe „Standardisierung“ der Internationalen Gesellschaft für Tracer- und Strahlungsanwendungen

M. Kaden

Stellvertretender Sekretär des Arbeitskreises Umweltüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

Mitglied im DIN-Ausschuss DIN-NA 062-07-63 AA „Radionuklidlaboratorien“

D. Löhnert

Mitglied des Arbeitskreises Inkorporationsüberwachung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

Mitglied der EURADOS - Working Group 7

D. Röllig

Mitglied des Arbeitskreises Dosimetrie externer Strahlung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V.

M. Starke

Mitglied der Deutschen Meteorologischen Gesellschaft e. V.

12 Bibliographie

12.1 Publikationen, Vorlesungen, Vorträge, Poster

Degering, D., Kaden, M., Köhler, M.:

„Analysis of Tritium on environmental levels in the area of Dresden, Germany“, 5th International Conference on Environmental Radioactivity (ENVIRA) 2019, 08.-13.09.2019 Praha

Degering, D., Kaden, M., Wendler, M.:

„Analysis of Tritium on environmental levels in the Underground laboratory Felsenkeller Dresden, Germany“, Low Radioactivity Techniques (LRT) Workshop 2019, Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), Spain, 19.-23.05.2019

Helbig, S., Gläser, L., Kaden, M.

„Studiengang Labor- und Verfahrenstechnik mit Studienrichtung Strahlentechnik als duales Studium“, StrahlenschutzPRAXIS 4/2019, TÜV Media, Köln, ISSN 0947- 434 X

Jansen, S.:

„Ringvergleiche zwischen deutschen Freimessanlagen – Ergebnisse und zukünftiger Bedarf im Hinblick auf externe Qualitätssicherung“, KONTEC 2019, 27. - 29.03.2019 Dresden

Jansen, S.:

„Sicht auf das Unsichtbare - Radioaktivität in Mensch und Umwelt“; Jahrestagung Kerntechnik, Berlin, 08.05.2019

Jansen, S.:

„Freimessung und Freigabe unter Berücksichtigung von Aktivierungsprodukten bzw. Verunreinigungen“; Das neue Strahlenschutzrecht - Schwerpunkt: Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen (Nuklearmedizin), Dresden, 29.11.2019

Jansen, S.:

„Freigabe am Forschungsstandort Rossendorf: Entscheidungen im Einzelfall“; Freigabesymposium TÜV Nord, Hamburg, 04.-06.11.2019

Jansen, S.:

„Freimessung, Herausbringen und Plausibilität“, Strahlenschutz-Messpraktikum VKTA, Dresden, 12.03.2019

Kaden, M.:

„Schadstoffausbreitung und Radioökologie“, Vorlesung Staatliche Studienakademie Riesa, Sommersemester 2019

Kaden, M., Degering, D.

„Tritium in der Umwelt“, StrahlenschutzPRAXIS 2/2019, TÜV Media, Köln, ISSN 0947- 434 X

Knappik, R., Geyer, K., Graetz, C., Jansen, S.:

„Stilllegung und Rückbau des Rossendorfer Forschungsreaktors – Teil 1: Objektbeschreibung, Genehmigungsverfahren, Ausgangssituation, Planungskonzept und Meilensteine“, atw Vol. 64 (2019), Issue 11/12

Walter, M., Starke, M.

„Einführung des Lagrange-Partikel-Modells für die Ausbreitungsrechnung am Forschungsstandort Rossendorf“, Vortrag Fachgespräch „Kontrolle der Eigenüberwachung radioaktiver Emissionen“, Neuherberg 2019

Wendler, M., Bartel, S., Degering, D., Kaden, M.:

„Radioactivity in Saxon Rivers - Concentrations of H-3, Pb-210, Ra-226 and Ra-228 in Saxony, Germany“, 5th International Conference on Environmental Radioactivity (ENVIRA) 2019, 08. - 13.09.2019 Praha

12.2 Arbeitsberichte

Ebert, S.

„Ergebnisse der Ortsdosimetrie in der Umgebungsüberwachung 2017/2018“, KS-07/2019, 09.01.2019

Ebert, S.

„Ergebnisse der Ortsdosimetrie in der Umgebungsüberwachung 2018/2019“, KS-48/2019, 06.12.2019

Graetz, C.

„Genehmigungskonzeption für:

- Rückbaukomplex 1: Stilllegung des Rossendorfer Forschungsreaktors RFR
- Rückbaukomplex 3: SpezKan
- Entsorgungs- und sonstige Dienstleistungen“,

Arbeitsbericht KS-08/2019 vom 14.01.2019

Graetz, C.

„Liste der atom- und strahlenschutzrechtlichen Genehmigungen im Entscheidungsbereich des VKTA, Arbeitsbericht KS-35/2019 vom 20.09.2019

Hauptmann, J.

„Jahresbericht des Beauftragten für Kernmaterial 2018“, Arbeitsbericht KS-01/2019 vom 17.01.2019

Hauptmann, J.

„Bilanz radioaktiver Stoffe 2018 im VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.“, Arbeitsbericht KS-02/2019 vom 30.01.2019

Hauptmann, J.

„Bilanz radioaktiver Stoffe 2018 im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V.“, Arbeitsbericht KS-03/2019 vom 30.01.2019

Hauptmann, J.

„Bilanz radioaktiver Stoffe 2018 für die Genehmigung 4661.20 HZDR 01“, Arbeitsbericht KS-04/2019 vom 30.01.2019

Hauptmann, J.

„Ergänzung Nr. 1 zur technischen Beschreibung der grundlegenden technischen Merkmale für die Materialbilanzzone WKGR vom 19.03.2018“, Arbeitsbericht KS-15/2019 vom 12.03.2019

Jahn, A.

„Messbericht Bestrahlungsanlage Gebäude 890 Raum 012“, Arbeitsbericht KS-51/2019 vom 30.10.2019

Jansen, S.

„Globalfoundries: Radiologische Messungen in Labors“, Arbeitsbericht KS-09/2019 vom 17.01.2019

Jansen, S.

„Jahresbericht Dichtheitsprüfstelle 2019“, Arbeitsbericht KS-05/2020 vom 09.01.2020

Jansen, S.

„Tätigkeitsbericht des Freigabe-Strahlenschutzbeauftragten“, Arbeitsbericht KS-17/2019 vom 07.03.2019

Kaden, M.

„Konzept zur Überwachung auf Radon an Arbeitsplätzen am Forschungsstandort Rossendorf und in den Außenstellen von HZDR und VKTA“, Arbeitsbericht KS-50/2019 vom 23.12.2019

Löhnert, D.:

„Jahresbericht Inkorporationsmessstelle im VKTA 2018“, KS-24/2019, 07/2019

Naumann, B.; Kösterke, I.

„Tätigkeit der Dichtheitsprüfstelle des Helmholtz-Zentrums Dresden – Rossendorf im Jahr 2018“, HZDR-Bericht vom 30.01.2019

Starke, M.

„Berechnung der Exposition für den bestimmungsgemäßen Betrieb und im Störfall; Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung (ZRT), 3. Revision“, Arbeitsbericht KS-28/2019 vom 30.08.2019

Starke, M.

„Bericht zum Vorkommnis vom 21.03.2019 am ZRT; Arbeitsbericht KS-19/2019 vom 30.04.2019

Starke, M.

„Ermittlung der Exposition durch Ableitung von H-3 mit der Fortluft bei der Forschungsstelle Leipzig des HZDR; Arbeitsbericht KS-39/2019 vom 25.10.2019

Walter, M.

„Bilanzierung der Radionuklidgruppen Gas und Iod für das Zentrum für radiopharmazeutische Grundlagenforschung mittels kontinuierlicher Messung“; Arbeitsbericht KS-26/2019 vom 26.06.2019

Walter, M.

„Luftaktivierung beim Betrieb des Zyklotrons TR-FLEX im Zentrum für Radiopharmazeutische Turmforschung des HZDR“; Arbeitsbericht KS-29/2019 vom 26.08.2019

Walter, M.

„Herleitung Kalibrierfaktor Xe-123 für Beta-Gasmonitor“; Arbeitsbericht KS-47/2019 vom 27.09.2019

Walter, M.

„Spezielle Strahlenschutzanweisung gemäß § 45 StrlSchV zum Umgang mit und Transport von radioaktiven Stoffen am Forschungsstandort Rossendorf zur Strahlenschutzüberwachung von Personen und der Umgebung sowie zum Betrieb der zugehörigen Labors und der Strahlenschutzmesstechnik“, Revision 4, KS-Arbeitsbericht 41/2019 vom 29.11.2019

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Zentrale Strahlenschutzanweisungen am FSR; Stand 12/2019	9
Tabelle 2-2:	Genehmigungen und Bescheide des HZDR, Stand 31.12.2019	10
Tabelle 2-3:	Genehmigungen und Bescheide des VKTA, Stand 31.12.2019	10
Tabelle 2-4:	Zentrale Strahlenschutzanweisungen am FSR (Überarbeitung)	11
Tabelle 3-1:	Anzahl überwachter Personen und Zusammenfassung der Ergebnisse der äußeren (Gamma- und Neutronenstrahlung) und inneren Exposition im Jahr 2019	15
Tabelle 3-2:	Verteilung der Ganzkörperexposition (Summe aus Photonen- und Neutronenanteil) im HZDR, VKTA und RRP im Jahr 2019	17
Tabelle 3-3:	Exposition der Hände im Jahr 2019	18
Tabelle 3-4:	Messverfahren der Inkorporationsüberwachung	19
Tabelle 3-5:	Überblick über die Ringversuche im Jahr 2019	19
Tabelle 3-6:	Ergebnisse der Direktmessungen im Jahr 2019	20
Tabelle 3-7:	Nuklidspezifische Ergebnisse der Direktmessungen im Jahr 2019	20
Tabelle 3-8:	Ergebnisse der Ausscheidungsanalysen im Jahr 2019	21
Tabelle 4-1:	Überwachungstechnologien für die Radionuklidgruppen	25
Tabelle 4-2:	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, HZDR-Emittenten	26
Tabelle 4-3:	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, VKTA-Emittenten	27
Tabelle 4-4:	Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft 2019, Dritte am FSR	27
Tabelle 4-5:	Abwasser-Entscheidungsmessungen im Jahr 2019	28
Tabelle 4-6:	Ableitung radioaktiver Stoffe mit Abwasser im Jahr 2019	29
Tabelle 4-7:	Ableitung radioaktiver Stoffe mit Wasser vom FSR (2015 bis 2019)	30
Tabelle 4-8:	Exposition infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2019 - Personen in der Umgebung	34
Tabelle 4-9:	Exposition infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im Jahr 2019 - Personen am FSR	35
Tabelle 4-10:	Ergebnisse der Umgebungsdosimetrie für den Überwachungszeitraum	37
Tabelle 4-11:	Analysen von Boden und Bewuchs im Jahr 2019	40
Tabelle 4-12:	Analysen von Sedimentproben im Jahr 2019	42
Tabelle 4-13:	Grundwasseranalysen am FSR im Jahr 2019	42
Tabelle 4-14:	Ergebnisse der In-situ- γ -Spektrometrie im Jahr 2019	44
Tabelle 4-15:	Analysenumfang im Kalenderjahr 2019	45
Tabelle 5-1:	Gerätegruppen der Strahlenschutzmesstechnik am FSR, Übersicht	46
Tabelle 5-2:	Bestand an Strahlenschutzmesstechnik im HZDR/VKTA sowie bei externen Kunden, Stand 12/2019	47
Tabelle 7-1:	Thematische Zuordnung von Empfehlungen/ Beanstandungen	55
Tabelle 8-1:	Im Jahr 2019 freigegebene Stoffe, nach Genehmigungen	57
Tabelle 8-2:	Im Jahr 2019 freigegebene Stoffe, nach Freigabeentscheidungen	58
Tabelle 9-1:	Kernmaterialbestand im VKTA (Materialbilanzzone WKGR) am 31.12.2019	60
Tabelle 9-2:	Bestand und Bestandsänderung sonstiger radioaktiver Stoffe	62

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	HZDR-Strahlenschutzorganigramm, Stand 06/2020	7
Abbildung 2-2:	VKTA-Strahlenschutzorganigramm, Stand 06/2020.....	8
Abbildung 3-1:	Höchste Individualdosis durch äußere, innere sowie kombinierte Exposition in den Jahren 2015 bis 2019	16
Abbildung 3-2:	Summe der Individualdosen durch äußere und innere Exposition in den Jahren 2015 bis 2019	16
Abbildung 4-1:	Strahlenschutzumgebungsüberwachung; Emittenten, Mess- und FSR.....	24
Abbildung 4-2:	Windrichtungsverteilung; Messhöhe 45 m	31
Abbildung 4-3:	Niederschlagswindrose; Messhöhe 45 m für Windrichtung	32
Abbildung 4-4:	Temperatur und Niederschlag; Verlauf der letzten 10 Jahre	32
Abbildung 4-5:	Ausschöpfung des Grenzwertes für die effektive Dosis (Fortluftpfad, 2015 bis 2019).....	35
Abbildung 4-6:	Ortsdosiswerte am FSR-Zaun	37
Abbildung 4-7:	Verlauf der γ -ODL an ausgewählten Messpunkten des FSR	39

Abkürzungsverzeichnis

AEiS	Anlage zur Erzeugung ionisierender Strahlen
AMS	accelerator mass spectrometry
AFA	Auffanganlage
ATC	ATC Dr. Mann GmbH
AtG	Atomgesetz
BA	Berufsakademie
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BfUL	Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft
BLF	Beschleuniger im Felsenkeller
DRACO	Dresden laser acceleration source
EG	Erkennungsgrenze
EKR	Einrichtung zur Entsorgung von Kernmaterial Rossendorf des VKTA
ELBE	Elektronenbeschleuniger mit hoher Brillanz und niedriger Emittanz
ESR	Einrichtung zur Behandlung schwachradioaktiver Abfälle Rossendorf des VKTA
EPOS	ELBE Positron Source
EURADOS	European Radiation Dosimetry Group
Euratom	Europäische Atomgemeinschaft
FELBE	Freie-Elektronen Laser an ELBE
FKT	Zentralabteilung Technischer Service des HZDR
FKTS	Abteilung Sicherheit, Strahlenschutz des HZDR
FM	Feuchtmasse
FSL	Forschungsstelle Leipzig des HZDR
FSR	Forschungsstandort Rossendorf
FWD	Institut für Fluidodynamik des HZDR
FWF	Zentralabteilung Forschungstechnik des HZDR
FWG	Helmholtz-Institut Freiberg für Ressourcentechnologie des HZDR
FWH	Institut Hochfeld-Magnetlabor Dresden des HZDR
FWI	Institut für Ionenstrahlphysik und Materialforschung des HZDR
FWK	Institut für Strahlenphysik des HZDR
FWO	Institut für Ressourcenökologie des HZDR
FWP	Institut für Radiopharmazeutische Krebsforschung des HZDR
Geb.	Gebäude
GK	Ganzkörper
HECToR	High Energy Computed Tomography Scanner Rossendorf
HZDR	Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V.
IAEA	International Atomic Energy Agency
IBS	Inbetriebsetzung
ICP-MS	inductively coupled plasma mass spectrometry
IMC	Immissionsmessstation
K	Vorstand des VKTA
KA	Fachbereich Umwelt- und Radionuklidanalytik des VKTA
KB	Kontrollbereich

KR	Fachbereich Rückbau und Entsorgung des VKTA
KS	Fachbereich Strahlenschutz des VKTA
KSB	Abteilung Betrieblicher Strahlen- und Umweltschutz im Fachbereich KS des VKTA
KSI	Abteilung Personendosimetrie / Inkorporationsmessstelle im Fachbereich KS des VKTA
KSS	Abteilung Anlagen- und Umweltüberwachung im Fachbereich KS des VKTA
KTG	Kerntechnische Gesellschaft e. V.
LARA	Laborabwasserreinigungsanlage
LAURA	Labor für Umwelt- und Radionuklidanalytik des VKTA
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LPS	Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung des Landes Mecklenburg-Vorpommern in Berlin, Personendosismessstelle
LSC	Liquid Scintillation Counter
LSN	Landessammelstelle des Freistaates Sachsen für radioaktive Abfälle des VKTA
n.n.	nicht nachgewiesen
NAD	nichtamtliches Personendosimeter
nELBE	Neutronen-Experimentiereinrichtung an ELBE
NWG	Nachweisgrenze
ODL	Ortsdosisleistung
OncoRay	Nationales Zentrum für Strahlenforschung in der Onkologie
OSL	Optisch stimulierte Lumineszenz
OW	Oberflächenwasser
PET	Positronen-Emissions-Tomographie
PIV	Physical Inventory Verification
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
QS	Qualitätssicherung
RCL	Radiochemisches Laborgebäude
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
REM	Rasterelektronenmikroskop
REMSY	Radiological Environmental Monitoring SYstem
RFR	Rosendorfer Forschungsreaktor
ROFEX	ROssendorf Fast Electron beam X-ray tomograph
RRP	ROTOP Radiopharmacy GmbH
SD	Schilddrüse
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
SODAR	Sonic Detecting And Ranging
SSA	Strahlenschutzanweisung
SSB	Strahlenschutzbeauftragter
SSBV	Strahlenschutzbevollmächtigter
SSI	Strahlenschutzingenieur
SSIS	Strahlenschutz-Informationssystem
SSV	Strahlenschutzverantwortlicher
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung

Abkürzungsverzeichnis

TELBE	Terahertz-Nutzeranlage am ELBE
TLD	Thermolumineszenz-Dosimeter
TM	Trockenmasse
TOPFLOW	Transient Two Phase FlowTest Facility
VKTA	VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
WKP	Wiederkehrende Prüfungen
ZLR	Zwischenlager Rossendorf des VKTA
ZRT	Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung des HZDR

Literaturverzeichnis

- /AV12/ Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 47 der Strahlenschutzverordnung (Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus Anlagen oder Einrichtungen) vom 28.08.2012, BAnz AT 05.09.2012 B1
- /AV16/ Arbeitsvorschrift AV EXPO - Normalbetrieb; „Bestimmung der Strahlenexposition in der Umgebung infolge Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb, Programmsystem ROEXPO“ vom 05.09.2016
- /EB19/ Ebert, S.; „Ergebnisse der Ortsdosimetrie in der Umgebungsüberwachung 2018/2019“, Rossendorf, Arbeitsbericht KS-48/2019 vom 06.12.2019
- /FB05/ Bescheid 4682.75 VKTA 01 zur Freigabe radioaktiver Stoffe, beweglicher Gegenstände, Gebäude, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteile, die aktiviert oder kontaminiert sind und aus Tätigkeiten stammen; Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft vom 08.12.2005
- /HA17/ Hauptmann, J.; Checkliste zur umfassenden Kernmaterialinventur, Arbeitsbericht KS-22/2017 vom 08.05.2017, Roteintrag zuletzt vom 04.05.2018
- /HA20a/ Hauptmann, J.; Jahresbericht des Beauftragten für Kernmaterial 2019, Arbeitsbericht KS-01/2020 vom 20.01.2020
- /HA20b/ Hauptmann, J.; Bilanz radioaktiver Stoffe 2019 im VKTA – Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V., Arbeitsbericht KS-02/2020 vom 03.02.2020
- /HA20c/ Hauptmann, J.; Bilanz radioaktiver Stoffe 2019 im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V., Arbeitsbericht KS-03/2020 vom 03.02.2020
- /HA20d/ Hauptmann, J.; Bilanz radioaktiver Stoffe 2019 für die Genehmigung O/2968/18/2 der ROTOP Radiopharmacy GmbH, Arbeitsbericht KS-08/2020 vom 30.01.2020
- /JA15a/ Jansen, S.; Durchführung einer zur Vorbereitung der Kernmaterialentsorgung notwendigen umfassenden Kernmaterialinventur, Arbeitsbericht KS 31/2015 vom 05.10.2015
- /JA18/ Jansen, S.; Zweiter Ringvergleich zwischen ausgewählten deutschen Freimessanlagen als Werkzeug der externen Qualitätssicherung, Arbeitsbericht KS-31a/2018 vom 18.09.2018
- /K806/ Sicherheitstechnische Regel des KTA - KTA 1508, Instrumentierung zur Ermittlung der Ausbreitung radioaktiver Stoffe in der Atmosphäre, Fassung 11/2006
- /KO17/ Kosten- und Benutzungsordnung der Inkorporationsmessstelle des VKTA, Stand: 01.07.2017
- /MB16a/ Methodenbeschreibung MB Abwasser-Bilanz - Überwachung kontaminationsverdächtiger Abwässer - Bilanz - vom 14.07.2016
- /MB16b/ Methodenbeschreibung MB Abwasser-Entscheid - Überwachung kontaminationsverdächtiger Abwässer - Entscheid zur Ableitung vom 14.07.2016

- /PF18/ Überwachungsprogramm Fortluft-Emissionsüberwachung am Forschungsstandort Rossendorf - Obergrenzen für die Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft und Methoden der Überwachung, Revision 8, Arbeitsbericht KS-18/2018 vom 21.03.2018, in Kraft gesetzt am 01.07.2018
- /PI17/ Überwachungsprogramm - Immissionsüberwachung des Forschungsstandortes Rossendorf im „Bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlagen“ sowie im „Störfall/Unfall“, Revision 3, Arbeitsbericht KS-27/2017 vom 15.05.2017, in Kraft gesetzt am 01.01.2018
- /PQM16/ Röllig, D.: Qualitätssicherungsprogramm Strahlenschutzmesstechnik am Forschungsstandort Rossendorf, Revision 2, Arbeitsbericht KS-13/2016 vom 29.02.2016, in Kraft gesetzt am 18.04.2016
- /PQS16/ Qualitätssicherungsprogramm zur Strahlenschutz-Umgebungs-überwachung am Forschungsstandort Rossendorf, Revision 3, Arbeitsbericht KS-22/2016 vom 07.10.2016, in Kraft gesetzt am 01.02.2017
- /PW16/ Überwachungsprogramm Abwasser - Emissionsüberwachung am Forschungsstandort Rossendorf; Revision 3 vom 30.09.2016, in Kraft gesetzt am 01.01.2017
- /RE06/ Richtlinie für Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) vom 07.12.2005; GMBI. Nr. 14-17, S.254, 23.03.2006
- /RI07/ Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen, Teil 2: Ermittlung der Körperdosis bei innerer Strahlenexposition (Inkorporationsüberwachung) (§§ 40, 41 und 42 StrlSchV), Rundschreiben vom 12.01.2007 RSII 3- 15530/1 (GMBI 2007, S. 623) BfS-SCHR-43/07
- /SG17/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 1966 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert durch Artikel 36 des Gesetzes vom 28. April 2020 (BGBl. I S. 960)
- /SM11/ Bescheid des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft vom 06.02.2011 zum Antrag des SSBV des FZD und des VKTA vom 09.07.2010
- /SS01/ Strahlenschutzanweisung Nr. 1: Aufgabenzuweisung und Zuständigkeitsabgrenzung im Strahlenschutz, Revision 4 vom 09.10.2012, in Kraft gesetzt 15.10.2012
- /SS10/ Strahlenschutzanweisung Nr. 10: Bestellung, Anlieferung, Übernahme, Abgabe, Versand, Nachweisführung radioaktiver Stoffe und Prüfung umschlossener radioaktiver Stoffe; Revision 7 vom 21.03.2016, in Kraft gesetzt am 27.05.2016
- /SS12/ Strahlenschutzanweisung Nr. 12: Beschäftigung von Mitarbeitern des HZDR/VKTA in fremden Anlagen oder Einrichtungen; Revision 4 vom 21.08.2017, in Kraft gesetzt am 08.01.2018
- /SS14/ Strahlenschutzanweisung Nr. 14: zur Verwendung von Strahlenschutzkleidung, Schuhwerk und Handtüchern sowie der speziellen persönlichen Schutzausrüstung in Strahlenschutzbereichen; Revision 2 vom 26.11.2001, in Kraft gesetzt am 02.01.2002

- /SS16/ Strahlenschutzanweisung Nr. 16: Personendosimetrische Überwachung von Mitarbeitern auf externe Exposition in Strahlenschutzbereichen; Revision 6 vom 27.05.2009, in Kraft gesetzt am 11.11.2009
- /SS17/ Strahlenschutzanweisung Nr. 17: Umgang mit radioaktiven Stoffen unterhalb der Freigrenze in einem Entscheidungsbereich; Revision 2 vom 30.11.2001, in Kraft gesetzt am 02.01.2002
- /SS18/ Strahlenschutzanweisung Nr. 18: Innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe; Revision 4 vom 07.11.2016, in Kraft gesetzt am 06.02.2017
- /SS19/ Strahlenschutzanweisung Nr. 19: Beschaffung und Qualitätssicherung von Strahlenschutzmesstechnik; Revision 3 vom 14.03.2013, in Kraft gesetzt am 04.07.2013
- /SS20/ Strahlenschutzanweisung Nr. 20: Inkorporationsüberwachung; Revision 4 vom 21.09.2011, in Kraft gesetzt am 17.01.2012
- /SS22/ Strahlenschutzanweisung Nr. 22: Einhaltung der Dosisleistungsrichtwerte an Grenzen von Strahlenschutzbereichen des FSR; Revision 1 vom 22.11.2001, in Kraft gesetzt am 02.01.2002
- /SS23/ Strahlenschutzanweisung Nr. 23: Freigabe von Stoffen mit geringfügiger Aktivität; Revision 14 vom 18.06.2013, in Kraft gesetzt am 04.11.2013, letzte Aktualisierung durch Roteintrag am 27.04.2020
- /SS24/ Strahlenschutzanweisung Nr. 24: Zutritt zu und Aufenthalt in Strahlenschutzbereichen am Forschungsstandort Rossendorf für Externe; Revision 4 vom 16.01.2017, in Kraft gesetzt am 05.12.2017
- /SS26/ Strahlenschutzanweisung Nr. 26: Meldepflichtige Ereignisse; Revision 4 vom 24.08.2010, in Kraft gesetzt am 20.01.2011 mit Roteintrag vom 28.02.2012
- /SS27/ Strahlenschutzanweisung Nr. 27: Hautkontaminationskontrolle beim Verlassen von Strahlenschutzbereichen; Revision 1 vom 01.12.2001, in Kraft gesetzt am 02.01.2002
- /SS29/ Strahlenschutzanweisung Nr. 29: Aktualisierung der Listen der sonst tätigen Personen im Geltungsbereich einer Genehmigung; vom 29.09.2003, in Kraft gesetzt am 01.10.2003
- /SS30/ Strahlenschutzanweisung Nr. 30: Verfahrensweise zur Bestimmung der jährlichen Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Fortluft im bestimmungsgemäßen Betrieb, Revision 3 vom 23.05.2014, in Kraft gesetzt am 01.10.2014
- /SS31/ Strahlenschutzanweisung Nr. 31: Zutritt von Schwangeren und Stillenden zu Strahlenschutzbereichen und Unterweisungen zur Mitteilung von Schwangerschaft und Stillzeit, Revision 1 vom 11.05.2016, in Kraft gesetzt am 26.07.2016
- /ST19/ Starke, M. „Berechnung der Exposition für den bestimmungsgemäßen Betrieb und im Störfall; Zentrum für Radiopharmazeutische Tumorforschung (ZRT), 3. Revision“; Arbeitsbericht KS-28/2019 vom 30.08.2019

- /SV01/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) in der Fassung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714, 2002); zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27.01.2017 (BGBl. I S. 114)
- /SV18/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) in der Fassung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036) – die durch Artikel 1 der Verordnung vom 27. März 2020 (BGBl. IS. 748) geändert worden ist, ersetzt V 751-1-8 vom 20.07.2001 I 1714; 2002 I 1459 (StrlSchV 2001)
- /VO05/ Verordnung (Euratom) Nr. 302/2005 DER KOMMISSION vom 8. Februar 2005 über die Anwendung der Euratom-Sicherungsmaßnahmen, zuletzt geändert durch Verordnung (Euratom) Nr. 519/2013 der Kommission vom 21.02.2013
- /ZA01/ Zusammenarbeitsvereinbarung Nr. 1 zwischen dem Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V. (HZDR) und dem VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V. betreffend die Gewährleistung des Strahlenschutzes, 19.03.2020

Die Erstellung des vorliegenden Jahresberichtes 2019 zum Strahlenschutz am Forschungsstandort Rossendorf wäre ohne die Mitwirkung der Mitarbeiter des Fachbereiches Strahlenschutz im VKTA sowie der Abteilung Sicherheit, Strahlenschutz des HZDR nicht möglich gewesen.

Als Redakteur möchte ich allen Beteiligten ganz herzlich danken, insbesondere auch Frau C. Graetz, Frau G. Sauerbrey und Herrn Dr. D. Schlösser für die kritische Prüfung, Hinweise und Anregungen sowie Frau J. Klötzer für die organisatorische Mitwirkung.

Michael Kaden

Autoren:

Kapitel 1, 10 bis 12	M. Kaden
Kapitel 2	C. Graetz, M. Kaden, G. Sauerbrey
Kapitel 3	S. Ebert, A. Hauptmann, H. Kasper, D. Löhnert, T. Mertke, S. Scholz
Kapitel 4	S. Bartel, B. Bauer, M. Kottwitz, N. Muschter, J. Scheibke, M. Starke, M. Walter
Kapitel 5	R. Loik, D. Röllig, M. Wendler
Kapitel 6	C. Bischoff, E. Dräger, T. Jentsch, B. Naumann
Kapitel 7	S. Gatermann, J. Hauptmann, J. Herzig, S. Jansen, U. Maucksch
Kapitel 8	S. Jansen
Kapitel 9	J. Hauptmann

VKTA - Strahlenschutz, Analytik & Entsorgung Rossendorf e. V.
www.vkta.de

Helmholtz-Zentrum Dresden - Rossendorf e. V.
www.hzdr.de

Forschungsstandort Rossendorf, Bautzner Landstraße 400, 01328 Dresden