

Konzept zur radiologischen und stofflichen Charakterisierung

Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn

EB-FRG/HL/RDB-OH-12

Helmholtz-Zentrum hereon GmbH
Zentralabteilung Forschungsreaktor
Max-Planck-Straße 1
21502 Geesthacht

Datum: 31. August 2021

Revision: 1

	Erstellt	Geprüft	Freigegeben
Firma	ISE	Hereon	Hereon
Name	██████	██████	██████████
Unterschrift	████████████████████	████████████████████	████████████████████

Änderungsverzeichnis

Revision	Datum	Änderungsgrund
0	25.01.2019	Erstellung
1	31.08.2021	Überarbeitung aufgrund der Prüfanmerkungen des Sachverständigen und der Genehmigungsbehörde vom 23.04.2021. Redaktionelle Überarbeitung.

Dieser Bericht wurde in Zusammenarbeit mit der Firma

**ISE Ingenieurgesellschaft für
Stilllegung und Entsorgung mbH**
Carl-Zeiss-Straße 41
63322 Rödermark



erstellt.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	4
Begriffsbestimmungen	7
1 Einleitung	13
1.1 Erfordernisse	14
1.2 Anwendungsbereich	14
1.3 Gesetzliche Anforderungen	15
2 Zielsetzung	17
2.1 Zeitlicher Ablauf	18
2.2 Fortschreibung der Datenbasis	18
3 Radiologische Charakterisierung	19
3.1 Sichtung und Bewertung vorhandener radiologischer Daten	20
3.2 Probenahmeplan	21
3.2.1 Einteilung in Abbau- bzw. Zerlegeabschnitte	22
3.2.2 Festlegen der Probenahme-Parameter	23
3.3 Messung und Probenahme	23
3.3.1 Dosisleistungsmessungen	24
3.3.2 Wischtest	25
3.3.3 Gammaskopimetrische In-situ-Messungen	26
3.3.4 Probenahme und deren Analyse	27
3.4 Zusammenfassung und Bewertung radiologischer Daten	29
3.5 Dokumentation	31
3.6 Planung der Entsorgungsziele	31
4 Stoffliche Charakterisierung von Schadstoffen	33
4.1 Sichtung und Bewertung vorhandener Daten	34
4.2 Probenahmeplan	35
4.3 Probenahme	36
4.4 Probenanalyse	37
4.5 Zusammenfassung und Bewertung der stofflichen Daten	37
4.6 Dokumentation	38
4.7 Planung der Entsorgungsziele	38
5 Stoffliche Charakterisierung von radioaktiven Abfällen	39
5.1 Sichtung der vorhandenen Dokumentation	39
5.2 Erstellung eines Probenahmeplans	40
5.3 Durchführung der Probenahme	40
5.4 Probenanalyse	40
5.5 Bewertung und Dokumentation	40
6 Schutzmaßnahmen	41
6.1 Arbeitssicherheit	41
6.2 Strahlenschutz	41
Literatur und verwendete Gesetze	43

Abkürzungsverzeichnis

ABl.	Amtsblatt der Europäischen Union
Abs.	Absatz
AKI	Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung
AltholzV	Altholzverordnung
ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtlichen Verfahrensverordnung
BAnz	Bundesanzeiger
BaustellV	Baustellenverordnung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BGE	Bundesgesellschaft für Endlagerung
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
ChemG	Chemikaliengesetz
ChemVerbotsV	Chemikalien-Verbotsverordnung
CLP	Classification, Labelling and Packaging of Chemicals, EU-Chemikalienverordnung
DepV	Deponieverordnung
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
EG	Europäische Gemeinschaft
ElektroG	Elektro- und Elektronikgerätegesetz

etc.	et cetera
e.V.	Eingetragener Verein
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft
FRG	Forschungsreaktoranlage Geesthacht
FRG-1	Forschungsreaktor-1
FRG-2	Forschungsreaktor-2
GefStoffV	Gefahrstoffverordnung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
GVOBl.	Gesetz- und Verordnungsblatt
HAKONA	Halle zu Komponenten Nachuntersuchung
Hereon	Helmholtz-Zentrum hereon GmbH
HL	Heißes Labor
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
ISO	Internationale Organisation für Normung
IWRS II	Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen.
KMF	Künstliche Mineralfasern
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
LBO SH	Landesbauordnung Schleswig-Holstein
mSv	Millisievert, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen
Nr.	Nummer
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCBAbfallV	PCB/PCT Abfallverordnung
PCP	Pentachlorphenol
PCT	polychlorierter Terphenyle

pH	Maß für die Aktivität von Protonen einer wässrigen Lösung (Säuregrad)
RDB-OH	Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (EU-Chemikalienverordnung)
Rev.	Revision
S.	Seite
Schl.-H.	Schleswig-Holstein
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TBH	Transportbereitstellungshalle
TRGS	Technische Regeln für Gefahrstoffe
u. a.	unter anderem
usw.	und so weiter
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
z. B.	zum Beispiel

Begriffsbestimmungen

Abbau	Der Abbau einer kerntechnischen Anlage oder von Anlagenteilen umfasst die Beseitigung von Strukturen (Gebäuden, Systemen, Komponenten), die Regelungsgegenstand der Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der Anlage nach § 7 Abs. 1 AtG waren oder entsprechend zu bewerten sind /13/.
Abfall, radioaktiv	Alle gasförmigen, flüssigen oder festen radioaktiven Stoffe, für die keine weitere Verwendung vorgesehen ist und die als radioaktive Abfälle nach den Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Kontrolle durch eine Aufsichtsbehörde unterliegen, wenn die Werte der spezifischen Aktivität der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 3 und der Aktivität der Anlage 4 Tabelle 1 Spalte 2 der StrlSchV überschritten werden. Ausgenommen sind Ableitungen im Sinne des § 99 StrlSchV.
Ableitung	Abgabe flüssiger, aerosolgebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus der Anlage und den Einrichtungen der FRG, des HL und der Zerlegehalle des RDB-OH auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Abriss	Bezeichnet im konventionellen Bauwesen das komplette oder teilweise Zerstören und Entsorgen von Bauwerken aller Art.
Abschnitt	Teile von Gebäuden oder Systemen, die vergleichbare Eigenschaften bezüglich Radiologie oder Gefahrstoffe aufweisen.
Aktivierung	Vorgang, bei dem ein Material durch Beschuss mit Neutronen, Protonen oder anderen Teilchen radioaktiv wird.
Aktivität	Zahl der je Sekunde in einer radioaktiven Substanz zerfallenden Atomkerne. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq).

Bearbeitung	Maßnahmen an radioaktiven Reststoffen, z. B. Zerlegung, Sortierung, Sammlung, Dekontamination.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Zementieren und Trocknen der Abfallprodukte).
Bodenbereiche	Oberfläche des Bodens von Gebäuden, in Abgrenzung zu Bodenflächen (außerhalb von Gebäuden).
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Demontage	Durch ein Vorhaben, Teilvorhaben oder Arbeitspaket begrenzter Abbau von Systemen/Teilsystemen und Anlagenteilen.
Endlager	Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Entlassung	Kurzform für „Entlassung radioaktiver Reststoffe, Gebäude und Bodenflächen aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes“ bzw. „Entlassung aus der atomrechtlichen Überwachung“.
Entsorgungsziel	Vorläufige Festlegung des Entsorgungsweges für Reststoffe: <ul style="list-style-type: none">• Herausgabe (nicht radioaktiver Stoffe)• Nutzung durch andere Genehmigungsinhaber• Freigabeverfahren /12/• radioaktiver Abfall.
Forschungsreaktoranlage	Die Forschungsreaktoranlage (FRG) besteht aus dem FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2.

Freigabe	<p>Die Freigabe ist ein Verwaltungsakt, der die Entlassung aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung radioaktiver Stoffe, die aus Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 1 in Verbindung mit § 5 Absatz 39 Nummer 1 oder 2, oder aus Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 3 Nummer 3 bis 7 des Strahlenschutzgesetzes stammen, sowie von beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen (Gegenstände), die aufgrund dieser Tätigkeiten aktiviert oder mit solchen radioaktiven Stoffen kontaminiert sind, zum Zweck hat.</p>
Freigabeverfahren	<p>Gesamtheit aller Verfahrens- und Prüfschritte, die zur Entlassung von Stoffen aus dem Regelungsbereich des Atomgesetzes und/ oder der Strahlenschutzverordnung führen. Das Freigabeverfahren beginnt in der Regel mit der Voruntersuchung und endet mit der Entlassung aus der Überwachungspflicht.</p> <p>Bei der zweckgerichteten Freigabe ist gegebenenfalls der Nachweis der Einhaltung der einschränkenden Bedingungen der letzte Verfahrensschritt.</p>
Gebäude	<p>Der Begriff „Gebäude“ kann sowohl Gebäude als Ganzes, als auch separate Gebäudebereiche bzw. -abschnitte, einzelne Räume, Raumteile oder Bauteile bezeichnen.</p>
Herausgabe	<p>Entlassung von Stoffen sowie beweglichen Gegenständen, Gebäuden, Räumen, Raumteilen und Bauteilen, Bodenflächen, Anlagen oder Anlagenteilen (Gegenstände) aus der atom- und strahlenschutzrechtlichen Überwachung, die nicht aufgrund von Tätigkeiten nach § 4 Absatz 1 Satz 1 Nummer 4 des Strahlenschutzgesetzes kontaminiert oder aktiviert sein können und nicht aus dem Kontrollbereich stammen.</p>

Hot Spot	Punktuelle Kontamination mit einer Aktivität, die unter Berücksichtigung des zugrunde liegenden Nuklidvektors, den Freigabewert für die Oberflächenkontamination mit der Mittelungsfläche von 1 000 cm ² überschreitet.
Konditionierung	Behandlung und Verpacken radioaktiver Abfälle zur Herstellung lagerfähiger Abfallprodukte/Abfallgebinde.
Kontamination	Verunreinigung mit radioaktiven Stoffen.
Kontrollbereich	Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organdosen als 45 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können.
Nuklid	Eine durch seine Protonenzahl, Neutronenzahl und seinen Energiezustand charakterisierte Atomart.
Nuklidvektor	Festgelegte Aktivitätsanteile von Radionukliden an der Gesamtaktivität, in oder auf einem Material, für einen spezifischen Zweck, z. B. für das Freigabeverfahren oder zur Deklaration radioaktiver Abfälle. Das Gemisch kann je nach Erfordernis als relative Anteile (normiert auf 100 %) oder als absolute Anteile (als Inventar in Bq) festgelegt werden.
Oberflächenkontamination	Verunreinigung einer Oberfläche mit radioaktiven Stoffen, die die nicht festhaftende, die festhaftende und die über die Oberfläche eingedrungene Aktivität umfasst. Die Einheit der Messgröße der Oberflächenkontamination ist die flächenbezogene Aktivität in Becquerel pro Quadratcentimeter.
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.

Reststoffe, radioaktiv	Radioaktive Stoffe, ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden, sowie bewegliche Gegenstände, die kontaminiert oder aktiviert sind, bei denen der Verwertungs- bzw. Entsorgungsweg noch nicht entschieden ist, bis zur Entscheidung des Genehmigungsinhabers, dass sie dem radioaktiven Abfall zuzuordnen sind.
Stilllegung	Der Begriff „Stilllegung“ bezieht sich im Atomgesetz auf die Maßnahmen in der zeitlichen Phase zwischen endgültiger Betriebs-einstellung einerseits und dem Beginn des sicheren Einschlus-ses oder des Abbaus der Anlage oder von Anlagenteilen andererseits.
Stoffe, nicht radioaktiv	Stoffe, bewegliche Gegenstände, Gebäudeteile (Bauschutt) und aufgenommener Boden, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Stoffe, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Absatz 1 AtG sind alle Stoffe, die ein Radionuklid oder ein Gemisch von mehreren Ra-dionukliden enthalten und deren Aktivität oder spezifische Aktivi-tät im Zusammenhang mit der Kernenergie oder dem Strahlen-schutz nach den Regelungen des AtG oder einer auf Grund des AtG erlassenen Rechtsverordnung nicht außer Acht gelassen werden kann.
Strahlenschutz	Der Schutz des Menschen und der Umwelt vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung.
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Ein-richtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen aus-führt.

Überwachungsbereich	Nicht zum Kontrollbereich gehörender betrieblicher Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 50 mSv für die Haut, die Hände, die Unterarme die Füße und Knöchel erhalten können.
Wiederverwertung (Verwertung)	Stoffliche Verwertung von radioaktiven Reststoffen, z. B. Werkstoffe zur Herstellung von Endlagerbehältern oder Abschirmungen.
Wischtest	Untersuchung von Oberflächen auf abwischbare Kontamination.

1 Einleitung

Der Forschungsreaktor FRG-1 der Helmholtz-Zentrum hereon GmbH (Hereon), vormals Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung (HZG) ist seit dem 28. Juni 2010 endgültig abgeschaltet und befindet sich in der Nachbetriebsphase. Am 24. Juli 2012 wurden die letzten bestrahlten Brennelemente zum Department of Energy nach Amerika abtransportiert. Entsprechend der Empfehlung der Entsorgungskommission vom 11. November 2010 sind die Forschungsreaktoranlage (FRG) und das Heiße Labor (HL) brennelementefrei. Weiter befindet sich auf dem Gelände des Hereons der Reaktordruckbehälter mit Schildtank (RDB-OH) des Kernenergieforschungsschiffs Otto Hahn zur Nachuntersuchung und Lagerung.

Die Forschungsreaktoranlage (FRG) und das HL sollen abgebaut sowie der RDB-OH zerlegt werden. Es werden alle aktivierten und kontaminierten Strukturen in den Kontrollbereichen der FRG, des HL sowie in der zu errichtenden Zerlegehalle des RDB-OH so abgebaut, dass eine uneingeschränkte Freigabe oder die Freigabe zum Abriss der verbleibenden Gebäudestrukturen und des Anlagengeländes erfolgen kann. Der Abbau der FRG, des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH sollen im Rahmen einer einzigen und umfassenden Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) /1/ durchgeführt werden. Die bereits angefallenen und die aus dem Abbau der FRG und des HL anfallenden radioaktiven Abfälle sollen in einer Transportbereitstellungshalle (TBH), die aus der Zerlegung des RDB-OH anfallenden radioaktiven Abfälle sollen in der HAKONA bis zum Abtransport in ein Endlager des Bundes gelagert werden.

Das Hereon hat mit dem Schreiben vom 21. März 2013 /2/ mit Präzisierung vom 6. September 2016 /3/ bei der zuständigen atomrechtlichen Behörde die Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und den Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) des Hereons sowie Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn beantragt. Entsprechend den Vorgaben der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) /4/ beschreibt der Sicherheitsbericht /5/ übergeordnet den Antragsgegenstand.

Der atomrechtlich beantragte Abbau der FRG und des HL bzw. die Zerlegung des RDB-OH endet nach der uneingeschränkten Freigabe bzw. der spezifischen Freigabe zum Abriss der Gebäude und Entlassung der Anlagengelände aus dem Regelungsbereich des AtG /1/.

1.1 Erfordernisse

Gemäß § 9a AtG /1/ ist dafür zu sorgen, dass die bei der Stilllegung des FRG-1 und beim Abbau der FRG und des HL sowie der Zerlegung des RDB-OH anfallenden radioaktiven Reststoffe sowie ausgebaute oder abgebaute radioaktive Anlagenteile und Gebäudeteile schadlos verwertet oder als radioaktive Abfälle geordnet beseitigt werden. Zur entsprechenden Umsetzung ist die radiologische Charakterisierung erforderlich.

Gemäß Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) /6/ sind die beim Abbau bzw. der Zerlegung entstehenden nicht radioaktiven Abfallstoffe ordnungsgemäß und schadlos zu verwerten. Je nach Art des Abfalls unterliegen die Abfälle weiteren Regelungen wie z. B. Landesbauordnung Schleswig-Holstein (LBO SH) /7/, Chemikaliengesetz (ChemG) /8/, Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) /9/ etc. Entsprechend sind schadstoffhaltige Bausubstanzen oder Gefahrenstoffe gesondert zu verwerten. Zudem müssen die in das Endlager Konrad einzulagernden radioaktiven Abfälle die in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad genannten Anforderungen erfüllen. Daraus ergibt sich das Erfordernis zur stofflichen Charakterisierung.

1.2 Anwendungsbereich

Die radiologische Charakterisierung erstreckt sich auf

- alle Gebäude (vergleiche Begriffsbestimmungen) des Kontrollbereichs der FRG, des HL und der Zerleghalle RDB-OH mit allen darin enthaltenen radioaktiven Stoffen, Materialien, beweglichen Gegenständen, Anlagen bzw. Systemen oder Teilen von Anlagen bzw. Systemen,
- alle Stoffe, Materialien, beweglichen Gegenstände, Gebäude, Anlagen bzw. Systeme oder Teile von Anlagen bzw. Systemen auf den Anlagengeländen der FRG, des HL und der Zerleghalle RDB-OH jedoch außerhalb des Kontrollbereichs, die einem Freigabeverfahren zugeführt werden,
- das Anlagengelände der FRG und des HL sowie Zerleghalle RDB-OH, falls eine Freigabe und keine Herausgabe erfolgt,
- alle vorhandenen und noch anfallenden radioaktiven Abfälle der FRG, des HL und des RDB-OH im Eigentum des Hereons, die bezüglich der Endlagerbedingungen des Endlagers Konrad /10/ noch nicht ausreichend charakterisiert sind. Dies beinhaltet auch

radioaktive Abfälle, die sich nicht auf den Anlagengeländen der FRG bzw. des HL befinden (z. B. bei externen Bearbeitern und Konditionierern),

- auf die Komponenten der Leitung zur Ableitung radioaktiver Abwässer in die Elbe nach deren Stillsetzung.

Der Anwendungsbereich der radiologischen Charakterisierung umfasst keine Stoffe, Materialien, Gebäude, Gebäudeaußenflächen oder Bodenflächen, die herausgegeben werden können, da sich das Herausgabeverfahren /11/ auf nicht radioaktive Stoffe aus den Überwachungsbereichen bezieht. Bewegliche Gegenstände, die nach § 58 StrlSchV /12/ herausgebracht werden, gehören ebenfalls nicht zum Anwendungsbereich dieses Konzeptes.

Die stoffliche Charakterisierung erstreckt sich auf

- alle fest verbauten Schadstoffe in den Gebäuden der FRG, des HL und der Zerlegenhalle RDB-OH,
- alle bereits angefallenen und noch anfallenden radioaktiven Abfälle zur Endlagerung.

Die stoffliche Charakterisierung erstreckt sich nicht auf Betriebsstoffe, Betriebsmittel und bewegliches Inventar.

1.3 Gesetzliche Anforderungen

Insbesondere die folgenden in Deutschland gültigen Gesetze, Verordnungen und sonstigen Richtlinien, Empfehlungen etc. finden Anwendung:

- Stilllegungsleitfaden /13/
- Freigabeleitfaden (Arbeitskreis Entsorgung des Fachverbandes Strahlenschutz) /14/
- Richtlinie zur Dosisabschätzung /15/
- Empfehlung zum Inkorporationsschutz beim Rückbau (Arbeitskreis Inkorporation des Fachverbandes Strahlenschutz) /16/
- Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschaftsgesetz – KrWG) /6/
- Landesbauordnung Schleswig-Holstein (LBO SH) /7/
 - PCB-Richtlinie /17/
 - Asbest-Richtlinie /18/

- PCP-Richtlinie /19/
- Entsorgung gefährlicher Stoffe und Gefahrstoffe
 - ElektroG (Entsorgung elektrischer und elektronischer Bauteile erfolgt durch Fachbetriebe) /20/
 - DGUV Regel 101-004
 - Chemikaliengesetz (ChemG) /8/
 - Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) /9/
 - TRGS 519 /21/
 - TRGS 521 /22/
 - TRGS 524 /23/
 - TRGS 551 /24/
 - TRGS 905 /25/
 - ChemVerbotsV /26/
 - PCB/PCT Abfallverordnung (PCBAbfallV) /27/
 - Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) /28/
- Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) /29/
- Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) /30/
- Baustellenverordnung (BaustellV) /31/
- Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) /32/
- Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) /33/
- REACH-Verordnung /34/
- CLP-Verordnung /35/
- Vorschriften des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI)
- Normen des Deutschen Instituts für Normung (DIN-Normen)
 - DIN ISO 7503-1 „Bestimmung der Radioaktivität – Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination, Teil 1: Allgemeine Prinzipien“ /36/
 - DIN 25440 „Klassifikation der Räume des Kontrollbereichs in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen nach Ortsdosisleistungen“, (wegen ihres spezifischen Anwendungsbereiches ist die DIN nur in Anlehnung zu erfüllen) /37/
 - DIN 25457 „Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen“ /38/
- Vorschriften des Verbandes der Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik (VDE)

2 Zielsetzung

Für den Abbau der FRG, des HL sowie die Zerlegung des RDB-OH sollen mittels der radiologischen und stofflichen Charakterisierung alle relevanten Daten ermittelt werden, die für die Durchführung erforderlich sind. Die Charakterisierung dient im Wesentlichen zur Durchführung des Genehmigungsverfahrens, Planung und Durchführung des Abbaus und der Zerlegung sowie Behandlung und Freigabe radioaktiver Reststoffe, Entsorgung von Gefahrstoffen und Abgabe der radioaktiven Abfälle an ein Endlager des Bundes.

Der Umfang der radiologischen Charakterisierung erstreckt sich dabei auf den Kontrollbereich des FRG, den Kontrollbereich des HL und den RDB-OH bzw. auf den Kontrollbereich der zu errichtenden Zerlegehalle sowie die Überwachungsbereiche (Anlagengelände), falls keine Herausgabe, sondern eine Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /12/ erfolgt. Die stoffliche Charakterisierung erstreckt sich auf alle Gebäude der jeweiligen Anlagengelände.

Die radiologische Charakterisierung erfolgt hauptsächlich im Hinblick auf die folgenden Punkte:

- Bestimmung der Aktivität der Einzelkomponenten als auch der Gesamtanlage
- Entsorgungsplanung
- Strahlenschutzplanung
- Ermittlung von Nuklidvektoren und Korrelationsfaktoren für die Freigabe und die Aktivitätsdeklaration radioaktiver Abfälle

Die stoffliche Charakterisierung erfolgt hauptsächlich im Hinblick auf die folgenden Punkte:

- Ermittlung der Schad- und Gefahrstoffe in den Anlagen
- Entsorgungsplanung
- Arbeitsschutz
- Stoffliche Deklaration radioaktiver Abfälle

2.1 Zeitlicher Ablauf

Die Probenahme sowie radiologische und stoffliche Charakterisierung erfolgen im Allgemeinen vor Beginn des jeweiligen Abbaus bzw. der Zerlegung eines Abschnittes (siehe Kapitel 3.2.1). Aufgrund fehlender Zugänglichkeit oder des radiologischen Arbeitsschutzes kann es erforderlich sein, die Probenahme demontagebegleitend durchzuführen, wie z. B. bei der Zerlegung des RDB-OH. Die zeitliche Reihenfolge der Messungen, Probenahmen und deren Analysen ergeben sich durch die betrieblichen Belange.

Je nach Fortschritt des Abbaus bzw. der Zerlegung wird ein unterschiedlicher Detaillierungsgrad der radiologischen Daten erforderlich sein. Weiter ist zu erwarten, dass ein Teil der Daten erst während des Abbaus bzw. der Zerlegung ermittelt werden kann. Das bedeutet, dass die Daten zunächst in einer dem Zweck entsprechenden – d. h. auch geringeren – Detaillierung erfasst werden. Zu einem späteren Zeitpunkt werden dann weitere Daten ergänzt.

Die stoffliche Charakterisierung der radioaktiven Abfälle zur Deklaration für das Endlager erfolgt in der Regel auch noch während der Abbau- bzw. Zerlege- und Konditionierungsphase, da sich die stofflichen Zusammensetzungen durch eine Bearbeitung oder Konditionierung noch ändern können.

2.2 Fortschreibung der Datenbasis

Im Laufe der Abbau- und Zerlegetätigkeiten werden sich Änderungen der radiologischen Randbedingungen bzw. des radiologischen Zustands ergeben, die eine Fortschreibung und Aktualisierung der Datenbasis erfordern, z. B. Dosisleistung in Räumen nach Abbau von Komponenten. Es können sich auch weitere Daten durch zusätzliche Proben, z. B. im Rahmen des Freigabeverfahrens ergeben. Diese werden dann mit den vorhandenen Daten abgeglichen und die Datenbasis aktualisiert und fortgeschrieben.

3 Radiologische Charakterisierung

Zur radiologischen Charakterisierung der Anlagen, Systeme, Gebäude und Bodenflächen ist die Ermittlung und Bestimmung von radiologischen Daten erforderlich. Die radiologische Charakterisierung dient dabei den folgenden Hauptzielen, vergleiche Kapitel 2:

- Zuordnung der radioaktiven Reststoffe, Gebäude und Bodenflächen zu einem Entsorgungsziel,
- Festlegung von Nuklidvektoren für die Freigabe und Aktivitätsdeklaration radioaktiver Abfälle,
- Planung der Maßnahmen des radiologischen Arbeitsschutzes (Strahlenschutzplanung).

Für die radiologische Charakterisierung von radioaktiven Reststoffen und Gebäuden sind folgende Angaben erforderlich:

- Dosisleistung,
 - in Räumen,
 - in relevanten Systemen und deren Komponenten,
- Aktivität durch Kontamination,
 - Oberflächen in Räumen und äußeren Oberflächen von Systemen,
 - innere Oberfläche von Systemen,
- Aktivität durch Aktivierung.

Für die radiologische Charakterisierung von Bodenflächen sind folgende Angaben erforderlich:

- Einteilung der sich auf bzw. im Boden befindlichen Systeme in sonstiges Inventar und unterirdische Wirtschaft,
- Horizontale (Hot-Spot Ausschluss) und vertikale Aktivitätsverteilung (Tiefenprofile).

Die Charakterisierung erfolgt zum einen vor Beginn des Abbaus bzw. der Zerlegung eines Abschnittes (vergleiche Kapitel 3.2.1), als auch begleitend zu den Abbau- bzw. Zerlegemaßnahmen, vergleiche Kapitel 2.1. Die Charakterisierung unterteilt sich in folgende Schritte:

- Sichtung und Bewertung vorhandener Daten,
- Ermittlung neuer Daten,
 - Probenahmeplan,
 - Messung und Probenahme,
 - Dosisleistungsmessungen,
 - Wischtests,
 - In-situ-Messungen,
 - Probenahme und deren Analyse,
 - Zusammenfassung und Bewertung radiologischer Daten,
- Dokumentation.

Aufgrund der im Rahmen der radiologischen Charakterisierung ermittelten Daten können die weiteren Schritte bezüglich des Abbaus, der Zerlegung und der Entsorgung detailliert geplant werden.

3.1 Sichtung und Bewertung vorhandener radiologischer Daten

Aufgrund des betrieblichen radiologischen Routinemessprogramms und weiterer vorhandener Messungen bzw. Analysen liegen bereits Ausgangsdaten vor. Der erste Schritt zur radiologischen Charakterisierung ist die Sichtung und Auswertung der vorhandenen Daten. Dazu zählen unter anderem:

- Unterlagen zur Position von Systemen und Anlagen / Raumpläne (Sperr-, Kontroll- oder Überwachungsbereich),
- Dosisleistungsmessungen (betriebliches Routinemessprogramm),
- Aktivitätsmessungen (z. B. auch bereits durchgeführte Sondernuklidanalysen),
- Kontaminationsmessungen,
- Betriebliche Daten (system- und verfahrenstechnische Randbedingungen von Anlagen und Systemen, Leckagen, etc.),
- Aktivierungsrechnungen (Neutronenaktivierung in Kernnähe),
- Beschreibungen von Maßnahmen / Betriebshistorie (z. B. Dekontamination, Sanierungen, Reparaturen, Austausch, etc.),
- Systempläne und Materiallisten
- grobe Abschätzung Entsorgungsmassen, siehe /5/ Kapitel 8.2.

Diese Unterlagen dienen als Grundlage und Ausgangszustand für die Erstellung des Probenahmeplans bzw. der Probenahmepläne zur Vervollständigung der radiologischen Charakterisierung.

Je nach Umfang der vorhandenen Daten kann schon in dieser Phase eine entsprechende Einschätzung bezüglich der Abbau- bzw. Zerlegeplanung oder auch Zuordnung der Räume oder Raumteile, Systeme oder Anlagenteile zu den voraussichtlichen Entsorgungszielen erfolgen.

3.2 Probenahmeplan

Die Sichtung der bereits vorhandenen Daten wird nicht erschöpfend alle erforderlichen Daten liefern können. Zur Planung und Durchführung der sich damit ergebenden Messungen, Probenahmen und deren Analyse werden in Absprache mit dem Strahlenschutzbeauftragten Probenahmepläne erstellt. Diese Probenahmepläne regeln unter anderem die Anforderungen wie Probendichte, Probenahmeverfahren, Probenmenge, Probenmaterial, Probenahmeort sowie weitere Randbedingungen (z. B. Organisation, Kennzeichnungen, Dokumentation, etc.) der Probenahme. Bei der Erstellung der Probenahmepläne werden die bereits vorhandenen Daten (Messungen, betriebliche Daten, Maßnahmen, etc.) entsprechend berücksichtigt.

Die Mess- und Probendichte und Probenahmeverfahren richten sich unter anderem auch nach dem voraussichtlichen Entsorgungsziel (Behandlung, Freigabe, etc.) bzw. nach den Anforderungen der Entsorgung (z. B. Annahmebedingungen externer Dienstleister oder des Endlagers des Bundes).

Bei der radiologischen Beprobung der Anlage bzw. von Anlagenteilen werden folgende Grundsätze beachtet:

- Die Analyseergebnisse werden vor Beginn der Abbau- bzw. Zerlegemaßnahme oder vor den jeweiligen Demontageschritten vorliegen, sofern die Probenahme nicht demontagebegleitend durchgeführt werden muss, z. B. wegen fehlender Zugänglichkeit oder aus Gründen des radiologischen Arbeitsschutzes.
- Die Beprobung wird grundsätzlich vor einer Dekontamination durchgeführt, wenn durch das Dekontaminationsverfahren eine Veränderung der Nuklidverhältnisse ausgeschlossen ist.

- Wenn Anlagenbereiche einer Dekontaminationsmaßnahme unterzogen werden, bei denen eine relevante Veränderung der Nuklidverhältnisse zu erwarten ist, so wird die Beprobung erst nach Abschluss der Maßnahme durchgeführt.
- Bei radioaktiven Stoffen, die zum Zeitpunkt der Probenahme in flüssiger Form vorliegen, z. B. Metallschmelze, Dekontaminationsmedium etc., kann die Probe aus der Flüssigkeit bzw. dem Abtrag entnommen werden. Eine weitere Probennahme ist nicht erforderlich.

Für die FRG, das HL und den RDB-OH kann aufgrund von unterschiedlichen Betriebshistorien und den Materialien kein einheitlicher, übergreifender Nuklidvektor verwendet werden. Es ist daher eine abschnittsweise Betrachtung erforderlich.

Der Probenahmeplan und die Ergebnisse der radiologischen Charakterisierung werden im aufsichtlichen Verfahren bzw. im Endlagerverfahren der jeweils zuständigen Behörde zur Prüfung vorgelegt.

3.2.1 Einteilung in Abbau- bzw. Zerlegeabschnitte

Die Einteilung der Abbau- und Zerlegearbeiten erfolgt nicht alleine aufgrund der Teilvorhaben oder Gebäude (FRG, HL und Zerlegehalle RDB-OH), sondern wird, falls erforderlich, auch in weitere Teilabschnitte von Gebäuden und Systemen unterteilt. Diese Teilabschnitte zeichnen sich durch ähnliche chemische, radiologische und physikalische Eigenschaften aus. Aufgrund der Messergebnisse kann sich dann wieder eine sinnvolle Zusammenfassung vergleichbarer System- und Anlagenteile ergeben.

Ein Abschnittswechsel kann im Allgemeinen an folgenden Grenzen erfolgen:

- Gebäude-, Bereichs- und Raumgrenzen,
- Systemgrenzen (z. B. Rohrleitungen, Behälter),
- Änderung der Materialzusammensetzungen oder Oberflächenbeschaffenheit,
- Änderung chemischer Parameter (z. B. pH-Wert),
- Änderung physikalische Parameter (z. B. Temperatur, Aggregatzustand, Strömungsgeschwindigkeit),

- Änderung radiologischer Parameter (z. B. durch Filter wie Schwebstofffilter und Ionentauscher),
- Grenze des Neutronenfeldes (Grenze des Aktivierungsbereichs).

Für verschiedene Abschnitte (z. B. bei einer Rohrleitung durch mehrere Räume) kann bei vergleichbaren chemischen, radiologischen und physikalischen Eigenschaften auch eine gemeinsame repräsentative Messung bzw. Probenahme erfolgen. Diese Abschnitte ergeben sich im Wesentlichen aus den vorhandenen Kontaminationspfaden. Die Kontaminationspfade sind z. B. die luftgetragene Kontamination in den einzelnen Anlagenbereichen oder auch die wassergetragene Kontamination im Primärwasserkreislauf FRG und in den Abwassersystemen.

3.2.2 Festlegen der Probenahme-Parameter

Um alle Abschnitte in der Charakterisierung zu berücksichtigen, wird mindestens eine repräsentative Probenahme für einen geeigneten Abschnitt erfolgen. Die Probenahmen werden in der Art und dem Umfang erfolgen, dass die entsprechenden Anforderungen bezüglich des angestrebten Entsorgungsziels erfüllt werden.

Die Auswahl des Mess- und Beprobungsortes erfolgt im Hinblick auf die Aussagekraft für den radiologischen Zustand (Repräsentativität), Zugänglichkeit sowie im Hinblick auf den Arbeits- und Strahlenschutz. Zusätzlich kann die Auswahl vor Ort durch orientierende Messungen mit Dosisleistungs- oder Kontaminationsmessgeräten unterstützt werden.

Die im Folgenden dargestellten Angaben zu Messumfängen verstehen sich als anzustrebender Umfang. Eine Anpassung ist grundsätzlich möglich (z. B. für den Sperrbereich), erfolgt jedoch stets in Absprache mit dem Strahlenschutzbeauftragten.

3.3 Messung und Probenahme

Die Messungen und Probenahmen werden auf Basis eines Probenahmeplans durchgeführt. Für die Messungen und Auswertungen werden ausschließlich für den Messzweck geeignete qualifizierte Messgeräte eingesetzt, die einer Inbetriebsetzungsprüfung unterzogen wurden und wiederkehrend geprüft werden.

Eine Probenahme erfolgt ausschließlich unter Anwendung qualifizierter Probenahmeverfahren mit standardisierten Bedingungen. Diese werden im Betriebsreglement geregelt. Um die Repräsentativität der Probenahme zu gewährleisten, wird entsprechend geschultes Personal eingesetzt.

Die Probenentnahme zur radiologischen Charakterisierung von radioaktiven Abfällen richtet sich nach den Vorgaben der jeweiligen Abfallkampagne, die von der BGE freigegeben und deren Durchführung von der zuständigen atomrechtlichen Aufsichtsbehörde im jeweils aufsichtsrechtlichen Verfahren zugestimmt wird. Die Vorgaben zu der jeweiligen Abfallkampagne legen auch fest, in welchem Umfang – vorlaufend oder demontagebegleitend – Probenentnahmen oder Dosisleistungsmessungen erforderlich sind.

Jede Messung und Probenahme wird grundsätzlich eindeutig und systematisch gekennzeichnet.

Ausgewählte Proben können auch bei einem qualifizierten externen Labor ausgewertet werden, z. B. für zusätzliche und vor Ort nicht durchführbare Auswertungen.

Bei jeder Messung bzw. Probenahme wird der Arbeits- und Strahlenschutz gewährleistet.

3.3.1 Dosisleistungsmessungen

Für die Dosisleistungsmessungen wird zwischen raumbezogenen und systembezogenen Dosisleistungsmessungen unterschieden. Sie dienen zum einen der Bestimmung der Dosisleistung innerhalb eines Raumes. Daraus leiten sich Klassifikationen, Strahlenschutzmaßnahmen wie z. B. Abschirmmaßnahmen oder einzuhaltende Abstände (von Personen) zu Komponenten ab. Zum anderen dienen die Messungen der Bestimmung der festhaftenden Kontamination oder Aktivierung innerhalb von Systemen. Mit Hilfe der Bauteilgeometrien und bereits ermittelter Nuklidvektoren kann die spezifische Aktivität entsprechend bestimmt werden.

Für Dosisleistungsmessungen werden folgende allgemeine Festlegungen getroffen:

- Bei gemessenen Dosisleistungen unterhalb des jeweils festgelegten Messbereiches müssen keine expliziten Werte angegeben werden.

- Wird eine Messung durch Einstrahlung anderer Systeme und Komponenten relevant beeinträchtigt, wird dies entsprechend angegeben oder die Einstrahlung wird durch Abschirmung ausreichend reduziert.
- Es erfolgt eine Klassifizierung der Räume und der Systeme aufgrund der gemessenen Werte.

Die Messbedingungen für raumbezogene Dosisleistungsmessungen wie Verkehrswege, Arbeitsbereiche, Bodenflächen und Akkumulationsbereiche (z. B. Bodenabläufe, Sümpfe) werden im Probenahmeplan festgelegt.

Für systembezogene Dosisleistungsmessungen werden folgende Anforderungen definiert:

- Werkstoffklassen (ferritische und austenitische Stähle, Kunststoffe, Buntmetalle, etc.) des gemessenen Anlagenteils sind anzugeben.
- Rohrleitungen werden in Abschnitte von ca. 2 m unterteilt und gekennzeichnet. Die Dosisleistungsmessungen erfolgen bei horizontalen Abschnitten an der Unterseite der Rohrleitung.
- Die Messdichte an Komponenten wird in Abhängigkeit der Komponente und unter Berücksichtigung von Besonderheiten gemäß dem Probenahmeplan durchgeführt.

3.3.2 Wischtest

Durch Wischtests kann die abwischbare Kontamination von Räumen und äußeren Oberflächen von Systemen bestimmt werden. Sie sind damit ebenso wie Dosisleistungsmessungen raum- oder systembezogen.

In der Regel erfolgen die Bestimmung der Gesamtalpha- und Gesamtbeta-Aktivität sowie gammaspektrometrische Auswertung, sofern eine relevante Alpha- oder Betaaktivität gemessen wurde.

Bei raumbezogenen Wischtests wird je 4 m² Boden oder Wandfläche bis 2 m Höhe jeweils mindestens ein Wischtest durchgeführt. Es werden auch bevorzugt Wischtests an Verdachtsflächen durchgeführt, wie z. B. unterhalb von Armaturen, Bereiche mit Fließspuren oder Stellen mit relevanter Dosisleistung.

Bei systembezogenen Wischtests wird je Komponente ein Wischtest und bei Komponenten mit Abmessungen > 1 m mehrere Wischtests durchgeführt. Bei Kabeltrassen, Rohrleitungen etc. wird ca. alle 4 laufende Meter ein Wischtest genommen. Bei mehreren parallelen Rohrleitungen wird eine gemeinsame Wischtestnahme erfolgen. Bei horizontalen Rohrleitungen erfolgt die Wischtestnahme bevorzugt auf der Oberseite.

Auf Innenseiten von Systemen (z. B. Lüftungskanäle) können ebenfalls Wischtests durchgeführt werden. Dies richtet sich aber nach den Besonderheiten der Komponenten, Indikation und Zugänglichkeit.

Die Fläche des Wischtests wird, sofern möglich, mindestens 100 cm² betragen. Die Mittelungsfläche darf bis zu 1 000 cm² betragen (StrlSchV /12/, Anlage 8, Teil A 1d).

3.3.3 Gammaspektrometrische In-situ-Messungen

In-situ-Messungen werden entsprechend der Zielsetzung raumbezogen oder systembezogen durchgeführt. Neben der Bestimmung von Oberflächenkontamination oder spezifischer Aktivität zielt die Messung auch auf die Bestimmung der Aktivitätsverhältnisse von Schlüsselnucliden (z. B. Co-60 und Cs-137). In-situ-Messungen dienen dabei auch der Bestimmung der nuklidspezifischen Aktivität an Stellen, an denen Dosisleistungsmessungen oder Wischtests eine relevante Aktivität angezeigt haben. Entsprechend werden gammaspektrometrische In-situ-Messungen teilweise erst nach erfolgten Dosisleistungsmessungen und Wischtests im Probenahmeplan konkret eingeplant.

Es werden Messgeräte mit Halbleiterdetektor gegenüber Geräten mit Szintillationsdetektor bevorzugt verwendet. Bei der Wahl des Messortes und Ausrichtung des Messgerätes werden potentielle Einflüsse anderer Strahlenquellen oder besondere Bedingungen von Systemen berücksichtigt. Dies gilt auch für den Einsatz von Kollimatoren. Ebenso wird gegebenenfalls eine Nulleffektmessung zur Optimierung des Messergebnisses durchgeführt.

Bei der Wahl des Messortes werden bei systembezogenen Messungen entsprechende Abschnittswechsel berücksichtigt, die eine Veränderung der Nuklidzusammensetzung erwarten lassen, siehe Kapitel 3.2. Ferner wird die Zugänglichkeit, der erforderliche Aufwand, der Arbeits- und Strahlenschutz sowie Ergebnisse bereits erfolgter Messungen (Dosisleistung, Wischtests) berücksichtigt.

Für die Messungen und Auswertungen werden geeignete Messanweisungen verwendet.

3.3.4 Probenahme und deren Analyse

Die Probenahmen erfolgen entsprechend der jeweiligen Zielsetzung orts- bzw. raumbezogen oder systembezogen. Sie werden gemäß den Festlegungen des Probenahmeplans repräsentativ für den radiologischen Zustand der Anlage, des Systems oder der Gebäudestruktur durchgeführt. Für die Probenahme können in Abhängigkeit des zu beprobenden Materials, des Beprobungsziels und der Zugänglichkeit beispielsweise folgende Verfahren eingesetzt werden:

- Kratzproben von Oberflächen oder oberflächennahen Schichten (Beschichtungen),
- Span-, Fräs- und Bohrproben,
- Stockerproben,
- Schlamm- und Schüttgutproben,
- Flüssigkeitsproben.

Für die Probenahme werden folgende Anforderungen festgelegt:

- Die gewählte Methode muss für die Probe (Material) und Anforderungen geeignet und für den Probenahmeort repräsentativ sein.
- Die Nuklidverhältnisse dürfen von der Probenahme nicht verändert (verfälscht) werden.
- Es sollten bevorzugt die Probenahmeverfahren gewählt werden, die die Integrität bzw. Dichtheit eines Systems nicht beeinträchtigen.

Bei geschlossenen Systemen kann eine Probenahme auch während des Abbaus bzw. der Zerlegung erforderlich sein. Um einen Kontaminationseintrag bzw. -austrag zu vermeiden, sollten nach der Probenahme alle Systemöffnungen verschlossen werden.

Bei Boden- und Wandbereichen als auch Bodenflächen erfolgt eine Probenahme bei entsprechender Indikation z. B. durch Dosisleistungsmessung oder Beschädigung von Beschichtungen. Sie erfolgt zur Ermittlung des Tiefenprofils in diesem Bereich z. B. mittels Stockern, Kernbohrung oder entsprechende Entnahme des Erdreichs. Dieses Vorgehen gilt auch für die aktivierten Bereiche des Reaktorbeckens.

Im Bereich von Abläufen oder Sümpfen erfolgt bei entsprechender Dosisindikation eine gesonderte Probenahme. Diese wird bevorzugt im Bereich der Ablagerungen erfolgen.

Eine Beprobung von Isoliermaterial wird dann durchgeführt, wenn ein Aktivitätseintrag anzunehmen ist oder andere Messungen (Dosisleistung oder Wischttests) einen entsprechenden Messeffekt liefern.

Die Probenahme an Systemen erfolgt unter Berücksichtigung der system- und verfahrensspezifischen Besonderheiten bzw. Betriebshistorie. Im Probenahmeplan (siehe Kapitel 3.2) werden Abschnittwechsel aufgrund von zu erwartenden Aktivitätsgradienten innerhalb eines Systems berücksichtigt. Entsprechend der Abschnitte und der Zielsetzung werden die Anzahl der Probenahmen und repräsentativen Orte gewählt. Zugänglichkeit, Strahlenschutzmaßnahmen und etwaige Dekontaminationsmaßnahmen werden ebenso miteinbezogen.

Es können weiterhin auch vorhandene Flüssigkeiten beprobt werden (z. B. Medien innerhalb der Systeme oder auch Dekontmedium, etc.). Es wird darauf geachtet, dass diese homogen und damit repräsentativ sind.

Die Proben werden am Standort des Hereons oder durch ein qualifiziertes externes Labor (Sondernuklidanalysen) ausgewertet. Dazu wird eine ausreichende Probenmasse zur Verfügung stehen und entsprechend den Anforderungen vorbereitet (Homogenisierung, Überführung in eine Standardprobengeometrie, etc.).

Die Probenauswertung hat das Ziel der Bestimmung der nuklidspezifischen Aktivitäten bzw. Aktivitätsverteilung. Das wichtigste Analysenverfahren ist dabei die Gammaskopimetrie, da diese eine große Zahl verschiedener Nuklide abdeckt. Die gammaskopimetrische Auswertung der Proben erfolgt nur mit qualifizierten Messverfahren.

In verschiedenen Materialien können unterschiedlich relevante Nuklide auftreten, vor allem bei Materialien aus dem Bereich des Neutronenstrahlungsfeldes (Aktivierungsprodukte). Es wird deshalb immer das gesamte Gammaskopimetrie ausgewertet. Weitere geeignete Analysenverfahren sind:

- Bestimmung der Gesamt-Beta Aktivität,
- Bestimmung der Gesamt-Alpha Aktivität,

- Sondernuklidanalysen von Beta-Strahlern nach radiochemischer Auftrennung,
- Sondernuklidanalysen von Alpha-Strahlern nach radiochemischer Auftrennung.

Radiologisch relevante Nuklide, die nicht oder nur sehr aufwändig gammaspektrometrisch zu messen sind, werden durch Sondernuklidanalysen bestimmt. Zu diesen gehören z. B.:

- reine Beta-Strahler: H-3, C-14, Fe-55, Ni-63, Sr-90,
- Alpha-Strahler: Pu-238, Pu-239, Pu-240,
- sowie Pu-241.

3.4 Zusammenfassung und Bewertung radiologischer Daten

Auf Grundlage der gewonnenen radiologischen Daten werden die Ergebnisse im Hinblick auf ihre Zielsetzung zusammengefasst und hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte bewertet. Die Daten können thematisch oder auch objekt- bzw. anforderungsorientiert zusammengefasst werden.

Zu den thematischen Zusammenstellungen und Auswertungen gehören z. B.

- Dosisleistungen an Systemen und in Räumen (Dosisleistungskataster),
- Zusammenstellung zur Aktivierung von Reaktorbecken, Reaktorteilen und Einbauten,
- Kontamination in Räumen inklusive Abläufe und Sümpfe sowie Bodenbereiche (Kontaminationskataster),
- Kontamination in Systemen inklusive Nuklidverteilung.

Zu den objekt- oder anforderungsorientierten Zusammenstellungen und Auswertungen gehören z. B.

- Festlegung von Entsorgungszielen und gegebenenfalls erforderlichen Maßnahmen (z. B. Dekontamination, Abklinglagerung etc.),
- Ableitung von Nuklidvektoren und Korrelationsfaktoren (Freigabe und Aktivitätsdeklaration radioaktiver Abfälle),

- Erstellung von Unterlagen zur Bearbeitung von radioaktiven Reststoffen oder die Behandlung von radioaktiven Abfällen (Ablaufpläne),
- Abschätzung der Masse radioaktiver Abfälle und die Festlegung von Verpackungskonzepten.

Für die Auswertungen können weitere nicht radiologische Daten hinzugezogen werden, z. B. Raum- und Systempläne sowie Materiallisten, Mengengerüste zur Entsorgungsplanung, etc.

Bei der Auswertung der einzelnen Mess- und Analysenergebnisse werden diese auf Plausibilität geprüft.

Kurzlebige Nuklide haben aufgrund der Zeitdauer seit der endgültigen Abschaltung des Forschungsreaktors FRG-1 und des Zerfalls keinen relevanten Anteil mehr und müssen in der Auswertung nicht berücksichtigt werden. Zu diesen gehören die Nuklide bei denen zwischen Beendigung des Betriebs (Leistungsbetrieb / Forschungsbetrieb) und der Analyse mindestens 10 Halbwertszeiten vergangen sind.

Für die Freigabe brauchen Nuklide mit einem geringen dosisgewichteten Anteil aufgrund des Abschneidekriteriums (Beitrag $< 10\%$ zur massen- und zur flächenbezogenen Summenformel nach StrlSchV /12/ Anlage 8 Teil A Nr. 1e) nicht berücksichtigt werden.

Aus den Analysenergebnissen der Probenahme lassen sich für die verschiedenen Bereiche bzw. Materialien Nuklidvektoren bestimmen. Falls geeignet, können auch frühere Untersuchungsergebnisse oder Modellrechnungen herangezogen werden. Die ermittelten Nuklidvektoren können dann zur Aktivitätsdeklaration und Abfalldokumentation radioaktiver Abfälle oder zur Freigabe radioaktiver Reststoffe verwendet werden.

Bei der Auswertung kann in einem definierten Anwendungsbereich eine Korrelation der Sondernuklide zu sogenannten Leitnukliden erfolgen. Als Leitnuklide haben sich folgende Nuklide bewährt:

- Aktivierungsprodukte: Co-60,
- Spaltprodukte: Cs-137,
- Actinide: Am-241.

Damit kann in diesem definierten Anwendungsbereich und bei einer Anwendbarkeit der ermittelten Korrelationen die Aktivität der Sondernuklide aus der gammaspektrometrischen Analyse der Leitnuklide ermittelt werden.

3.5 Dokumentation

Die Probenahme, Mess- und Auswertungsergebnisse werden in geeigneter Form, eindeutig und nachvollziehbar dokumentiert. Zur späteren Korrektur der Aktivität durch den radioaktiven Zerfall wird grundsätzlich das Mess- bzw. Analysedatum dokumentiert.

Die Dokumentation soll sicherstellen, dass für die Bewertung der radioaktiven Reststoffe und radioaktiven Abfälle ausreichend Informationen vorliegen (z. B. für Freigabe oder Aktivitätsdeklaration radioaktiver Abfälle). Aus der Dokumentation soll auch hervorgehen, welche Gefährdungen von diesen ausgehen.

Rückstellproben zur Bestimmung von Nuklidvektoren werden über einen festgelegten Zeitraum aufbewahrt. Andere Proben, Wischttests sowie interne Protokolle werden bis zur Dokumentation der Ergebnisse aufbewahrt. Auswerteprotokolle von Sondernuklidanalysen zur Ermittlung von Nuklidvektoren werden bis zur Entlassung der jeweiligen Anlagen aus dem Regelungsbereich des AtG /1/ aufbewahrt.

Die Dokumentation wird gegebenenfalls durch Fotos, Skizzen, Diagramme, Pläne etc. ergänzt.

Die Vorgaben für die Dokumentation werden im Betriebsreglement geregelt, das im Aufsichtsverfahren zur Anwendung kommt.

3.6 Planung der Entsorgungsziele

Aufgrund der Anforderungen der verschiedenen Entsorgungsziele werden die radioaktiven Reststoffe einem Entsorgungsziel zugeordnet. Hierfür werden die zugehörigen Mess- und Analyseenergebnisse herangezogen. Zusätzlich können weitere Eigenschaften berücksichtigt werden, z. B. Dekontaminierbarkeit und Materialeigenschaften. Das Entsorgungsziel lässt sich unter Umständen durch gezielte Maßnahmen wie z. B. Dekontamination oder Separation einzelner Teile beeinflussen.

Bis zur tatsächlichen Durchführung der geordneten schadlosen Entsorgung bleibt die Zuordnung des Entsorgungsziels vorläufig.

4 Stoffliche Charakterisierung von Schadstoffen

Bei der Errichtung und dem langjährigen Betrieb der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie des Betonschachtes des RDB-OH kamen in der Vergangenheit typischerweise Materialien zum Einsatz, die heute als gefährliche Stoffe oder Schadstoffe einzustufen sind. Die Ursachen dieser möglichen Schadstoffbelastungen sind im Wesentlichen beigemengte Stoffe oder die natürliche stoffliche Zusammensetzung im verbauten Baumaterial im Rahmen der Errichtung der Gebäude und deren technischer Anlagen. Mit der stofflichen Charakterisierung werden Daten über eingesetzte Baustoffe und deren potentieller Schadstoffinhalte hinsichtlich Umweltrelevanz, Arbeitsschutz und Entsorgung ermittelt und beurteilt.

Relevante Gebäudeschadstoffe (Gefahrstoffe) sind:

- Asbest,
- Künstliche Mineralfasern (KMF),
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK),
- Polychlorierte Biphenyle (PCB),
- Holzschutzmittel, Insektizide, Pestizide, Rodentizide,
- Schwermetalle,
- Formaldehyd,
- Mikrobiologische Schadstoffe.

Die Charakterisierung erfolgt zum einen vor Beginn des Abbaus bzw. der Zerlegung eines Abschnittes als auch begleitend zu den Abbau- bzw. Zerlegemaßnahmen. Die Charakterisierung untergliedert sich im Wesentlichen in folgende Schritte:

- Sichtung und Bewertung vorhandener Daten,
- Ermittlung neuer Daten:
 - Orientierende technische Erkundung,
 - Probenahmeplan,
 - Probenahme und deren Analyse,
 - Auswertung.
- Dokumentation.

4.1 Sichtung und Bewertung vorhandener Daten

Zur Auffindung von potentiellen Schad- und Gefahrstoffen werden im ersten Schritt die historischen Informationen wie Pläne und archivierte Akten herangezogen. Dies beinhaltet auch die Aufzeichnungen über die im Laufe des Forschungsbetriebs durchgeführten Änderungen und Umbaumaßnahmen. Die historische Recherche soll folgende erforderliche Informationen liefern:

- aktueller Gebäudebestand inklusive der historischen Entwicklung wie Umbauten, An- und Ausbauten,
- Instandhaltungs- und Renovierungsmaßnahmen,
- eingesetzte Baustoffe,
- Lüftungssysteme und deren Änderungen,
- Unfälle und Leckagen,
- nutzungsbedingte Verdachtsbereiche,
- Nutzungsänderungen.

Die Unterlagen werden auch dahingehend bewertet, ob sich Hinweise zum Einbau von schadstoffhaltigen Materialien ergeben. Ebenso können Ausführungsdetails Hinweise geben, aus denen sich erfahrungsgemäß ein Einbauverdacht ergibt.

Neben den Aufzeichnungen ergibt sich aus den historisch verwendeten Materialien eine weitere mögliche Verwendung von Schad- und Gefahrstoffen (z. B. Asbest) in den Anlagen. Selbst wenn durch die Aufzeichnung keine Verwendung dieser Gefahrstoffe dokumentiert ist, können diese Stoffe trotzdem verbaut worden sein. Über einen zu erstellenden Baustoffkatalog können mögliche gefahrstoffhaltige Baustoffverwendungen den verschiedenen Bauteilen und Baugruppen zugeordnet werden.

Ergänzend zu der Bewertung vorhandener Daten wird eine Begehung der Anlagen durchgeführt. Dabei wird ein Raumbuch erstellt, in dem Bauteile und Anlagenteile sowie die erkennbaren Baustoffe aufgeführt sind. Dabei können Erkenntnisse aus der Bewertung der vorhandenen Daten geprüft und ergänzt werden.

4.2 Probenahmeplan

Die Sichtung der bereits vorhandenen Daten und die Begehung werden nicht erschöpfend alle benötigten Daten liefern können. Zur Planung und Durchführung der sich damit ergebenden Messungen, Probenahmen und deren Analyse werden Probenahmepläne erstellt. Diese beinhalten folgende Daten:

- Gefahrstoffverdacht,
- Erkundungsmethode,
- Erkundungstiefe,
- Probenzahl,
- Untersuchungsparameter,
- Raumbuch und Pläne,
- Sekundärbelastungen,
- Auswahl und Zusammenstellung von Proben.

Weiterhin regelt der Probenahmeplan zusätzliche Randbedingungen, wie z. B. Organisation, Kennzeichnungen, Dokumentation, etc. Bei der Erstellung des Probenahmeplans werden die bereits vorhandenen Daten (Messungen, betriebliche Daten, Maßnahmen, etc.) berücksichtigt.

Die Probenahme wird dabei in zwei Phasen unterteilt. Die erste Phase ist die orientierende technische Erkundung. Sie hat zum Ziel, die Verdachtspunkte aus der Bewertung der vorhandenen Daten zu überprüfen und ein generelles Bild vom Aufbau der Bauteile und Anlagenteile sowie das Vorkommen von belasteten Baumaterialien und Bereichen (Abschnitten) zu liefern. Entsprechend werden die Verdachtsfälle zur Beprobung eingeplant.

Falls erforderlich, wird in einer zweiten Phase eine vertiefende technische Detailerkundung eingeplant. Sie hat das Ziel, die Ausdehnung und Verteilung von gefahrstoffhaltigen Materialien zu ermitteln. Dazu gehört auch die Ermittlung der Sekundärbelastung wie z. B. beim Übertritt von PCB aus Fugenmassen oder Beschichtungen oder auch Entstehung von asbesthaltigem Liegestaub.

Der zweiphasige Probenahmeplan wird im Verlauf der Maßnahmen an die Gegebenheiten und Ergebnisse angepasst.

Flächig vorhandene homogene Anwendungen von schadstoffhaltigen Baumaterialien lassen sich mit wenigen Proben oder sogar einer Einzelprobe überprüfen. Bei Einzelproben wird die Repräsentativität der Probe sichergestellt, z. B. Homogenität des Baumaterials.

Aufgrund der im Verlauf der Zeit durchgeführten Nutzungsänderungen, Modernisierungen und Veränderungen kann eine anlagenweite bzw. anlagengeländeweite Homogenität eines Baumaterials nicht vorausgesetzt werden. Auch können unter gleichartig erscheinenden Oberflächen unterschiedliche Materialien vorliegen. In Bereichen, in denen diese Änderungen nicht mehr aus den vorhandenen Daten nachvollzogen werden können, wird eine entsprechende Anzahl von Proben eingeplant. Dies gilt vor allem im Zusammenhang mit asbesthaltigen Putz- und Spachtelmassen sowie für PCB-haltige Anstriche /39/. Betroffene Bereiche werden dann entsprechend, z. B. durch Proben, eingegrenzt.

Die Auswahl der Beprobungsorte erfolgt im Hinblick auf Aussagekraft (Repräsentativität), Zugänglichkeit sowie im Hinblick auf Arbeits- und Strahlenschutz.

4.3 Probenahme

Die Probenahmen werden gemäß des Probenahmeplans durchgeführt und erfolgen ausschließlich unter Anwendung qualifizierter Probenahmeverfahren unter standardisierten Bedingungen. Diese werden im Betriebsreglement geregelt. Um die Repräsentativität der Probenahme zu gewährleisten, wird entsprechend geschultes Personal eingesetzt.

Jede Messung und Probenahme wird grundsätzlich eindeutig und systematisch gekennzeichnet.

Bei jeder Probenahme wird der Arbeits- und Strahlenschutz gewährleistet.

Für die Probenahme können in Abhängigkeit des zu beprobenden Materials, des Beprobungsziels und der Zugänglichkeit beispielsweise folgende Verfahren eingesetzt werden:

- Kratzproben von Oberflächen oder oberflächennahen Schichten (Beschichtungen),
- Span-, Fräs- und Bohrproben,
- Werk- und Baustoffproben,
- Stockerproben,

- Wischproben,
- Raumlufuproben.

Für die Probenahme werden folgende Anforderungen festgelegt:

- Die gewählte Methode muss dabei für die Probe (Material) und die Anforderungen geeignet und für den Probenahmeort repräsentativ sein.
- Es sollten bevorzugt die Probenahmeverfahren gewählt werden, die die Integrität bzw. Dichtheit des Bauwerks nicht beeinträchtigt.

Um einen Kontaminationseintrag bzw. -austrag zu vermeiden, werden nach der Probenahme alle entstandenen Öffnungen verschlossen.

Die Proben werden intern am Standort und / oder durch qualifizierte externe Labore ausgewertet. Dazu wird eine ausreichende Probenmasse zur Verfügung gestellt und entsprechend den Anforderungen vorbereitet (Homogenisierung, etc.). Es können auch Mischproben für Screening-Untersuchungen genommen werden. Dabei werden die entsprechenden Nachweisgrenzen berücksichtigt.

4.4 Probenanalyse

Die Analytik der Proben erfolgt nach den anerkannten Verfahren gemäß DIN bzw. VDI am Standort des Hereons oder durch qualifizierte externe Labore. Es wird bei der Analytik über die Nachweisgrenzen sichergestellt, dass eine sichere Einstufung in schadstofffrei und schadstoffbelastet erfolgen kann. Dies gilt im Besonderen für Mischproben bei Screening-Untersuchungen, da hier entsprechend der Probenanzahl niedrigere Nachweisgrenzen erreicht werden müssen.

4.5 Zusammenfassung und Bewertung der stofflichen Daten

Auf Grundlage der gewonnenen stofflichen Daten werden die Ergebnisse im Hinblick auf ihre Zielsetzung z. B. im Raumbuch zusammenfassend bewertet. Die Daten können schadstoffgruppenorientiert oder auch objekt- bzw. anforderungsorientiert zusammengefasst werden, wie z. B. für die Festlegung von Entsorgungszielen und -optionen oder für die Erstellung der Unterlagen zur schadlosen Entsorgung.

4.6 Dokumentation

Die Probenahme und Auswertungsergebnisse werden in geeigneter Form, eindeutig und nachvollziehbar dokumentiert.

Die Dokumentation soll sicherstellen, dass für die Bewertung der anfallenden Reststoffe ausreichend Informationen vorliegen. Aus der Dokumentation soll auch hervorgehen, welche Gefährdungen von den Reststoffen ausgehen.

Materialproben, Wischproben sowie interne Protokolle werden bis zur Dokumentation der Ergebnisse aufbewahrt. Die Dokumentation wird gegebenenfalls durch Fotos, Skizzen, Diagramme, Pläne etc. ergänzt.

4.7 Planung der Entsorgungsziele

Aufgrund der Anforderungen der verschiedenen Entsorgungsziele werden die Reststoffe entweder der Wiederverwertung, Recycling bzw. sonstigen Verwertung, einem Pfad zur geordneten schadlosen Entsorgung oder dem radioaktiven Abfall zugeordnet. Dazu werden die dazugehörigen ermittelten Analysenergebnisse herangezogen.

Bis zur tatsächlichen Durchführung der geordneten schadlosen Entsorgung bleibt die Zuordnung des Entsorgungsziels vorläufig.

5 Stoffliche Charakterisierung von radioaktiven Abfällen

Für radioaktive Abfälle erfolgt die Ermittlung der stofflichen Zusammensetzung unter Beachtung der Endlagerungsbedingungen (Konrad-Stoffliste) /10/, so, dass eine spätere Deklaration entsprechend den Vorgaben der Abfallkampagne mittels eines oder mehrerer Stoffvektoren sichergestellt ist. Dies gilt für die beim Abbau und der Zerlegung entstehenden, als auch für die bereits vorhandenen radioaktiven Abfälle sowie die zur Verpackung verwendeten bzw. vorgesehenen Behälter (Behälterlisteneinträge), sofern die stoffliche Charakterisierung nicht bereits erfolgt ist.

Wenn Stoffcodes oder Stoffvektoren verwendet werden sollen, die nicht in der Konrad-Stoffliste aufgeführt sind, wird die Aufnahme in die Konrad-Stoffliste beantragt.

Analog zur stofflichen Charakterisierung von Schadstoffen erfolgt die Durchführung der folgenden Schritte

- Sichtung der vorhandenen Dokumentation
- Erstellung eines Probenahmeplans
- Durchführung der Probennahme
- Probenanalyse
- Bewertung und Dokumentation

Die stoffliche Charakterisierung von radioaktiven Abfällen wird bereits vor dem Abbau bzw. der Zerlegung begonnen, z. B. im Rahmen der radiologischen Charakterisierung. Es wird allerdings erwartet, dass die stoffliche Charakterisierung der radioaktiven Abfälle im Wesentlichen im Rahmen des Abbaus, der Zerlegung und der Konditionierung erfolgt, z. B. für radioaktive Abfälle aus externer Behandlung oder auch für radioaktive Sekundärabfälle.

5.1 Sichtung der vorhandenen Dokumentation

Aus der vorhandenen Dokumentation der Anlagen und Anlagenteile können verwendete Materialien und Werkstoffe mit bekannter Zusammensetzung bestimmt werden (z. B. verschiedene Stähle, Zusammensetzung der Lacke und Behälter bei Konrad-Containern, etc.). Dazu zählen im Wesentlichen die Systempläne, Inventar- und Materiallisten. Aufgrund der vorhandenen Daten werden entsprechende Probenahmen geplant (Probenahmeplan).

5.2 Erstellung eines Probenahmeplans

Es wird ein Probenahmeplan erstellt, in dem repräsentative Probenahmen für radioaktive Abfälle eingeplant werden. Dies beinhaltet auch die Anzahl, die Art der Probe und Art der Probenahme (geeignete Methode, Repräsentativität, Herstellung von Mischproben, etc.). Während des Voranschreitens des Abbaus wird erwartet, dass der Probenahmeplan sukzessiv durch neue Probenahmen erweitert und ergänzt wird. Bereits vorhandene Daten werden dabei berücksichtigt.

5.3 Durchführung der Probennahme

Die Probenahmen werden gemäß den Vorgaben des Probenahmeplans durchgeführt und erfolgen ausschließlich unter Anwendung qualifizierter Probenahmeverfahren unter standardisierten Bedingungen. Es gelten hier im Wesentlichen die Aussagen des entsprechenden Kapitels 4.3 für die stoffliche Charakterisierung der Schadstoffe. Im Fall der Abfallcharakterisierung beschränkt sich die Probennahme auf Materialproben.

5.4 Probenanalyse

Die Analyse der Proben erfolgt nach den anerkannten Verfahren gemäß DIN bzw. VDI am Standort des Hereons oder in externen qualifizierten Laboren. Die Auswertung der Analysen erfolgt im Hinblick auf die erforderlichen Angaben und Stoffgruppen, die durch die in der gehobenen wasserrechtlichen Erlaubnis zur Endlagerung von radioaktiven Abfällen im Endlager Konrad genannten Anforderungen /10/ spezifiziert sind. Die Ergebnisse werden dokumentiert und sind die Grundlage für die stofflichen Charakterisierungen weiterer radioaktiver Abfälle.

5.5 Bewertung und Dokumentation

Die Ergebnisse der Analysen und vorhandenen Daten der radioaktiven Abfälle werden den betreffenden Abfallgebinden zugeordnet und gemäß ihrer anteiligen Masse im Abfallgebinde berücksichtigt. Die resultierenden stofflichen Daten aller radioaktiven Abfälle eines Gebindes werden in der Abfallgebindedokumentation für das Endlager dokumentiert.

6 Schutzmaßnahmen

6.1 Arbeitssicherheit

Für die FRG, das HL und die Zerlegehalle RDB-OH ist eine Fachkraft für Arbeitssicherheit benannt, die bereits in die Planung von Arbeiten einbezogen wird. Durch entsprechende Festlegungen von Maßnahmen bezüglich der Arbeitssicherheit im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens sollen Gefahren für das Personal beherrscht und minimiert sowie deren Sicherheit bzw. Gesundheit bei der Arbeit gewährleistet werden. Hierfür werden die Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) /33/ und die einschlägigen Vorschriften der konventionellen Arbeitssicherheit der Berufsgenossenschaften, DIN usw. in allen Bereichen eingehalten, in denen Personal tätig ist bzw. sich aufhält.

Bezüglich der Probenahme von Schad- und Gefahrstoffen werden entsprechende Schutzmaßnahmen (unter anderem auch bezüglich Kontaminationsverschleppung, siehe unten) getroffen und die einzusetzende persönliche Schutzausrüstung festgelegt.

6.2 Strahlenschutz

Bei der radiologischen Charakterisierung werden u. a. Kontaminationen und Dosisleistungen ermittelt. Die ermittelten Kontaminationen dienen dabei zur Planung von Maßnahmen gegen Kontaminationsverschleppung als auch Maßnahmen gegen die Inkorporation des Personals mit entstehenden luftgetragenen Partikeln. Je nach Kontaminationsgrad, Materialien und Bearbeitungs- bzw. Behandlungstätigkeit werden unterschiedliche Maßnahmen eingeplant, wie z. B. Abkleben, Verpackung, Dekontamination, Absaugung, Einhausungen mit Luftfilter, Atemschutz etc.

Die ermittelten Dosisleistungen dienen zur Planung der Minimierung der Dosisleistung des Personals als auch der Bevölkerung (z. B. Dosis am Anlagenzaun) und beinhaltet z. B. die Planung von Tätigkeitsabläufen, erforderliche Abschirmungen, Einsatz von Fernhandlung etc.

Die entsprechenden Festlegungen von Maßnahmen werden im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens durch den Strahlenschutzbeauftragten festgelegt und stellen sicher, dass die Strahlenschutzgrundsätze, Dosisbegrenzung gemäß § 9 StrlSchG /40/ sowie Vermeidung unnötiger

Strahlenexposition und Dosisreduzierung für Mensch und Umwelt gemäß § 8 StrlSchG, eingehalten werden, siehe auch /41/.

Durch die Strahlenschutzmaßnahmen wird der Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung beim Abbau der FRG des HL und der Zerlegung des RDB-OH gewährleistet.

Literatur und verwendete Gesetze

- /1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz – AtG) vom 23.1.1959 (BGBl. I S.814) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530).
- /2/ Antragsschreiben – Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors der Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material und Küstenforschung GmbH, 21. März 2013.
- /3/ Präzisierungsschreiben – Präzisierung zum Antrag nach § 7 Abs. 3 AtG auf Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors der Helmholtz-Zentrum Geesthacht Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH vom 21. März 2013, 9. September 2016.
- /4/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des AtG (Atomrechtliche Verfahrensverordnung – AtVfV) vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428).
- /5/ Sicherheitsbericht – Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH, Rev. 2, 1. November 2016.
- /6/ Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen – Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG), vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), zuletzt geändert durch Artikel 15 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3146).

- /7/ Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein (LBO) vom 22. Januar 2009, zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 1. Oktober 2019 (GVOBl. Schl.-H. S. 398).
- /8/ Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Chemikaliengesetz – ChemG), in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. August 2013 (BGBl. I S. 3498, 3991), zuletzt geändert durch Artikel 115 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).
- /9/ Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung - GefStoffV) vom 26. November 2010 (BGBl. I S. 1643, 1644), zuletzt geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 21. Juli 2021 (BGBl. I S. 3115).
- /10/ Endlager Konrad Fachbereich – Sicherheit nuklearer Entsorgung: Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014), inklusive Korrekturen Endlagerungsbedingungen Konrad, Stand Dezember 2014, vom Februar 2015, SE-IB-29/08-REV-2.
- /11/ Herausgabekonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffes Otto-Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-11.
- /12/ Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034), zuletzt geändert durch Artikel 83 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).
- /13/ Leitfaden zur Stilllegung, zum sicheren Einschluss und zum Abbau von Anlagen oder Anlagenteilen nach § 7 Atomgesetz, 23. Juni 2016 (BAnz AT 19.07.2016 B7).
- /14/ Leitfaden für die praktische Umsetzung des § 29 Strahlenschutzverordnung (Freigabeleitfaden), Fachverband für Strahlenschutz e.V., Arbeitskreis Entsorgung Ausgabe 3, 08.12.2005.

- /15/ Handbuch Reaktorsicherheit und Strahlenschutz 3-43.2: Richtlinie für den Strahlenschutz des Personals bei Tätigkeiten der Instandhaltung, Änderung, Entsorgung und des Abbaus in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen, Teil 2: Die Strahlenschutzmaßnahmen während des Betriebs und der Stilllegung einer Anlage oder Einrichtung (IWRS II), BfS, 17. Januar 2005.

- /16/ Empfehlung zu Inkorporationsschutz und -überwachung beim Rückbau kerntechnischer Anlagen, Fachverband für Strahlenschutz e.V., Arbeitskreis Inkorporationsüberwachung (AKI), 10.06.2013.

- /17/ Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden (PCB-Richtlinie), vom September 1994.

- /18/ Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden, vom Januar 1996.

- /19/ Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden, vom Oktober 1996.

- /20/ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgerätegesetz - ElektroG), vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1739), zuletzt geändert durch Artikel 23 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).

- /21/ Technische Regeln für Gefahrstoffe 519, Asbest Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten, Januar 2014, GMBI 2014 S. 164-201 v. 20.3.2014 [Nr. 8/9], zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2019 S. 786-798 [Nr. 40] (vom 17.10.2019).

- /22/ Technische Regeln für Gefahrstoffe 521, Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle, Februar 2008.

- /23/ Technische Regeln für Gefahrstoffe 524, Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in kontaminierten Bereichen, Februar 2010, GMBI 2010 Nr. 21 S. 419-450 (01.04.2010), zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2011 S. 1018-1019 [Nr. 49-51].
- /24/ Technische Regeln für Gefahrstoffe 551, Teer und andere Pyrolyseprodukte aus organischem Material August 2015, GMBI 2015 S. 1066-1083 [Nr. 54] (vom 06.10.2015), geändert und ergänzt: GMBI 2016, S 8-10 [Nr. 1] (vom 27.01.2016).
- /25/ Technische Regeln für Gefahrstoffe 905, Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe, März 2016, GMBI 2016 S. 378-390 [Nr. 19] vom 03.05.2016, zuletzt geändert und ergänzt: GMBI 2021 S. 899 [Nr. 41] vom 13.07.2021.
- /26/ Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung – ChemVerbotsV), vom 20. Januar 2017 (BGBl. I S. 94), zuletzt geändert durch Artikel 300 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).
- /27/ Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle und halogenerter Monomethyldiphenylmethane (Artikel 1 der Verordnung über die Entsorgung polychlorierter Biphenyle, polychlorierter Terphenyle sowie halogenerter Monomethyldiphenylmethane und zur Änderung chemikalienrechtlicher Vorschriften) (PCB/PCT Abfallverordnung - PCBAbfallV), vom 26. Juni 2000 (BGBl. I S. 932), zuletzt geändert durch Artikel 5 Absatz 21 des Gesetzes vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212).
- /28/ Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV), vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), zuletzt geändert durch Artikel 120 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328).

- /29/ Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung – DepV) vom 27. April 2009 (BGBl. I S. 900), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598).

- /30/ Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 17.5.2013 (BGBl. I S. 1274), zuletzt geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436).

- /31/ Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen (Baustellenverordnung - BaustellV) vom 10. Juni 1998 (BGBl. I S. 1283), zuletzt geändert durch Artikel 27 des Gesetzes vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966).

- /32/ Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG), vom 7. August 1996 (BGBl. I S. 1246), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3334).

- /33/ Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung - ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl. I S. 2179), zuletzt geändert durch Artikel 4 des Gesetzes vom 22. Dezember 2020 (BGBl. I S. 3334).

- /34/ Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, vom 30. Dezember 2006 (Abl. L 396 S. 1).

- /35/ Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, vom 16. Dezember 2008 (Abl. L 353 S. 1).

- /36/ DIN ISO 7503-1: Bestimmung der Radioaktivität - Messung und Bewertung der Oberflächenkontamination - Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO/CD 7503-1:2016), 2017-12.

- /37/ DIN 25440: Klassifikation der Räume des Kontrollbereichs in kerntechnischen Anlagen und Einrichtungen nach Ortsdosisleistungen, Juni 2021.

- /38/ DIN 25457: Aktivitätsmessverfahren für die Freigabe von radioaktiven Stoffen und kerntechnischen Anlagenteilen, Teil 1: Grundlagen (Dezember 2014), Teil 6: Bauschutt und Gebäude (Juli 2018), Teil 7: Bodenflächen und Bodenaushub (August 2017).

- /39/ Asbesthaltige Putze, Spachtelmassen und Fliesenkleber in Gebäuden – Diskussionspapier zu Erkundung, Bewertung und Sanierung, VDI und Gesamtverband Schadstoffsanierung e.V., Juni 2015.

- /40/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG), vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Mai 2021 (BGBl. I S. 1194).

- /41/ Strahlenschutzkonzept – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffes Otto-Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-08.