

## Zerlegekonzept des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn

### 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-16

Helmholtz-Zentrum Geesthacht  
Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH  
Zentralabteilung Forschungsreaktor  
Max-Planck-Straße 1  
21502 Geesthacht

Datum: 20. September 2022

Revision: 3

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

## Änderungsverzeichnis

Revision	Datum	Änderungsgrund
0	22.11.2017	Erstellung
1	15.11.2018	Berichtsnummer auf dem Deckblatt ergänzt. Korrekturbedarf aus der Stellungnahme des Gutachters zur Rev. 0 vom 06.07.2018 übernommen. Begriffsbestimmung sowie Literatur und verwendete Gesetze angepasst.
2	11.12.2020	Aktualisierung aufgrund der Novellierung der Strahlenschutzverordnung 29.11.2018 (Begriffsbestimmungen, diverse Kapitel, Literatur und verwendete Gesetze). Ergänzungen und Aktualisierung Begriffsbestimmungen sowie Literatur und verwendete Gesetze.
3	20.09.2022	Entfernung des Kapitels 5 „Transportlogistik“ aufgrund doppelter Beschreibung im Erläuterungsbericht „Transport- und Logistikkonzept“ /8/.

Dieser Bericht wurde in Zusammenarbeit mit den Firmen

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



**Höfer und Bechtel GmbH**  
Ostring 1  
63533 Mainhausen



erstellt.

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	6
Begriffsbestimmungen	8
1 Einleitung	12
2 Randbedingungen und Grundsätze der Zerlegung	14
2.1 Randbedingungen und Voraussetzungen für die Zerlegung	14
2.2 Betriebsreglement	15
2.3 Minimierung der Personendosis	15
2.4 Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen	16
2.5 Reduzierung der Brandlasten	16
2.6 Reduzierung der Schadstofffreisetzung	16
2.7 Nutzung bewährter Verfahren und Geräte	16
2.8 Maßnahmen zur Minimierung von radioaktiven Reststoffen	16
2.9 Maßnahmen zur Reduzierung von radioaktiven Abfällen	17
3 Schutzmaßnahmen	18
3.1 Arbeitssicherheit	18
3.2 Brandschutz	18
3.3 Strahlenschutz	19
4 Zerlegegeräte, -komponenten und -verfahren	20
4.1 Standardgeräte und fernhantierte Werkzeuge	20
4.2 Verpackungsmanipulator	21
4.3 Plasma-Schneidmodul	23
4.4 CAMC-Modul (Contact Arc Metal Cutting)	25
4.5 Autogen-Brennschneidmodul	26
4.6 Sägetisch	27
4.7 Seilsäge	28
4.8 Hilfsbrücke	29
4.9 Abschirmglocke	30
4.10 Abschirmkulissee für MOSAIK®-Behälter	31
4.11 Abschirmkulissee für Konrad-Container	33
4.12 Mobile Abschirmungen	34
4.13 Trocknungs- und Beheizungsanlage für MOSAIK®-Behälter	34
4.14 Videotechnik	35
4.15 Abgeschirmte Filtereinheiten	36
4.16 Mobile Filteranlagen	38
4.17 Mobile Arbeits- und Dekontaminationszelle	39
4.18 Abwasser-Tank-Container	39
4.19 Hebezeuge und sonstige Lastaufnahmemittel	41
5 Baustelleneinrichtung	42
6 Zerlegung RDB-OH	43
6.1 Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre	44
6.2 Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen	45
6.3 Ausbau des RDB-Deckels	47
6.4 Ausbau des Stützgerüsts	48
6.5 Ausbau des Dampferzeugers	49
6.6 Zerlegung der Kerneinbauten	50

6.7	Zerlegung der Einbauten im Schildtank	53
6.8	Zerlegung des RDB	54
6.9	Zerlegung des Schildtanks	56
7	Rückzugskonzept, Restabbau und Dekontamination der Zerlegehalle und des Betonschachts	57
7.1	Abwassersystem	57
7.2	Betonschacht	58
7.3	Lüftungssystem	58
7.4	Restabbau, Dekontamination und Rückzug	59
7.5	Werkzeuge und Hilfsgeräte	60
	Literatur und verwendete Gesetze	61

## **Anlagen**

Anlage 1: Lageplan, Grundriss, Schnitte und Ansichten der geplanten Zerlegehalle

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1:	Aufbau des Verpackungsmanipulators	22
Abbildung 4-2:	Plasma-Schneidmodul am Verpackungsmanipulator	24
Abbildung 4-3:	Plasma-Schneidmodul im Unter-Wasser-Einsatz	24
Abbildung 4-4:	CAMC-Modul am Verpackungsmanipulator	25
Abbildung 4-5:	CAMC-Schneidmodul im Unter-Wasser-Einsatz	26
Abbildung 4-6:	Autogen-Brennschneidmodul	27
Abbildung 4-7:	Autogen-Brennschneidmodul am Verpackungsmanipulator	27
Abbildung 4-8:	Sägetisch mit Klemmpratzen	28
Abbildung 4-9:	Seil einer Seilsäge /12/	29
Abbildung 4-10:	Aufbau der Hilfsbrücke	30
Abbildung 4-11:	Beispielfoto einer vergleichbaren Hilfsbrücke	30
Abbildung 4-12:	Abschirmglocke /13/	31
Abbildung 4-13:	Abschirmkulissee für MOSAIK®-Behälter /13/	32
Abbildung 4-14:	Abschirmkulissee für Konrad-Container	33
Abbildung 4-15:	Trocknungs- und Beheizungsanlage für MOSAIK®-Behälter	35
Abbildung 4-16:	Filtereinheit mit Fernhantierdeckel und 50 mm Bleiabschirmung	37
Abbildung 4-17:	Mobiles Arbeits- und Dekontaminationszelt mit Zugangsschleuse	39
Abbildung 4-18:	Tank-Container für flüssige radioaktive Stoffe (LSA II) /15/	40
Abbildung 6-1:	Aufbau und Komponenten des RDB-OH	43
Abbildung 6-2:	Zustand nach Ausbau der Hauptkühlmittelpumpe, Setzen des Dichtstopfens und Fluten des Pumpenrohrs	45
Abbildung 6-3:	Steuerelement-Antriebsstangen ausgebaut; RDB bis Unterkante des Stützgerüsts geflutet	46
Abbildung 6-4:	RDB-Deckel geöffnet	47
Abbildung 6-5:	Stützgerüst ausgebaut	48
Abbildung 6-6:	Dampferzeuger ausgebaut; RDB bis Schildtankdecke geflutet	50
Abbildung 6-7:	Aufbau und Komponenten der Kerneinbauten	51
Abbildung 6-8:	Zustand nach der Zerlegung der Kerneinbauten	52
Abbildung 6-9:	Zustand nach Entfernung der Einbauten des Schildtanks	53
Abbildung 6-10:	Schussweise Zerlegung des RDB im Betonschacht	55
Abbildung 6-11:	Zustand nach der Zerlegung des RDB	56

## Abkürzungsverzeichnis

ADR	Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par Route)
ArbStättV	Arbeitsstättenverordnung
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes
Bq	Bequerel, Maßeinheit der Aktivität
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAMC	Metall-Lichtbogenschneiderverfahren (contact arc metal cutting)
DIN	Deutsches Institut für Normung
DL	Dosisleistung
etc.	et cetera
evtl.	eventuell
EWN	Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH
FRG	Forschungsreaktoranlage Geesthacht
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht - 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht - 2
ggf.	gegebenenfalls
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HAKONA	Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung
Hereon	Helmholtz-Zentrum hereon GmbH

HL	Heißes Labor
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
KTE	Kerntechnische Entsorgung Karlsruhe GmbH
Mg	Mega Gramm – SI-Maßeinheit für 1.000.000 g, ehemals metrische Tonne
RDB-OH	Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
Sv	Sievert, Maßeinheit verschiedener gewichteter Strahlendosen
usw.	und so weiter
UV	Ultraviolett
VA	Versuchsschmelze Austenit Synonym für Edelstahl, rostfrei (z. B. Werkstoff 1.4301)
z. B.	zum Beispiel

## **Begriffsbestimmungen**

Abbau	Der Abbau einer kerntechnischen Anlage umfasst die Beseitigung von Strukturen (Gebäuden, Systeme, Komponenten), die Regelungsgegenstand der Genehmigung zur Errichtung und zum Betrieb der Anlage nach § 7 Abs. 1 AtG waren oder entsprechend zu bewerten sind.
Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden müssen, ausgenommen Ableitungen im Sinne der §§ 99 und 102 StrlSchV.
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	Zerlegung, Sortierung, Sammlung, vorübergehende Lagerung während der Bearbeitung und Dekontamination von radioaktiven Reststoffen sowie Aktivitätsmessungen an radioaktiven Reststoffen.
Behandlung	Verarbeitung von radioaktiven Abfällen zu Abfallprodukten (z. B. durch Kompaktieren, Zementieren, Trocknen und das Verpacken der Abfallprodukte).
Dekontamination	Beseitigung oder Verminderung einer Kontamination.
Endlager	Anlage zur Endlagerung radioaktiver Abfälle, in der radioaktive Abfälle wartungsfrei, zeitlich unbefristet und sicher geordnet beseitigt werden.
Forschungsreaktoranlage	Die Forschungsreaktoranlage (FRG) besteht aus dem FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2.
Fortluft	In das Freie abgeführte Abluft.



Freigabe	<p>Freigaben können erfolgen, wenn durch die freizugebenden Stoffe für Einzelpersonen der Bevölkerung nur eine effektive Dosis im Bereich von 10 <math>\mu</math>Sv im Kalenderjahr auftreten kann. Dies ist als erfüllt anzusehen, wenn die in der StrlSchV für die verschiedenen Freigabearten aufgeführten Freigabewerte (§§ 31 – 42 StrlSchV in Verbindung mit Anlage 4 Tabelle 1 Spalten 3, 6 – 14 gegebenenfalls in Verbindung mit Spalte 5) und soweit zutreffend die in der Anlage 8 Teil A Nummer 1 und Teile B – G der StrlSchV aufgeführten Festlegungen zur Freigabe, eingehalten werden.</p> <p>Freigegebene Stoffe können als nicht radioaktive Stoffe verwendet, verwertet, beseitigt, innegehabt oder an einen Dritten weitergegeben werden.</p>
Freigabewert	<p>Wert der massen- oder flächenspezifischen Aktivität gemäß Tabelle 1 Anlage 4 StrlSchV, bei deren Unterschreitung eine Freigabe gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV zulässig ist.</p>
Freimessung	<p>Aktivitätsmessung, deren Ergebnis durch Vergleich mit den vorgegebenen Freigabewerten eine Entscheidung über die Freigabe des Materials ermöglicht.</p>
Hilfsbühne	<p>Stahl-, bzw. Aluminiumrohrkonstruktion mit Arbeitsplattform am RDB, um Arbeitsabläufe beim Abbau und die Erreichbarkeit des RDB zu verbessern.</p>
Konditionierung	<p>Behandlung radioaktiver Abfälle zur Herstellung lagerfähiger Gebinde.</p>
Kontrollbereich	<p>Bereich, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 Millisievert oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 15 Millisievert für die Augenlinse oder 150 Millisievert für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 150 Millisievert erhalten können.</p>

Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Stoffe, sich ohne äußere Einwirkung umzuwandeln und dabei eine charakteristische Strahlung auszusenden.
Reststoffe, nicht radioaktiv	Bei der Stilllegung und dem Abbau anfallende Stoffe, bewegliche Gegenstände, Anlagen und Anlagenteile, die weder kontaminiert noch aktiviert sind.
Reststoffe, radioaktiv	<p>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. Der Reststoff in diesem Sinne kann</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• in der eigenen oder einer anderen Anlage verwertet werden, wobei radioaktive Abfälle anfallen können oder</li><li>• sofort oder nach Abklinglagerung nach §§ 31 – 42 StrlSchV freigegeben werden.</li></ul>
Rückzug	Vorgehensweise für den Restabbau und die Freimessung der Gebäude mit dem Ziel, freigemessene Gebäudebereiche nicht mehr routinemäßig betreten zu müssen, um eine erneute Kontamination dieser Gebäudebereiche zu vermeiden.
Sekundärabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Stilllegungsbetrieb und beim Abbau durch zusätzlich in die Anlage eingebrachte Materialien bzw. bei der Verarbeitung von radioaktiven Reststoffen oder bei der Behandlung von radioaktiven Abfällen entstehen.

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 ande-rerseits.
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	Betriebliche Bereiche, die nicht zum Kontrollbereich gehören, in dem Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 Millisievert oder eine Organ-Äquivalentdosis von mehr als 50 Millisievert für die Hände, die Unterarme, die Füße oder Knöchel oder eine lokale Hautdosis von mehr als 50 Millisievert er-halten können.
Wiederkehrende Prüfungen	Prüfungen, die aufgrund von Rechtsvorschriften, Auflagen der zuständigen Behörden oder aufgrund anderweitiger Festlegun-gen im Allgemeinen in regelmäßigen Zeitabständen oder auf-grund bestimmter Ereignisse durchgeführt werden.

## **1 Einleitung**

Auf dem Gelände des Helmholtz-Zentrums hereon GmbH (Hereon), vormals Helmholtz-Zentrum Geesthacht, Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG), in unmittelbarer Nähe zur Betriebsstätte der Forschungsreaktoranlage Geesthacht, befindet sich der kernbrennstofffreie Reaktordruckbehälter mit Schildtank des Nuklearschiffs Otto Hahn (RDB-OH). Dieser wurde im Juni 1981 im Hamburger Hafen ausgebaut und zur Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH (GKSS), des heutigen Hereons, transportiert und seitdem in einem eigens dafür errichteten Schachtbauwerk (Betonschacht) gelagert.

Im Rahmen der „Denuklearisierung“ des Standorts Hereon soll der RDB-OH vor Ort zerlegt werden. Hierfür wird über dem bestehenden Betonschacht eine überwiegend oberirdische Zerlegehalle errichtet.

Die Zerlegung des Reaktordruckbehälters mit Schildtank soll zusammen mit dem Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) im Rahmen einer einzigen und umfassenden Stilllegungs- und Abbaugenehmigung nach § 7 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) /1/ durchgeführt 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 und des Heißen Labors 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 vorliegende Erläuterungsbericht vertieft die Informationen des Sicherheitsberichts bzgl. der Thematik Zerlegekonzept des RDB-OH. Er stellt Randbedingungen und Grundsätze der Zerlegung sowie anzuwendende Schutzmaßnahmen dar und beschreibt die vorgesehenen Abbaugeräte, -komponenten, -verfahren und Baustelleneinrichtungen sowie die eigentliche Zerlegung des RDB-OH, den Restabbau und die Dekontamination der Zerlegehalle und des Betonschachts im Rahmen des Rückzugskonzepts.

Nach der Zerlegung des RDB-OH ist vorgesehen, die Zerlegehalle aus dem Regelungsbereich des AtG zu entlassen. Hierzu sollen, wenn erforderlich, die Systeme und Anlagenteile der Zerlegehalle abgebaut werden. Radioaktive Reststoffe, die beim Abbau der Zerlegehalle

entstehen und bei denen eine Dekontamination nicht möglich oder nicht sinnvoll ist, werden dem radioaktiven Abfall zugeordnet. Für die verbleibenden Gebäudestrukturen und das Anlagengelände ist die uneingeschränkte Freigabe gemäß Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /6/ vorgesehen, so dass diese im Anschluss zur anderweitigen Nutzung oder zum konventionellen Abriss bereit stehen. Falls eine uneingeschränkte Freigabe nicht möglich ist, erfolgt für die entsprechenden Gebäudestrukturen die spezifische Freigabe von Gebäuden zum Abriss.

## **2 Randbedingungen und Grundsätze der Zerlegung**

Für die Zerlegung des RDB-OH ist der Neubau einer Zerlegehalle über dem vorhandenen Schacht mit dem RDB-OH geplant. Die geplante Zerlegehalle beinhaltet einen Kontrollbereich in dem die Zerlegung des RDB und Verpackung der Bestandteile durchgeführt werden soll. Die Zerlegehalle ist dabei ein wesentlicher Bestandteil des Vorhabens um die Schutzziele „Einschluss radioaktiver Stoffe“ und „Reduzierung der Dosisbelastung“ zu erfüllen. Das entsprechende Errichtungs- und Betriebskonzept zum Neubau der geplanten Zerlegehalle ist in einem separaten Erläuterungsbericht /7/ beschrieben. Die erforderliche Transportlogistik ist im Erläuterungsbericht „Transport- und Logistikkonzept“ /8/ beschrieben.

### **2.1 Randbedingungen und Voraussetzungen für die Zerlegung**

Als Voraussetzung für die Zerlegung des RDB-OH sind die nachfolgenden Randbedingungen zu gewährleisten:

- Die für die Zerlegung des RDB-OH benötigte Zerlegehalle ist über dem bestehenden Betonschacht errichtet. Der Betonschacht ist baulich mit der neuen Zerlegehalle verbunden und mit der erforderlichen Infrastruktur sowie einem Kontrollbereich für den Umgang mit offenen sonstigen radioaktiven Stoffen ausgestattet.
- Die für die Zerlegung benötigten Systeme und Einrichtungen sind geprüft und in Betrieb gesetzt oder betriebsbereit. Dabei handelt es sich im Einzelnen um:
  - Personen- und Materialschleuse,
  - Strahlenschutzeinrichtungen,
  - Strahlenschutzinstrumentierung,
  - Brandschutzeinrichtungen,
  - Brandmeldeeinrichtungen,
  - Lüftungsanlagen (mit HEPA Fortluftfilter H13 und Fortluftüberwachung),
  - Wasserversorgung,
  - Abwasserentsorgung (Abwasser-Tank-Container),
  - Energieversorgung,
  - Leittechnik,
  - Beleuchtungseinrichtungen,
  - Kommunikationseinrichtungen,
  - Druckluft,

- Transportmittel und Hebezeuge.
  
- Nach Abschluss der baulichen Maßnahmen zur Herstellung der Zerlegehalle erfolgt ein Inspektions- und Probenahmeprogramm im RDB-OH zur Verifizierung der technischen und radiologischen Randbedingungen der Zerlegeplanung.
  
- Vor dem Beginn der Zerlegung des RDB-OH einschließlich der Einbauten wird eine Abnahme und Funktionsprüfung mit allen Zerlege- und Verpackungseinrichtungen durchgeführt.

## **2.2 Betriebsreglement**

Zur Sicherstellung des Schutzes des Personals, der Bevölkerung und der Zerlegehalle wird der Anwendungsbereich des Restbetriebshandbuchs (RBHB) der FRG/HL auf die Zerlegehalle RDB-OH ausgedehnt und das RBHB entsprechend angepasst. Damit finden die entsprechenden Betriebsordnungen (Strahlenschutz-, Arbeitsschutz-, Brandschutz-, Objektschutz-, Abbau- und Zerlegeordnung etc.) sowie das Arbeitserlaubnisverfahren für die Zerlegetätigkeiten am RDB-OH Anwendung.

## **2.3 Minimierung der Personendosis**

Die Schutzmaßnahmen, die zur Minimierung der Personendosis angewendet werden, sind nachfolgend aufgelistet:

- Dekontamination von Anlagenteilen und / oder Arbeitsbereichen,
- Einsatz von Abschirmungen (z. B. Abschirmwände, Bleimatten),
- Einrichtung von Schuhwechsellzonen,
- Auswahl von Zerlege- und Dekontaminationsverfahren mit möglichst geringem Aerosolaustrag,
- Einrichtung von Einhausungen (Arbeitszelte) in Verbindung mit mobilen Filteranlagen mit Aerosolfiltern,
- Fernhantierung,
- Fernbedienung.

Für Tätigkeiten, die in Bereichen mit Staubentwicklung durchgeführt werden sollen, werden Staubmasken oder P3-Filtermasken eingesetzt.

#### **2.4 Vermeidung von Kontaminationsverschleppungen**

Durch das errichtete Lüftungssystem und die Auswahl der Luftführung wird die Ausbreitung luftgetragener Kontamination bei der Zerlegung auf die Zerlegebereiche beschränkt. Die Verschleppung von Kontamination durch Personen oder Arbeitsgeräte wird durch entsprechende Strahlenschutzmaßnahmen an den Übergängen der Strahlenschutzbereiche und durch die luft- und gebäudetechnischen Barrieren, ggf. temporäre Barrieren zwischen den Verkehrsbe-  
reichen und den unterschiedlich eingestuftten Arbeitsbereichen (Abbau- Interventionsbereiche usw.) beherrscht.

#### **2.5 Reduzierung der Brandlasten**

Im Rahmen der Zerlegung werden alle Brandlasten so gering wie möglich gehalten und je nach Möglichkeit weiter reduziert.

#### **2.6 Reduzierung der Schadstofffreisetzung**

In den Zerlegebereichen, in denen Trenn-, Stemm- oder Abbrucharbeiten mit Staubentwicklung und / oder Aerosolbildung durchgeführt werden, werden Staubbarrieren, z. B. Zelteinhausungen oder Folienabschlüsse aufgebaut. Bei hoher Staubentwicklung wird eine Absaugung am Entstehungsort mit mobilen Filtergeräten eingesetzt.

#### **2.7 Nutzung bewährter Verfahren und Geräte**

Für die Zerlegung des RDB-OH ist die Nutzung industrieerprobter Verfahren und Geräte vorgesehen, die sich bei ähnlichen Abbauprojekten bewährt haben.

#### **2.8 Maßnahmen zur Minimierung von radioaktiven Reststoffen**

Bei der Zerlegung des RDB-OH wird das Ziel verfolgt, den Anfall radioaktiver Reststoffe zu minimieren. Dies wird durch die Auswahl geeigneter Einrichtungen und Geräte zur



Durchführung der Abbaumaßnahmen und durch das Vermeiden des Einbringens von nicht benötigten Materialien in den Kontrollbereich, wie z. B. Verpackungen, erreicht.

## **2.9 Maßnahmen zur Reduzierung von radioaktiven Abfällen**

Bei der Zerlegung des RDB-OH wird das Ziel verfolgt, den Anfall radioaktiver Abfälle so gering wie sinnvoll möglich zu halten. Folgende Maßnahmen zur Reduzierung des radioaktiven Abfallvolumens werden im Einzelnen angewendet:

- Vor Beginn der Zerlegetätigkeiten werden die anfallenden Reststoffe charakterisiert und der optimale Entsorgungsweg festgelegt.
- Bei der Zerlegung aktivierter bzw. kontaminierter Anlagenteile werden Techniken mit möglichst geringen Aktivitätsfreisetzungen angewendet.
- Während der Durchführung der Zerlegetätigkeiten werden die unterschiedlichen Reststoffe am Entstehungsort getrennt gesammelt, um Querkontaminationen zu vermeiden.
- Stellen an ausgebauten Anlagenteilen, von denen man weiß, dass sie stärker kontaminiert sind als die restlichen Stellen, werden abgetrennt und separat gesammelt.
- Kontaminierte Anlagenteile werden dekontaminiert, um sie anschließend der Freigabe zuzuführen.

### **3 Schutzmaßnahmen**

#### **3.1 Arbeitssicherheit**

Für die Zerlegehalle 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) /9/ und die einschlägigen Vorschriften der konventionellen Arbeitssicherheit der Berufsgenossenschaften, DIN usw. in allen Bereichen eingehalten, in denen Personal tätig ist bzw. sich aufhält.

#### **3.2 Brandschutz**

Die Brandschutzeinrichtungen der Zerlegehalle entsprechen dem Stand der Technik und den einschlägigen Regeln. Darüber hinaus ist ein Brandschutzbeauftragter benannt, der bereits in die Planung von Arbeiten einbezogen wird. Durch entsprechende Festlegungen von Maßnahmen bezüglich des Brandschutzes im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens sollen die folgenden Schutzziele erfüllt werden:

- Rettung und Flucht von Menschen im Brandfall,
- Vermeidung bzw. Minimierung von Aktivitätsfreisetzungen im Brandfall,
- Vorbeugung gegen Entstehung und Ausbreitung von Schadensfeuern,
- Rechtzeitige Erkennung und wirksame Bekämpfung bei Auftreten eines Brandes.

Außerdem werden folgende Ziele berücksichtigt:

- Anfallendes Löschwasser wird so aufgefangen und entsorgt, dass keine unzulässigen Belastungen für die Umgebung der Anlage entstehen. Der Betonschacht erhält hierfür eine qualifizierte wasserdichte Beschichtung.
- Die Betriebssicherheit von Brandschutzeinrichtungen wird durch Wiederkehrende Prüfungen gewährleistet.
- Es werden ausreichend betriebliche Brandschutzmaßnahmen getroffen.

Detaillierte Darstellungen zum Brandschutz befinden sich im Erläuterungsbericht Brandschutzkonzept /10/, in den Feuerwehrplänen sowie in der Brandschutzordnung, die bei Änderungen ständig angepasst werden und somit zu jeder Zeit den aktuellen Status wiedergeben.

### **3.3 Strahlenschutz**

Durch entsprechende Maßnahmen bezüglich des Strahlenschutzes wird der Schutz der Bevölkerung, der Umwelt und des Personals vor radioaktiven Stoffen und ionisierender Strahlung bei der Zerlegung des RDB-OH gewährleistet. Durch entsprechende Festlegungen von Maßnahmen bezüglich des Strahlenschutzes im Rahmen des Arbeitserlaubnisverfahrens durch den Strahlenschutzbeauftragten sollen die Strahlenschutzgrundsätze Dosisbegrenzung gemäß § 9 StrlSchG /11/ sowie Vermeidung unnötiger Strahlenexposition und Dosisreduzierung für Mensch und Umwelt gemäß § 8 StrlSchG /11/ eingehalten werden.

Die wesentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes sind:

- Festlegung und Überwachung der Strahlenschutzbereiche,
- Strahlenschutzüberwachung, einschließlich der Abwicklung des Freigabeverfahrens,
- Strahlenschutzplanung, einschließlich Dosisabschätzung und Reststoffmanagement,
- Strahlungs- und Aktivitätsüberwachung.

## **4 Zerlegegeräte, -komponenten und -verfahren**

Die Auswahl der Zerlegegeräte und -verfahren wurde unter folgenden Gesichtspunkten getroffen:

- Referenzen bei vergleichbaren Zerlegeaufgaben in anderen kerntechnischen Anlagen,
- Geringe Schadstofffreisetzung des Verfahrens,
- Geringe Erschütterung der Gebäudestrukturen,
- Geringe Lärmentwicklung,
- Robuste Bauweise und geringe Störanfälligkeit der Geräte,
- Einfache und sichere Handhabung der Geräte,
- Industriestandard der Geräte,
- Sicheres Trennergebnis,
- Handhabung der Trennteile,
- Standzeit der Werkzeuge und Einsatzmittel,
- Trenngeschwindigkeit bzw. Abbauleistung,
- Dekontaminierbarkeit,
- Strahlenschutz.

### **4.1 Standardgeräte und fernhantierte Werkzeuge**

Für die Zerlegung des RDB-OH sind erprobte und handelsübliche Zerlegegeräte bzw. Zerlegewerkzeuge vorgesehen. Die manuelle Zerlegung wird mit handgeführten Geräten und Werkzeugen durchgeführt, deren Einsatz sich bei vielen kerntechnischen Abbauprojekten bereits bewährt hat. Solche Werkzeuge sind z. B.:

- Schraubwerkzeuge,
- Bohrer, Fräser,
- Nibbler, Knabber,
- Scherwerkzeuge,
- Stich-, Band- und Kreissägen,
- Trennschleifer,
- Schneidbrenner,
- Abkreisvorrichtungen,

- Presslufthammer,
- Schwertsäge,
- Elektromeißel,
- Stahlschere,
- Stemmeisen,
- Bohrmaschine, Kernbohrgerät,
- Mobiler Kompressor,
- Pressluftn Adler.

Die fernbedienten bzw. fernhantierten Verfahren, z. B. bei der Zerlegung der Kerneinbauten, sind größtenteils bereits betrieblich erprobt und haben sich bewährt. Die genannten handgeführten Geräte und Werkzeuge können darüber hinaus auch fernbedient bzw. fernhantiert, z. B. mit einem Geräteträger (siehe Kapitel 4.2), eingesetzt werden. Ebenso kommen Stangen- und Greifwerkzeuge zum Einsatz, die vergleichbar mit den betriebsbewährten Stangenwerkzeugen der FRG sind.

Die vorgesehenen Zerlegegeräte sind industriebewährt und eine gesonderte Erprobung ist nicht mehr erforderlich.

Bei allen Arbeiten, bei denen radioaktive Aerosole oder Stäube freigesetzt werden können, werden mobile Filtersysteme eingesetzt (siehe Kapitel 4.16).

#### **4.2 Verpackungsmanipulator**

Der Verpackungsmanipulator dient als Geräteträger für Trenntechnikmodule und besteht beispielsweise aus einem Kraftmanipulator der Baureihe A1000 der Fa. Wälischmiller Engineering GmbH.

Mit Hilfe des Verpackungsmanipulators erfolgt die ferngesteuerte Zerlegung der aktivierten Anlagenteile wie z. B. der Kerneinbauten unter Wasser und die trockene Zerlegung des RDB.

Die Hauptbestandteile des Verpackungsmanipulators sind:

- das Positioniersystem, bestehend aus einer Brücke, einer auf der Brücke fahrenden Katze und einem Teleskop,

- der Kraftmanipulatorarm (für Unterwasserbetrieb geeignet), ein Arm mit drei Gelenken und auswechselbaren Endeffektoren zum Tragen der Trenntechnik-Module,
- Lasthaken und
- das Kameraführungssystem.

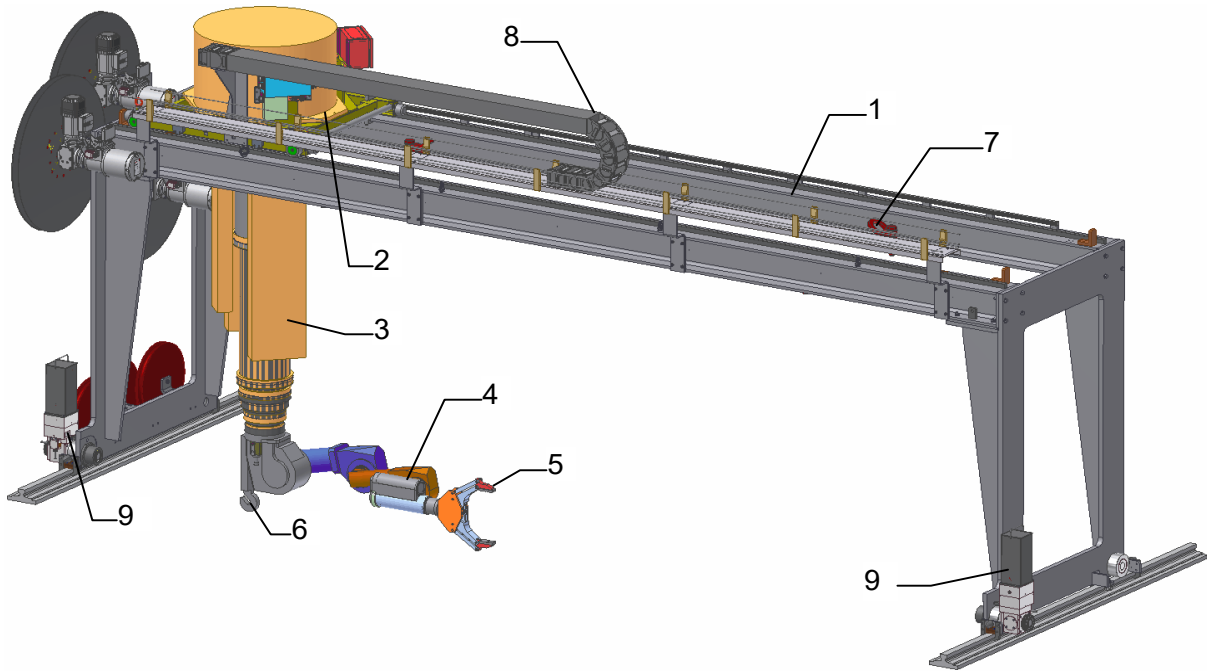


Abbildung 4-1: Aufbau des Verpackungsmanipulators

- 1 Brücke
- 2 Katze
- 3 Teleskop
- 4 Kraftmanipulatorarm
- 5 Auswechselbare Endeffektoren zum Tragen der Trenntechnik-Module
- 6 Lasthaken
- 7 Lastanschlagpunkte
- 8 Kabelführungsrinne und Schleppkette der Katze
- 9 Antriebseinheiten der Brücke

Bei den adaptierbaren Trenntechnik-Modulen handelt es sich im Wesentlichen um:

- Plasma-Schneidmodule,
- CAMC-Schneidmodule (Contact Arc Metal Cutting) und
- Autogen-Brennschneidmodule.

Darüber hinaus können aber auch die in Kapitel 4.1 genannten Standardgeräte adaptiert werden.

### **4.3 Plasma-Schneidmodul**

Das Plasma-Schneidmodul dient dem Unterwasser-Trennen dünn- bis dickwandiger Kerneinheiten. Es wird am Verpackungsmanipulator befestigt und führt Vertikal- und Horizontalschnitte aus. Die zu trennenden Teile dürfen dabei „gezielt“ umfallen, wenn ein Festhalten mit z. B. Greif- und Stangenwerkzeugen nicht unbedingt erforderlich ist. Die Trennteile können mit Handhabungs-Werkzeugen von der neben dem Verpackungsmanipulator vorhandenen Hilfsbrücke (siehe Kapitel 4.8) aus, fixiert und anschließend aus dem Arbeitsbereich entnommen werden. Trennschnitte, die für das Plasma-Schneidmodul ungeeignet sind, werden mit dem CAMC-Schneidmodul getrennt.

Die mit dem Plasma-Schneidmodul abgetrennten Teile sollten aus Handhabungsgründen nicht schwerer als 80 kg sein und vorzugsweise immer plattenförmig ausgeschnitten werden.

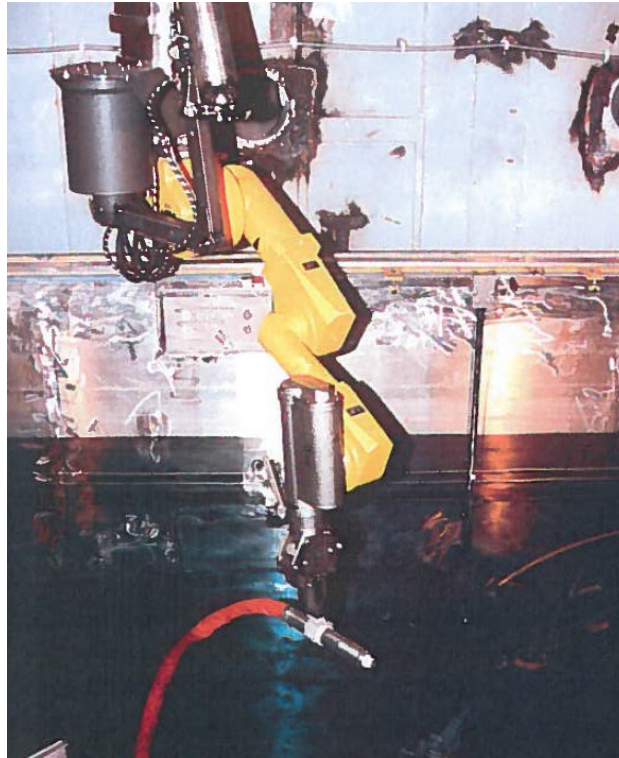


Abbildung 4-2: Plasma-Schneidmodul am Verpackungsmanipulator



Abbildung 4-3: Plasma-Schneidmodul im Unter-Wasser-Einsatz



#### 4.4 CAMC-Modul (Contact Arc Metal Cutting)

Das CAMC-Modul ist am Verpackungsmanipulator befestigt und führt die dickwandigeren Unterwasser-“Eckschnitte” an den Kerneinbauten durch. Grundsätzlich basiert das CAMC-Verfahren auf dem thermischen Abtragen von metallischen Werkstoffen mittels unzeitigem, wiederholtem Kurzschluss-Hochstromlichtbogen durch Kontakt zwischen Elektrode und Werkstück. Hierdurch können alle elektrisch leitfähigen Werkstoffe unter Wasser bearbeitet werden und, im Gegensatz zum Plasma- und Laserstrahlschneiden, stellen Hohlraum- und Sandwichstrukturen kein Hindernis dar. Das CAMC-Schneidmodul besteht aus den Bauteilen:

- Elektrode,
- Elektrodenhalter,
- Stromquelle,
- Spülwasserpumpe,
- E- und Leittechnik und
- Bedienpult.

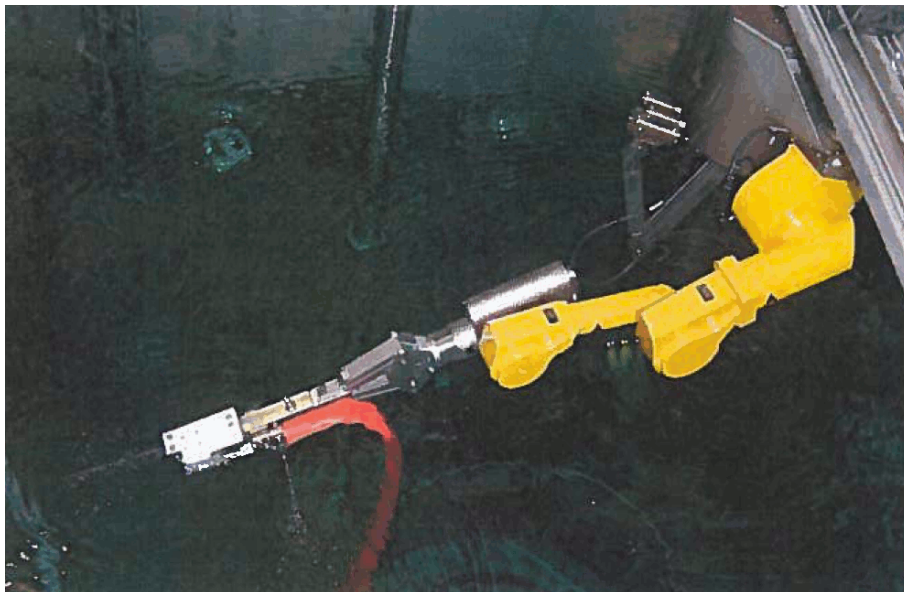


Abbildung 4-4: CAMC-Modul am Verpackungsmanipulator



Abbildung 4-5: CAMC-Schneidmodul im Unter-Wasser-Einsatz

#### 4.5 Autogen-Brennschneidmodul

Für die trockene Zerlegung des dickwandigeren RDB stellt das Trennverfahren mit einem Autogen-Brennschneidmodul eine gute Möglichkeit dar. Für diese Zerlegevorgänge wird ebenfalls der Verpackungsmanipulator verwendet. Das Autogen-Brennschneidmodul besteht aus den Bauteilen:

- Maschinenschneidbrenner,
- Gasanschlusseinheit,
- Gasversorgungstafel mit Rahmen und Frontplatte zur Gasversorgung mit Ethylen und Schneidsauerstoff,
- Elektrischer Zündbrenner mit Zünd- und Überwachungselektrode,
- Brennersteuerung zur Ansteuerung von
  - Brennschneideinheit mit Brenngas / Sauerstoff,
  - Zündung über Zündbrenner mit Ionisationsüberwachung,
  - Überwachung Schneidflamme mittels UV-Sonde und
  - Handsteuerung über Bedienpult.

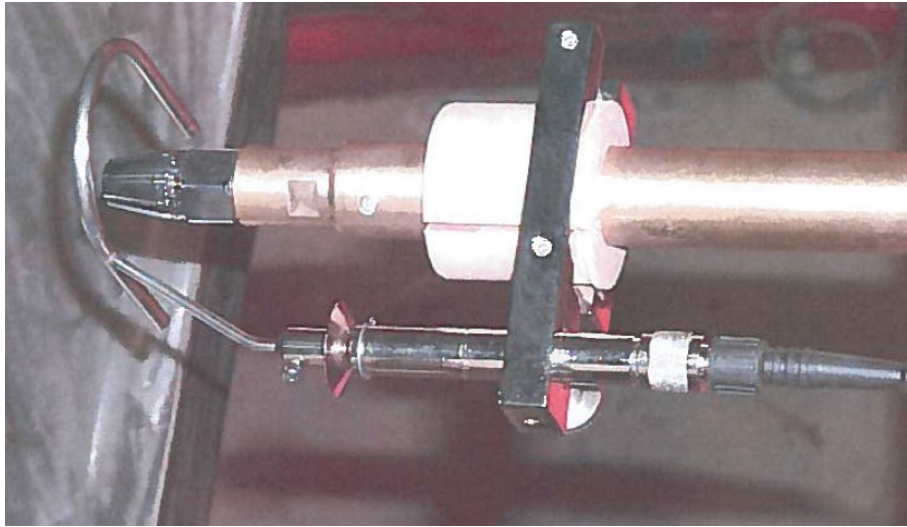


Abbildung 4-6: Autogen-Brennschneidmodul



Abbildung 4-7: Autogen-Brennschneidmodul am Verpackungsmanipulator

#### **4.6 Sägetisch**

Um im Bedarfsfall ein teilmechanisiertes Nachzerlegen zu ermöglichen, kommt ein universell verwendbarer Sägetisch zum Einsatz.

Der Sägetisch besteht aus einer Grundplatte, Standbeinen (oder alternativen Ständereinheiten), einer pneumatischen Linearführung, Klemmpratzen und einer Luftdrucksäge (Luftbedarf 2 m<sup>3</sup>/min bei 6 bar).

Die zu zerlegenden plattenförmigen Teile werden mit Klemmpratzen (ggf. auch fernhantiert) auf der Grundplatte fixiert. Die Linearführung bewegt die Säge an einer Längsseite der Grundplatte entlang. Der Verfahrweg beträgt ca. 1 000 mm. Über ein Drehgelenk kann die Säge schräg angestellt werden (für das Trennen dickerer Platten).

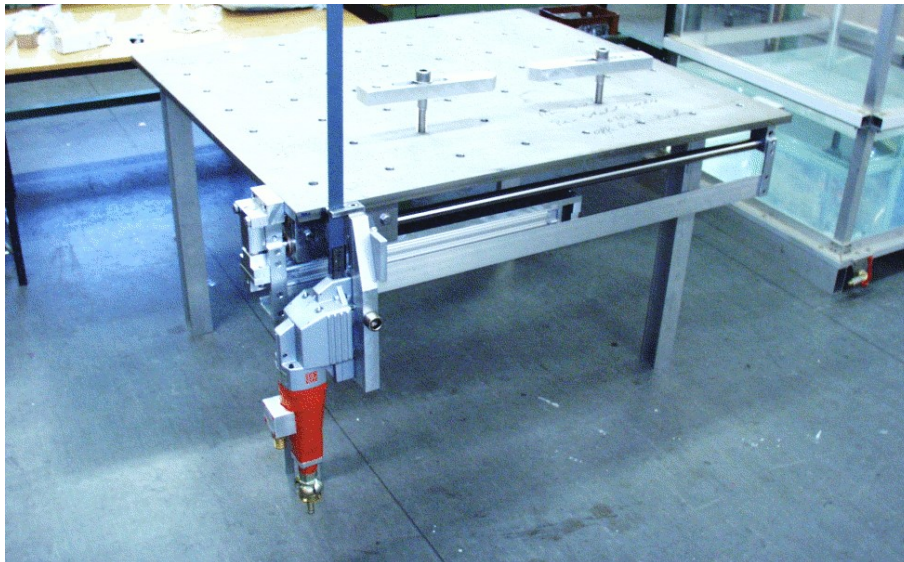


Abbildung 4-8: Sägetisch mit Klemmpratzen

#### 4.7 Seilsäge

Für das Abtragen von Störkanten, z. B. des Betonschachts oder zur auch Zerlegung des RDB-Deckels kann eine Seilsäge verwendet werden. Die Seilsägearbeiten erfolgen mit industrieerprobten Seilsägen mit elektro-hydraulischem Antrieb. In Abbildung 4-9 wird beispielhaft das Seil einer Seilsäge für Betonsägen dargestellt /12/. In den Seilverdickungen sind Industriediamanten für das Durchtrennen von Beton und Stahl eingelassen.





Abbildung 4-9: Seil einer Seilsäge /12/

#### 4.8 Hilfsbrücke

Die Hilfsbrücke ist als den Betonschacht überspannende, horizontal verfahrbare Bedienungs-  
bühne mit Handantrieb aufgebaut. Sie wird auf den am Hallenboden installierten Kranschienen  
bewegt, auf denen sich auch der Verpackungsmanipulator verfahren lässt. Die Hauptbestand-  
teile der Hilfsbrücke sind:

- Bedienungsbrücke mit Handkurbel, ca. 1 m Laufstegbreite,
- stabiles Geländer zur Aufnahme von Werkzeugkonsolen,
- zentrale Aufnahme zum Befestigen eines schwenkbaren Transportgalgens und
- zwei Laufroll-Einheiten an den Enden der Bedienungsbrücke.

Im Betrieb befindet sich auf der Hilfsbrücke nur eine Person, die die Hilfsbrücke fährt (Hand-  
kurbel). Die Hauptaufgabe der Hilfsbrücke besteht in der Handhabung von Werkzeugen mit  
Handhabungsgestängen im und am abzubauenen RDB-OH. Mit Hilfe eines an dem schwenk-  
baren Transportgalgen (in Abbildung 4-10 und Abbildung 4-11 nicht dargestellt) eingehängten  
Kettenszugs können auch kleinere Hubvorgänge bis zu 1 Mg durchgeführt werden.

Die Hilfsbrücke kann bei Bedarf mit dem Hallenkran an eine andere Stelle transportiert werden.  
Hierfür sind entsprechende Lastanschlagpunkte vorgesehen.

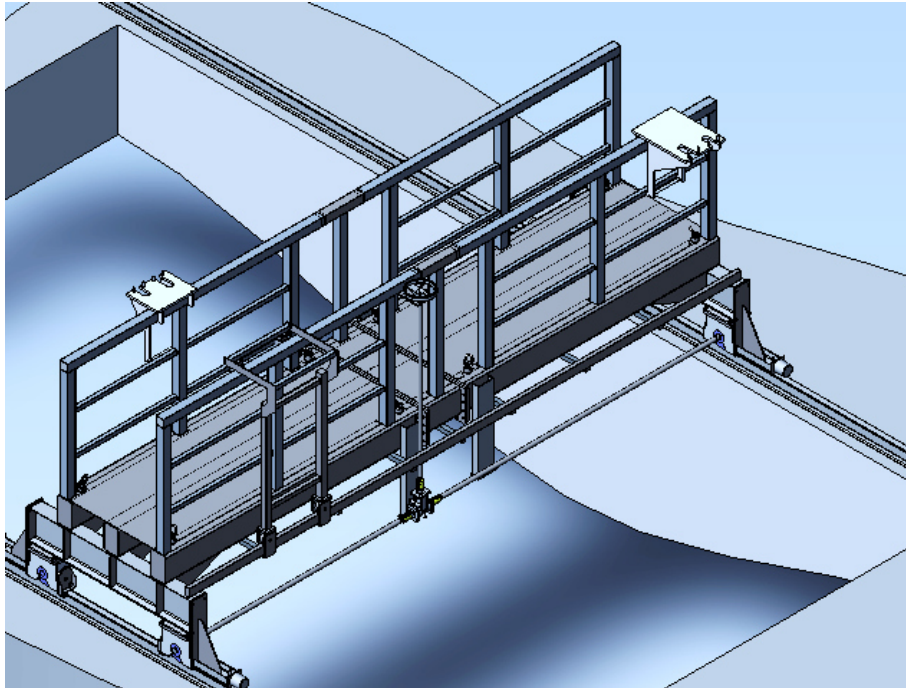


Abbildung 4-10: Aufbau der Hilfsbrücke

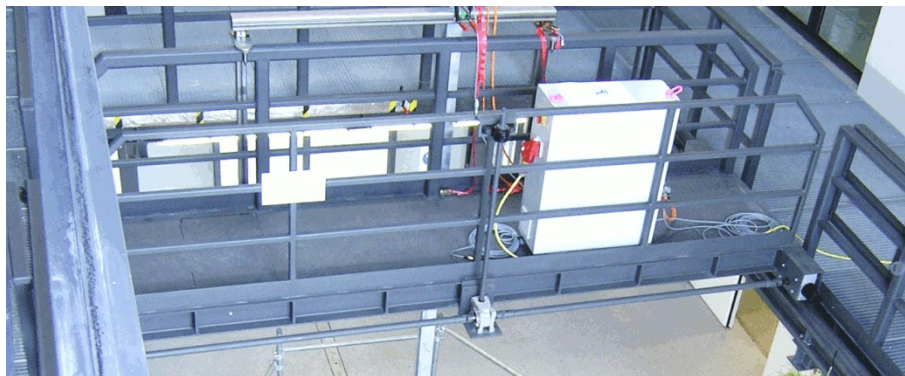


Abbildung 4-11: Beispielfoto einer vergleichbaren Hilfsbrücke

#### **4.9 Abschirmglocke**

Die unter Wasser zerlegten Kerneinbauten sollen ebenfalls noch unter Wasser in geeignete Aufnahmekörbe eingeladen werden und anschließend mit Hilfe einer Abschirmglocke weitgehend trocken in geeignete, abgeschirmte Verpackungen transferiert werden.

Die Vorteile dieses Vorgehens gegenüber einer Beladung der Verpackungen unter Wasser sind:

- Verpackung bleibt außen kontaminationsfrei,
- Geringerer Trocknungsaufwand,
- Weniger Platzbedarf im RDB unter Wasser,
- Geringerer Zeitbedarf und
- Niedrigere Kollektivdosis infolge des geringeren Zeitbedarfs.

Die Aufnahmekörbe / Einsatzkörbe sind mit Siebloch-Boden auszuführen, damit das Wasser nach dem Einziehen in die Abschirmglocke oberhalb des gefluteten Bereichs abtropfen kann.

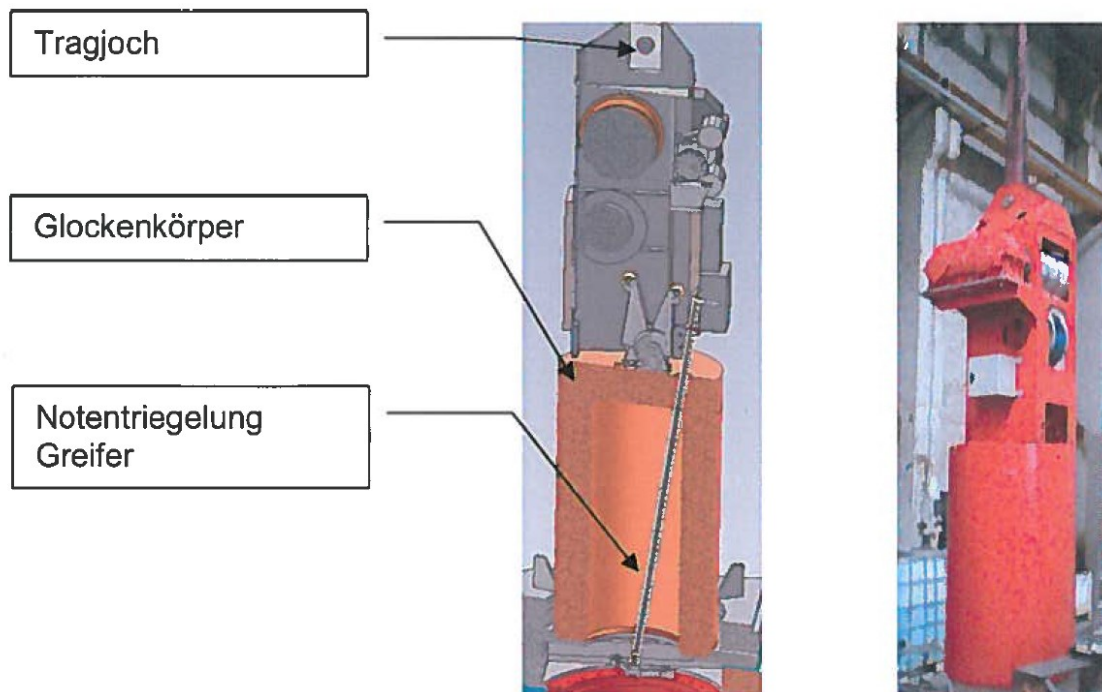


Abbildung 4-12: Abschirmglocke /13/

Zur Vermeidung von Handhabungsstörfällen mit der Gefahr des Herausfallens von Inventar aus der Abschirmglocke ist die Version mit bodenseitigem Absperrschieber (Shutter) zu verwenden /13/.

#### 4.10 Abschirmkulisse für MOSAIK®-Behälter

Die Abschirmkulisse für MOSAIK®-Behälter dient dem Strahlenschutz für das Personal bei der Auslagerung von Einsatzkörben mit höherer Dosisleistung mit Hilfe der Abschirmglocke. In der

Phase des Umladens eines Einsatzkorbs aus der Abschirmglocke in den Abschirmbehälter (MOSAIK®-Behälter) wird die Dosisleistung bei noch nicht gesetztem MOSAIK®-Deckel durch den Abschirmschieber abgeschirmt. Der Abschirmschieber gibt die Öffnung des MOSAIK®-Behälters nur frei, wenn entweder die Abschirmglocke oder der MOSAIK®-Deckel über dem MOSAIK®-Behälter gesetzt sind. Die Abschirmkulisser und die Abschirmglocke mit Shutter werden kompatibel ausgelegt.

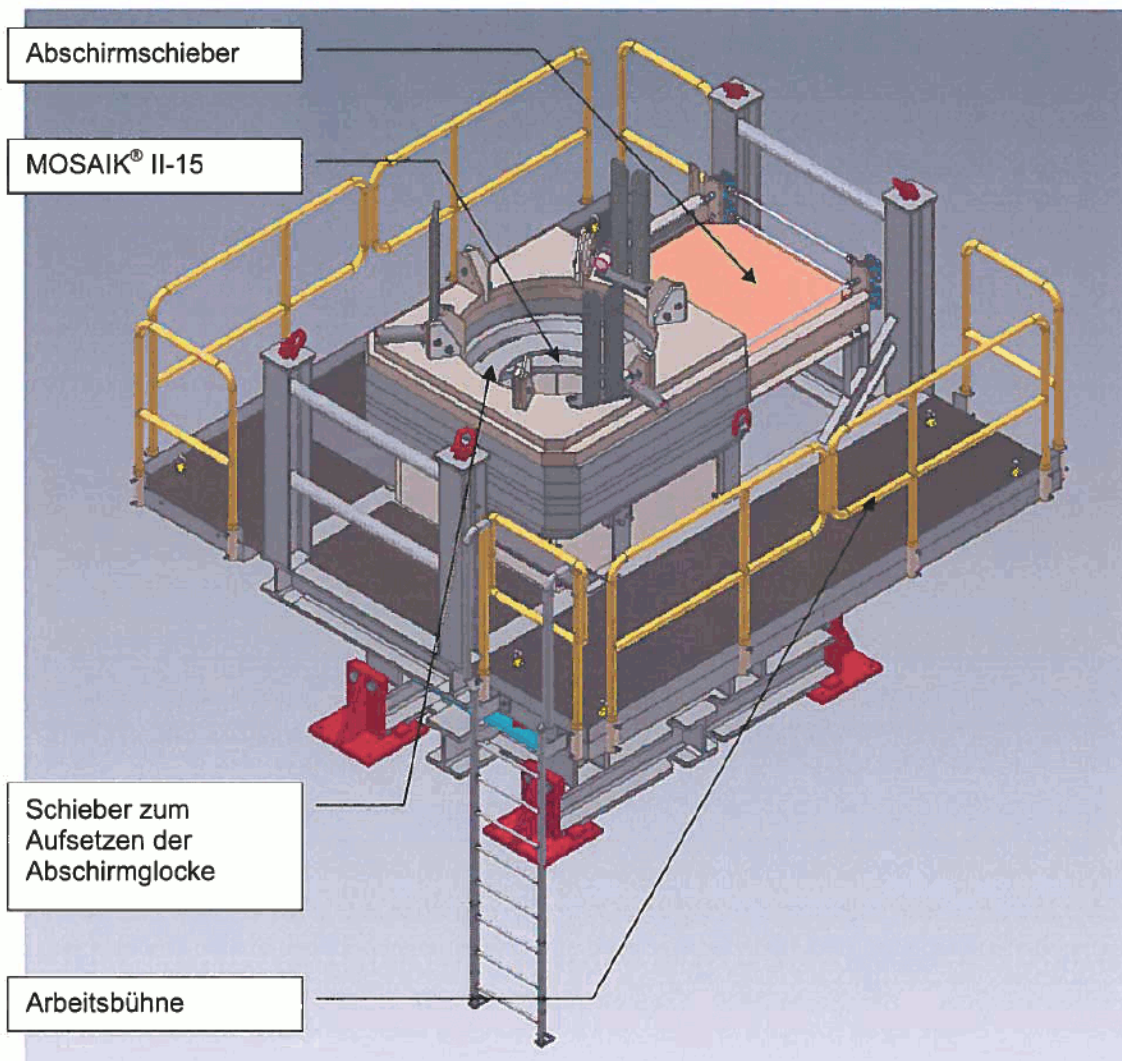


Abbildung 4-13: Abschirmkulisser für MOSAIK®-Behälter /13/



#### 4.11 Abschirmkulisse für Konrad-Container

Die Abschirmkulisse für Konrad-Container erfüllt grundsätzlich den gleichen Zweck wie die in Kapitel 4.10 beschriebene Abschirmkulisse für MOSAIK®-Behälter.

Werden Konrad-Container mit MOSAIK®-Einsatzkörben beladen, so ist der Abschrimschieber der nachstehend gezeigten Abschirmkulisse so anzupassen, dass jeweils nur der aktuell zu beladende Teil der Abschirmung geöffnet wird.

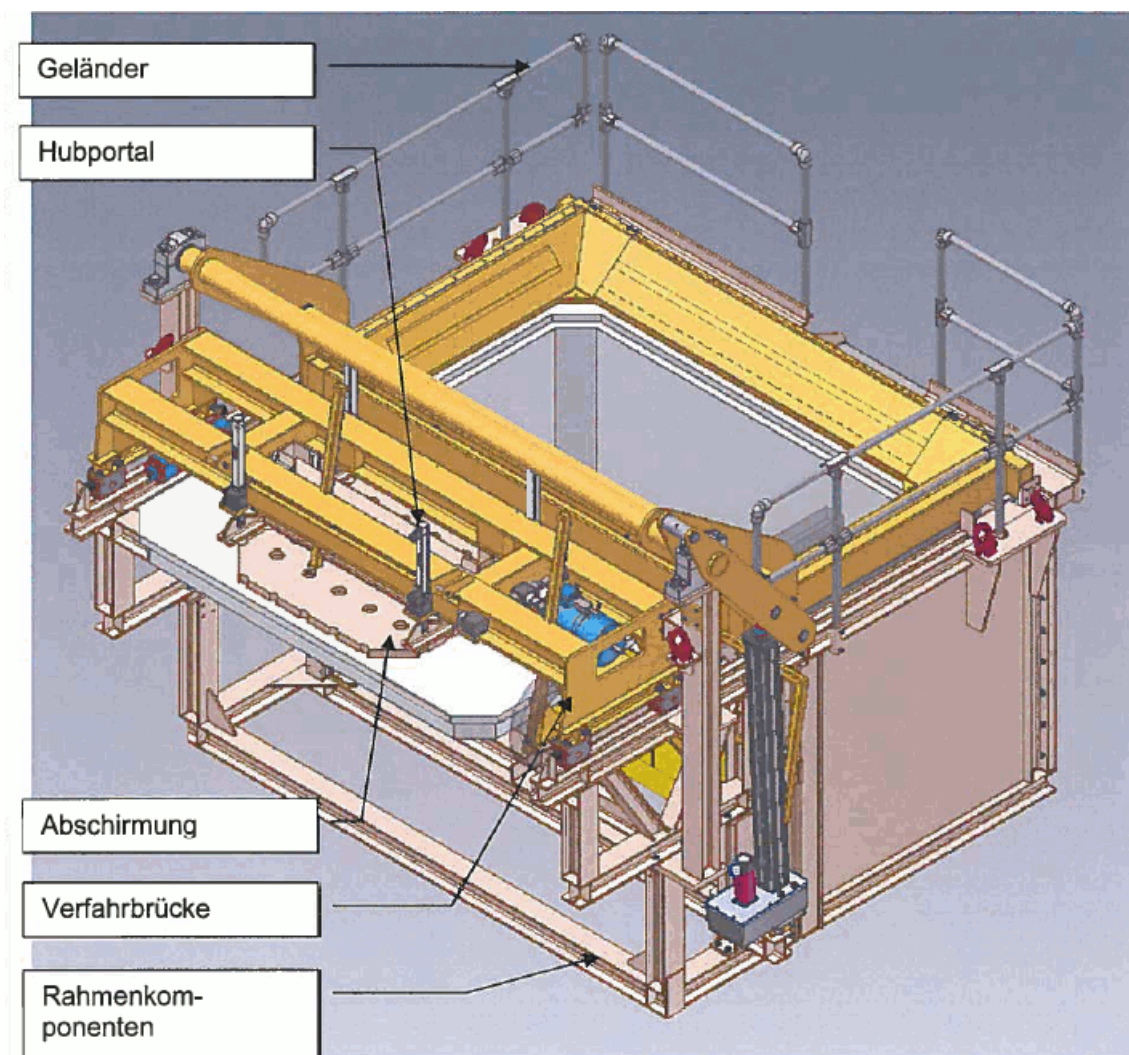


Abbildung 4-14: Abschirmkulisse für Konrad-Container

#### **4.12 Mobile Abschirmungen**

Zur Abschirmung von Komponenten, die nach dem Ausbau aus dem RDB-OH noch in der Zerlegehalle nachzerlegt werden sollen und dafür temporär gelagert werden müssen, aber auch für verpackte Abfälle, die vor dem Abtransport in die Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung (HAKONA) in der Zerlegehalle temporär gelagert werden, sind mobile Abschirmungen erforderlich.

Für die Abschirmung von Konrad-Containern und größeren Komponenten werden Betonfertigteile mit Lastanschlagpunkten für den Krantransport vorgehalten. Mit den Betonfertigteilen lassen sich Abschirmwände bis zu einer Höhe von 2,5 m bei einer Wandstärke von 50 cm aufbauen.

Für kleinere Abschirmungen werden flexible Bleimatten mit Lastösen vorgesehen. Mit Hilfe von Standard-Gerüstbaumaterial und Bleimatten sowie ggf. Bleiplatten mit Lastösen können temporäre Abschirmwände errichtet werden.

Die Bleimatten können z. B. auch an der Hilfsbrücke befestigt werden, um den Arbeitsbereich dort abzuschirmen.

#### **4.13 Trocknungs- und Beheizungsanlage für MOSAIK®-Behälter**

Für die Trocknung von MOSAIK®-Behältern wird eine Trocknungs- und Beheizungsanlage eingesetzt. Die Beheizung ist zur Unterstützung der Vakuumtrocknung erforderlich, da die Abfälle im MOSAIK®-Behälter keine Wärme entwickeln und bei der Vakuumtrocknung ansonsten Probleme mit Vereisung in den Anschlussleitungen auftreten.

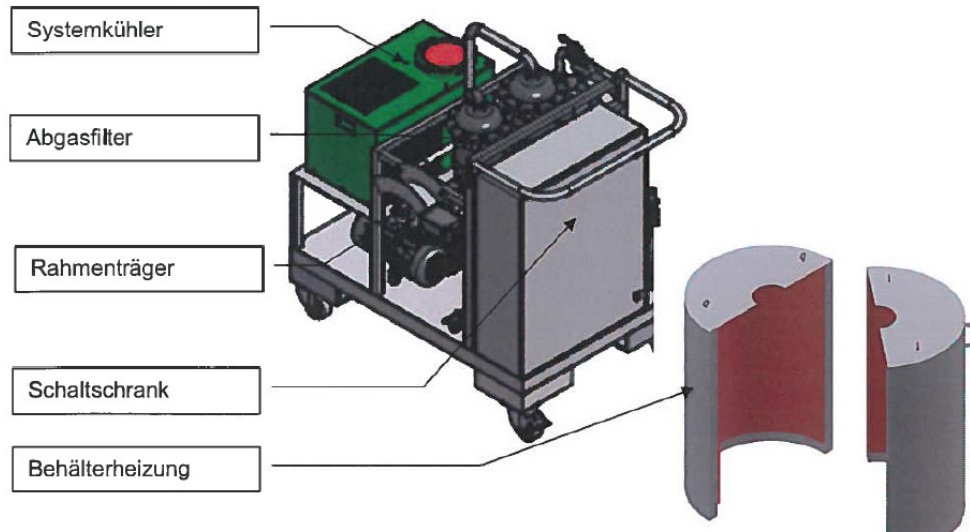


Abbildung 4-15: Trocknungs- und Beheizungsanlage für MOSAIK®-Behälter

#### 4.14 Videotechnik

Aufgrund der begrenzten Möglichkeiten zur direkten Beobachtung der Arbeitsprozesse bei der Zerlegung, insbesondere innerhalb des RDB und ggf. auch bei Fernhandlung im Arbeitszelt bei der trockenen Zerlegung, ist mit Hilfe von Videotechnik eine umfassende Fernbeobachtung erforderlich.

Die Ausrüstung der Videokameras beinhaltet bei Erfordernis die Ausstattung mit Filtern (beim Brennschneiden), Beleuchtung, Kameraführungssystemen und Unterwassertauglichkeit.

Nach Erfordernis kommen festinstallierte Schwenk-Neige-Videokameras zum Einsatz. Mobile und stangengeführte Kamerasysteme für die Handhabungsarbeiten von der Hilfsbrücke aus kommen darüber hinaus in jedem Fall zum Einsatz.

#### Beispielhafte technische Daten:

Temperaturbereich: -18 °C bis 50 °C, kurzzeitig bis 70 °C

Druck: Wasserdicht bis 45 m oder 4,5 bar (65 psi) Außendruck

Strahlenbeständigkeit (Beispiele der Fa. GE Measurement & Control Solutions):

- PTZ 140:
  - Dosisleistung: ca. 50 Gy/h
  - Integrale Dosis: ca. 600 Gy
- PTZ 100:
  - ca. 10 Gy/h
  - Integral: ca. 220 Gy
- PTZ 70:
  - ca. 10 Gy/h
  - Integral: ca. 220 Gy

Für die ersten Inspektionen im RDB und im Schildtank, die über die Stutzenöffnungen vorgenommen werden, ist zusätzlich ein Video-Endoskop vorgesehen.

#### **4.15 Abgeschirmte Filtereinheiten**

Das infolge von Zerlegeprozessen anfallende Trennfugenmaterial bzw. die radioaktiven Sekundärabfälle werden mit der Wasserreinigungsanlage aus der Wasserüberdeckung der Zerlegebereiche entfernt. Beim Einsatz thermischer Trennverfahren fällt Fugenmaterial hauptsächlich in Form von Schlacke und Hydrosolen an, die abgesaugt und gefiltert werden.

Aufgrund des geringen Platzes im Unterwasserbereich ist eine Wasser-Filtration im Trockenen vorgesehen. Alternativ könnten die Hauptkühlmittelpumpenstutzen am RDB für die Aufstellung der Filtereinheiten genutzt werden. Diese verfügen zum betreffenden Zeitpunkt noch über die betrieblichen Abschirmungen der Hauptkühlmittelpumpen.

Als Filtereinheiten sind Filterbeutel vorgesehen, die auch grobe Partikel aufnehmen können. Ein fernhantiertes trockenes Entladen der Filterbeutel ist über Stangenwerkzeuge von der Hilfsbrücke aus möglich.

Die Filtermodule (für den Fall, dass die abgeschirmten Pumpenstutzen nicht genutzt werden sollen) bestehen jeweils beispielhaft aus:

- Filterbeutelgehäuse,
- Filterbeutel verschiedener Feinheiten,

- Bleiabschirmung 50 mm;  
seitlich tief gezogen und mit Blech verkleidet, so dass eine gute seitliche Abschirmwirkung über die gesamte Filterbeutelhöhe erreicht wird. Zur Aufnahme einer DL-Messsonde ist ein Spalt zwischen Filtergehäuse und Abschirmung vorgesehen.
- VA-Verrohrung, VA-Absperrhähne, VA-Kugelhähne und Manometer,
- Rahmengestell aus VA-Vierkantrrohr mit VA-Auffangwanne.

Zum Öffnen der Filtermodule wird der Deckel des Filtergehäuses mit Hilfe einer separaten Bedienstange oder mit Hilfe des angebauten Handgriffs manuell umgeklappt. Dabei wird die gefederte Niederhalteplatte, die den Filterbeutel einklemmt, mit ausgeschwenkt.

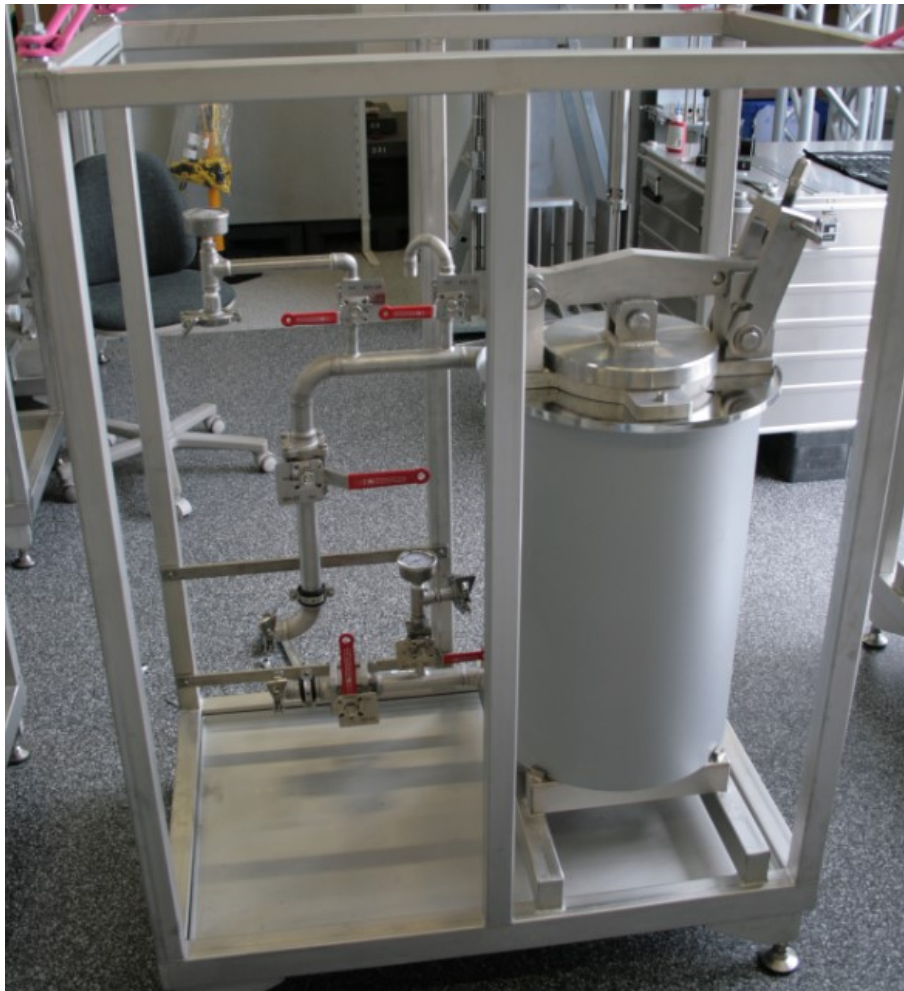


Abbildung 4-16: Filtereinheit mit Fernhantierdeckel und 50 mm Bleiabschirmung

Zur besseren Handtierung ist der Filterbeutel mit einem Kragen ausgestattet. Sowohl der Ring, als auch am oberen Ende ausgeformte Tragelassen gewährleisten die einfache Entnahme des Filterbeutels mit dem Handhabungsgestänge. Aus Dekontaminationsgründen befindet sich die Dichtung im Gehäusedeckel.

Wenn die Hauptkühlmittelpumpenstutzen für die Aufnahme und Abschirmung der Filtereinheiten genutzt werden sollen, sind die Filtereinheiten entsprechend anzupassen.

#### **4.16 Mobile Filteranlagen**

Mobile Filteranlagen werden in verschiedenen Ausführungen angeboten, z. B. auch mit Absaughaube oder zum Anschluss an ein Dekontaminationszelt. Sie besitzen einen mit Druckluft abreinigbaren Vorfilter und ein nachgeschaltetes Feinfilter.

Die mobile Filteranlage ist in Luftrichtung wie folgt aufgebaut:

- Gasdichte Absperrklappe,
- Rohluftkammer mit Fliehkraftabscheider,
- Abreinigbare Schwebstoff-Filterstufe,
- Schwebstoff-Filterstufe (Sicherheitsnachfilterstufe),
- Ventilatoreinheit.

Die abreinigbare Schwebstoff-Filterstufe wird automatisch mit Druckluft während des laufenden Betriebs abgereinigt. Der Wechsel der Filterelemente erfolgt nach der Schutzsack-Wechselmethode ohne Kontamination der Umgebung. An der Anlage erscheinen optische und akustische Signale bei Betriebsunterbrechungen oder bei Störungen mit Ventilatorausfall.

#### Beispielhafte technische Daten:

Motorleistung:	ca. 5,5 kW
Volumenstrom:	1 600–2 500 m <sup>3</sup> /h
Filterklasse (S-Filter):	H14
Filter Vorfilter:	E12 oder H13 (abhängig von Betriebserfahrung)
Luftbedarf Abreinigung:	ca. 0,4 N m <sup>3</sup> /Filterelement
Gewicht der Gesamtanlage:	ca. 1 200 kg



#### 4.17 Mobile Arbeits- und Dekontaminationszelte

Mit mobilen Arbeits- und Dekontaminationszelten werden Bereiche, in denen durch Zerlegearbeiten mit erhöhter Aerosolaktivitätsfreisetzung zu rechnen ist (am RDB-OH im Betonschacht bzw. in Nachzerlege- und Dekontaminationsbereichen), lüftungstechnisch vom übrigen Kontrollbereich abgegrenzt. Im Zelt wird mit einer mobilen Luftfilteranlage eine gerichtete Luftströmung erreicht. Die abgesaugte Luft aus dem Zelt wird über geeignete mobile Filter gereinigt. Gleichzeitig wird mit dem Zelt eine Kontaminationszone abgegrenzt. Innerhalb des Zelts werden zusätzliche Schutzausrüstungen (z. B. Überschuhe, zusätzlicher Overall und Handschuhe) eingesetzt. Beim Verlassen des Arbeits- und Dekontaminationszelts werden die zusätzlichen Schutzausrüstungen wieder abgelegt. Die Kontamination wird somit nicht nach außen weitergetragen.



Abbildung 4-17: Mobiles Arbeits- und Dekontaminationszelt mit Zugangsschleuse

#### 4.18 Abwasser-Tank-Container

Es sind zwei Abwasser-Tank-Container und ein entsprechendes Abwassersystem für die Zerlegung des RDB-OH vorgesehen. In einem der beiden Abwasser-Tank-Container wird das

Wasser aufgefangen, welches im Rahmen von Dekontaminationsarbeiten bzw. im Rahmen der Flutung des RDB eine höhere spezifische Aktivitätskonzentration aufweisen wird. In dem anderen Abwasser-Tank-Container wird Wasser aufgefangen, das z. B. aus den Waschbecken oder der Heißen-Dusche in der Heißen Umkleide stammt. Dieses Abwasser wird eine deutlich niedrigere spezifische Aktivitätskonzentration aufweisen. Das Abwasser beider Tanks wird zu einer externen Einrichtung transportiert, die das Abwasser annehmen und entsprechend nachbehandeln darf. Zu diesem Zweck werden beide Abwasser-Tank-Container so ausgeführt, dass sie für den Transport von flüssigen Stoffen mit niedriger spezifischer Aktivität (LSA II, UN 3321) zugelassen sind. Das heißt, die Abwasser-Tank-Container weisen gemäß ADR /14/ eine Tankcodierung L 2,65 CN auf und erfüllen die für die gegebene UN-Nr. zutreffenden Sondervorschriften. Die Sondervorschrift TU 36, ADR /14/ regelt auch den maximal zulässigen Füllgrad. Dieser ist bei der Sammlung des Abwassers entsprechend zu berücksichtigen.

Ein Beispiel für einen Abwasser-Tank-Container, der die erforderlichen Anforderungen erfüllt, ist in Abbildung 4-18 dargestellt /15/.



Abbildung 4-18: Tank-Container für flüssige radioaktive Stoffe (LSA II) /15/



Der dargestellte Tankcontainer ist für den Straßen- bzw. Eisenbahntransport gem. ADR/RID für die UN-Nr. 3321 /14/ zugelassen. Die Außenabmessungen und Lastanschlagpunkte entsprechen einem 20'-Container. Das Fassungsvermögen beträgt ca. 15 m<sup>3</sup> /15/.

#### **4.19 Hebezeuge und sonstige Lastaufnahmemittel**

Für die Zerlegung und den Transport aus dem Schacht kommen weitere Hebezeuge zum Einsatz:

- Hallenkran (30 Mg)
- Traverse RDB-Deckel (noch vorhanden in der HAKONA)
- Abstellpodest RDB-Deckel
- Spreader für 20'-Container
- Seilgehänge
- Anschlagmittel
- Schwerlastwaagen
- etc.

## **5 Baustelleneinrichtung**

Im Rahmen der Baustelleneinrichtung werden die Bereiche am RDB-OH und die vorgesehenen Nachzerlege- und Dekontaminationsbereiche lüftungstechnisch vom übrigen Kontrollbereich abgegrenzt, falls durch die Zerlegearbeiten mit erhöhter Aerosolaktivitätsfreisetzung zu rechnen ist. Hierzu werden Einhausungen in Form von mobilen Arbeits- und Dekontaminationszelten mit mobilen Filteranlagen eingerichtet.

Die Hilfsbrücke, der Verpackungsmanipulator und die Trocknungs- und Beheizungsanlage werden installiert. Alle übrigen Zerlegegeräte und -komponenten werden in ausreichender Anzahl bereitgestellt und die Transportwege freigeräumt.

Anfallendes Abwasser, welches im Rahmen von Dekontaminationsarbeiten bzw. im Rahmen der Flutung des RDB oder z. B. aus den Waschbecken und der Heißen-Dusche in der Heißen Umkleide anfällt, soll in Abwasser-Tank-Containern gesammelt werden. Es sind zwei Abwasser-Tank-Container vorgesehen, die vor Zerlegebeginn installiert werden.

Die im Rahmen der Baustelleneinrichtung zu errichtenden Anlagen sind in Kapitel 4 beschrieben.

## 6 Zerlegung RDB-OH

Für die Zerlegung des RDB-OH sind im Wesentlichen folgende Arbeitsschritte vorgesehen:

- Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen / Primärumschleppumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre,
- Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen,
- Ausbau des RDB-Deckels,
- Ausbau des Stützgerüsts,
- Ausbau des Dampferzeugers,
- Zerlegung der Kerneinbauten,
- Zerlegung der Einbauten des Schildtanks,
- Zerlegung des RDB,
- Zerlegung des Schildtanks.

Die Zerlegung des RDB-OH und die einzelnen Komponenten sind in Abbildung 6-1 dargestellt.

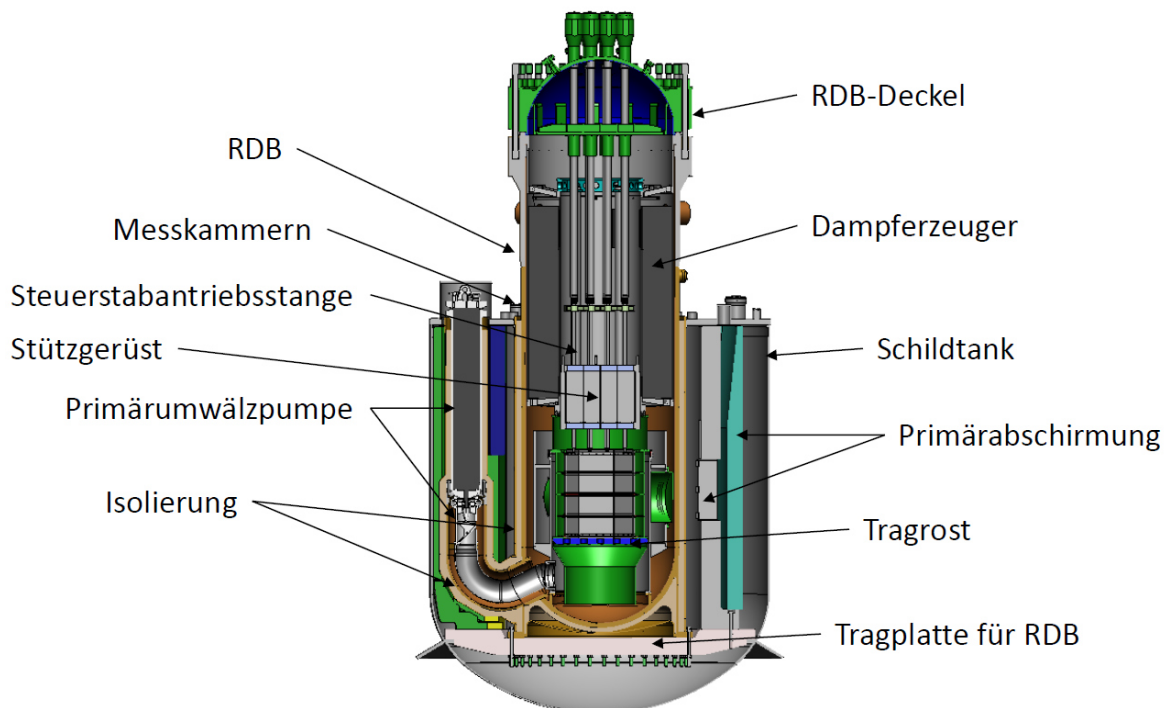


Abbildung 6-1: Aufbau und Komponenten des RDB-OH

Die Arbeitsschritte und Vorgehensweisen zur Zerlegung des RDB-OH werden in den nachfolgenden Kapiteln beschrieben.

### **6.1 Ausbau der 3 Hauptkühlmittelpumpen und Dichtstopfen der Pumpenrohre**

Als erstes werden die drei Hauptkühlmittelpumpen ausgebaut um zu vermeiden, dass diese sowie die oberen Bereiche der Hauptkühlmittelpumpenstutzen bei späteren Abbauschritten kontaminiert werden.

Dieser Vorgang erfolgt in der gleichen Weise, wie er als Maßnahme zum Austausch oder zur Reparatur von Hauptkühlmittelpumpen während des Reaktorbetriebs vorgesehen war.

Die betreffenden Stutzen auf dem Schildtankdeckel werden geöffnet. Die Flansche werden aufgeschraubt und die Dicht-Schweißnaht wird aufgetrennt.

Anschließend werden die Pumpen komplett mit Antriebsmotor, Pumpenläufer und Leitapparat in einer Einheit ausgebaut, in einen Kontaminationsschutz (z. B. Folie) verpackt und für die Zerlegung in den trockenen Zerlegebereich der Zerlegehalle transportiert.

Zur Vermeidung des Eindringens von Kontamination während der Phase, in der der RDB für die Zerlegearbeiten geflutet wird, werden von oben in die Pumpenrohre neu angefertigte Dichtstopfen eingesetzt. Die Dichtstopfen sitzen auf Höhe der Oberkante des Rohrbogens, über den das Kühlmittel in den Reaktor zurückgepumpt wurde. Dies entspricht in etwa der Höhe des Leitapparats und der Rückschlagklappe der Hauptkühlmittelpumpe.

Um zu vermeiden, dass der Dichtstopfen durch den hydrostatischen Druck der Wassersäule während der Flutung des RDB nach oben ausgedrückt wird, wird das Pumpenrohr oberhalb des Dichtstopfens vollständig mit Wasser geflutet. Die Pumpenrohre können ggf. auch zur Unterbringung von Wasserfiltern während der Arbeiten im gefluteten RDB genutzt werden (siehe Kapitel 4.15).

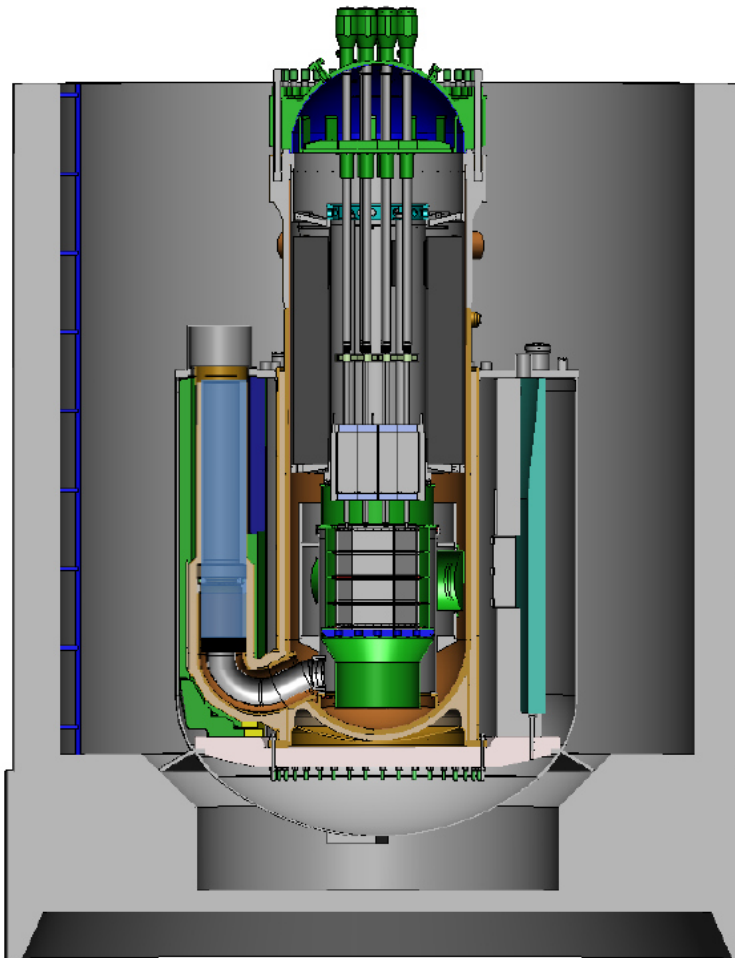


Abbildung 6-2: Zustand nach Ausbau der Hauptkühlmittelpumpe, Setzen des Dichtstopfens und Fluten des Pumpenrohrs

## 6.2 Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen

Die Steuerelement-Antriebsstangen werden analog zur Vorgehensweise beim betrieblichen Brennelementwechsel gemäß der noch vorhandenen Fachanweisung manuell ausgebaut.

Um eine erhöhte Dosisleistung sowie mögliche Aerosolfreisetzungen im Bereich der Arbeiten auf dem RDB-Deckel auszuschließen, wird vor dem Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen der RDB bis kurz vor die Unterkante des Stützgerüsts mit demineralisiertem Wasser (Deionat) geflutet.

Die Nachzerlegung kann trocken oder unter Wasser, je nach radiologischen Bedingungen, erfolgen. Die Steuerelement-Antriebsstangen werden für eine trockene Zerlegung mit dem

Brückenkran zum Nachzerlegebereich der Zerlegehalle transportiert. Hier kommt der Sägetisch (siehe Kapitel 4.6) zum Einsatz. Die ggf. aktivierten Teile im unteren Bereich werden abgetrennt und dem radioaktiven Abfall zugeordnet. Die nicht aktivierten Teile der Steuerelement-Antriebsstangen sind nach deren Dekontamination voraussichtlich gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /6/ freigebbar.

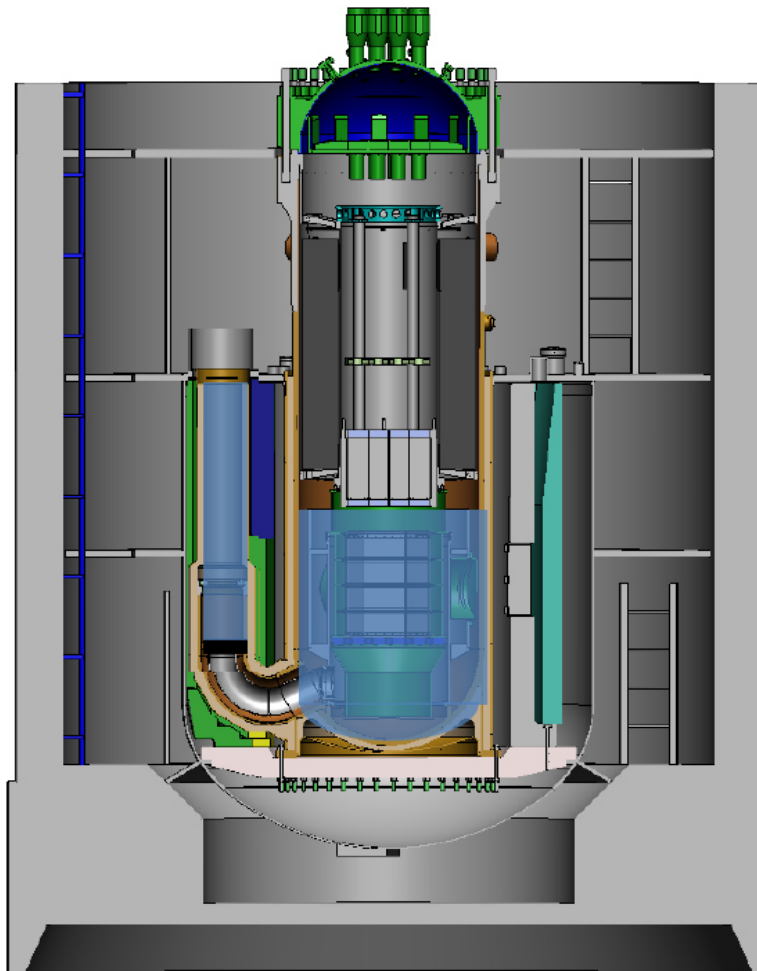


Abbildung 6-3: Steuerelement-Antriebsstangen ausgebaut; RDB bis Unterkante des Stützgerüsts geflutet

Nach dem Ausbau der ersten beiden Steuerelement-Antriebsstangen besteht die Möglichkeit, weitere Probenahmen und Videoinspektionen (siehe Kapitel 4.14) im RDB zur Verifizierung der radiologischen Randbedingungen und der technischen Zerlegeplanung durchzuführen. Der Zugang über die Stützen der Steuerelement-Antriebsstangen ist aufgrund des Durchmessers (etwa 118 mm an der engsten Stelle) geeignet.

### 6.3 Ausbau des RDB-Deckels

Nach dem Ausbau der Steuerelement-Antriebsstangen erfolgt das Öffnen des RDB-Deckels in der gleichen Weise wie beim früheren betrieblichen Brennelementwechsel. Die Traverse zum Abheben des RDB-Deckels befindet sich noch in der HAKONA. Sie ist vor dem Einsatz auf ihre Eignung zu prüfen.

Die RDB-Deckelbolzen werden dekontaminiert und sind danach voraussichtlich größtenteils freigebbar. Der RDB-Deckel wird abgehoben und auf einem geeigneten Abstellpodest im trockenen Zerlegebereich abgestellt. Es erfolgt die mechanische bzw. thermische Zerlegung sowie die Dekontamination. Anschließend sind die Einzelteile voraussichtlich größtenteils freigebbar.

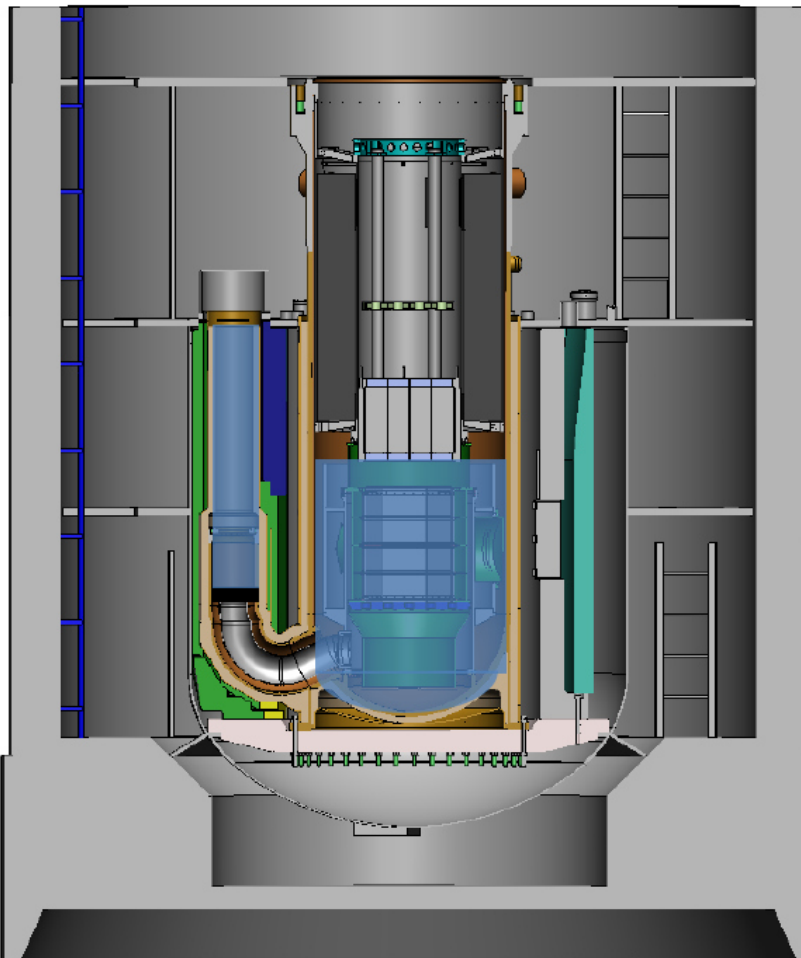


Abbildung 6-4: RDB-Deckel geöffnet

#### 6.4 Ausbau des Stützgerüsts

Das Stützgerüst wird ebenfalls wie beim betrieblichen Brennelementwechsel, ausgebaut. Anschließend erfolgt eine Dekontamination und Nachzerlegung. Die Nachzerlegung erfolgt mechanisch mit Hilfe von Sägen. Aktivierte Teile, die oberhalb der Freigabewerte liegen, werden je nach Aktivitätskonzentration entweder der spezifischen Freigabe von Metallschrott zur Rezyklierung oder der Entsorgung als radioaktiver Abfall zugeordnet.

Die Teile des Stützgerüsts, die nicht bzw. unterhalb der Freigabewerte aktiviert sind, sind je nach Dekontaminationserfolg voraussichtlich gemäß §§ 31 – 42 StrlSchV /6/ freigebbar.

Nach dem Ausbau des Stützgerüsts wird der Wasserspiegel im RDB bis auf die Unterkante des Dampferzeugers angehoben.

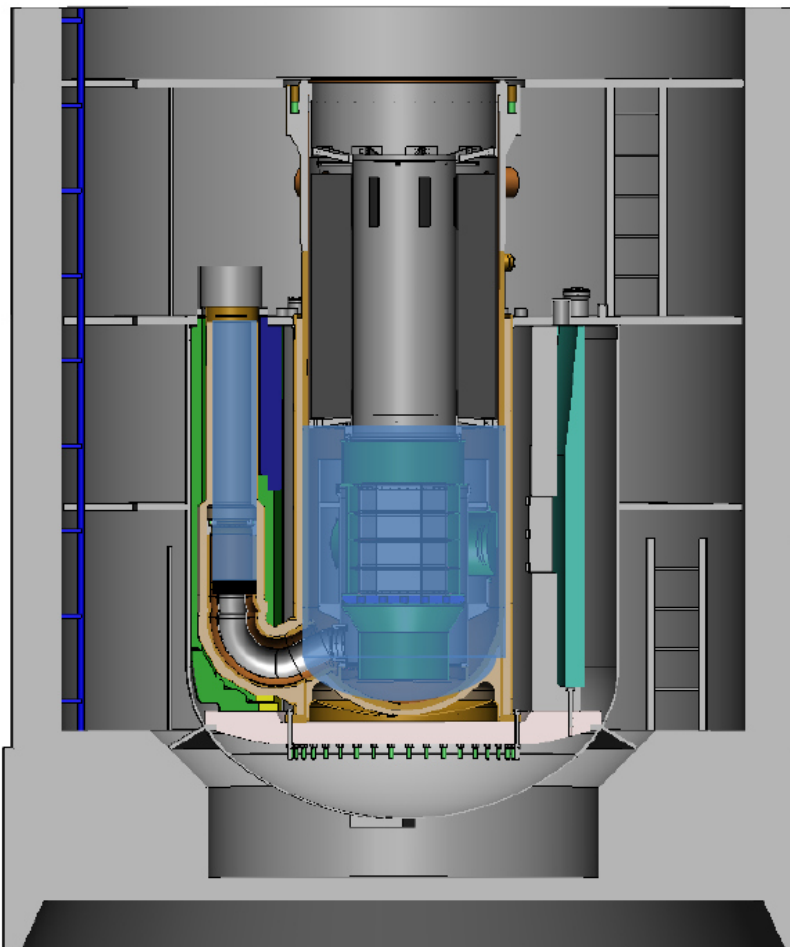


Abbildung 6-5: Stützgerüst ausgebaut



## **6.5 Ausbau des Dampferzeugers**

Der Dampferzeuger wurde als eine Einheit in den RDB eingebaut und kann somit auch in einem Stück wieder ausgebaut werden. Hierzu sind an allen Dampf- und Speisewasserstutzen die Flanschverbindungen von außen zu lösen. Beim Lösen der Frischdampf- und der Speisewasserleitungen ist zu dokumentieren, welche der Dampferzeugerheizrohre durch Reparaturmaßnahmen verschlossen wurden. Durch das Verschließen der defekten Dampferzeuger-Heizrohre wurde ein Aktivitätsübertritt in den Sekundärkreislauf verhindert. Die verschlossenen Dampferzeuger-Heizrohre sind im Gegensatz zu den intakten Dampferzeuger-Heizrohren potentiell auch auf der Innenseite kontaminiert. Die Dokumentation der verschlossenen Dampferzeuger-Heizrohre dient damit der besseren Abschätzung der Gesamtaktivität des Dampferzeugers.

Der Dampferzeuger wird mit dem Brückenkran herausgehoben. Dabei wird der Dampferzeuger in einen Kontaminationsschutz (z. B. Folie) verpackt, um eine Kontaminationsverschleppung in die Zerlegehalle zu vermeiden.

Aufgrund der sehr großen Oberfläche der Dampferzeuger-Heizrohre stellt der Dampferzeuger die hinsichtlich Kontamination relevante Komponente bei der Zerlegung des RDB-OH dar. Da für die Dekontamination des Dampferzeugers eine aufwändige Infrastruktur erforderlich wäre und eine große Menge an Abwasser zu erwarten wäre, wird die Variante bevorzugt, den Dampferzeuger im Ganzen zu verpacken und zu einer externen, geeigneten Einrichtung zur Dekontamination und Nachzerlegung zu verbringen.

Für die externe Nachbehandlung wird der ausgebaute Dampferzeuger als Ganzes direkt in einen Transportcontainer (z. B. 20'-Container) verpackt und ausgeschleust. Es kommen z. B. Einrichtungen der EWN in Lubmin oder KTE in Karlsruhe für die Nachbehandlung in Frage. Für den Transport der radioaktiven Reststoffe bzw. radioaktiven Abfälle auf öffentlichen Verkehrswegen werden die Anforderungen der GGVSEB /16/ und der ADR /14/ eingehalten. Dies gilt auch für die Annahmebedingungen der entsprechenden externen Einrichtungen. Die Randbedingungen der Transporte regeln die Betriebsordnungen des RBHB und entsprechende Betriebsanweisungen.

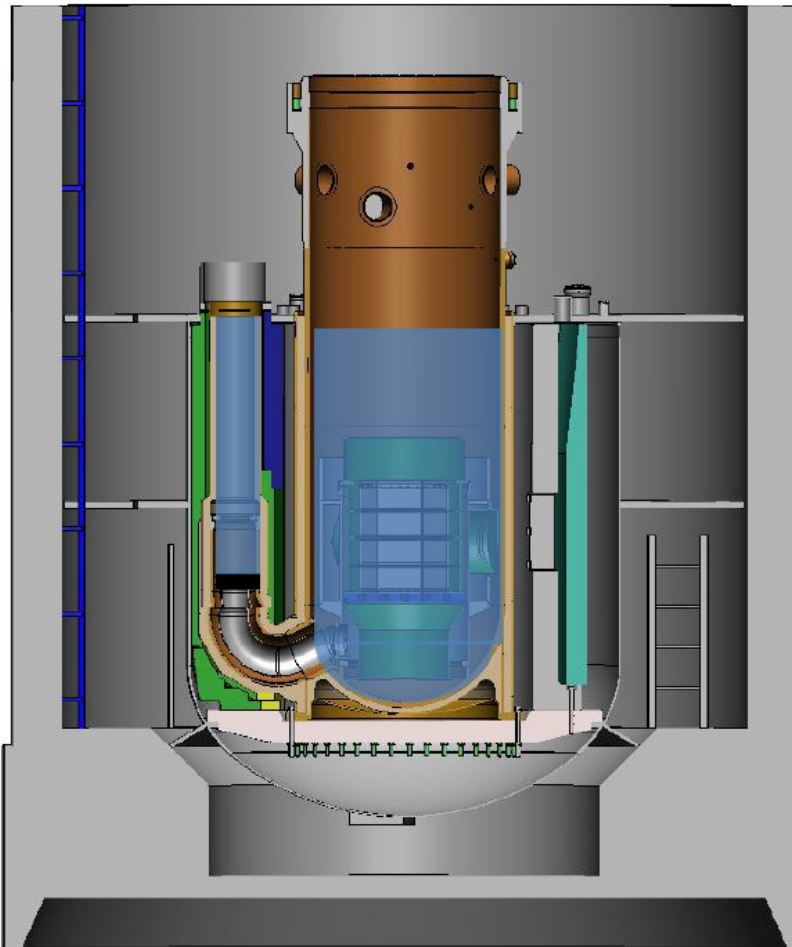


Abbildung 6-6: Dampfzeuger ausgebaut; RDB bis Schildtankdecke geflutet

## 6.6 Zerlegung der Kerneinbauten

Die aktivierten Kerneinbauten werden im RDB unter Wasser mit fernbedienten bzw. fernhandhabten Einrichtungen zerlegt und in Einsatzkörbe verpackt. Der Wasserstand wird entsprechend dem Zerlegefortschritt sukzessive abgesenkt. Während der Beladung mit Hilfe geeigneter Greifwerkzeuge werden die Einsatzkörbe seitlich an der RDB-Wand mit ausreichender Wasserüberdeckung abgehängt. Die Einsatzkörbe werden anschließend mit einer Abschirmglocke (siehe Kapitel 4.9) ausgehoben und mittels abgeschirmten Transport- oder Abfallbehältern in den Verpackungsraum (Betonzelle 1) des HL verbracht und dort unter geometrischen und radiologischen Gesichtspunkten optimiert entsprechend den Annahmebedingungen für ein Endlager des Bundes verpackt.

Aufgrund der beengten Verhältnisse und des komplexen Aufbaus der Kerneinbauten kommen vorzugsweise thermische Trennverfahren zum Einsatz. Für Schnitte durch komplexe Geometrien wie z. B. die Tragplatte oder die Formrippen des Kernmantels wird das CAMC-Verfahren (siehe Kapitel 4.4) vorgesehen. Hiermit können nahezu beliebige Geometrien getrennt werden. Für einfache Schnitte durch einlagige Zylindermäntel wird das Plasmaschneid-Verfahren (siehe Kapitel 4.3) eingesetzt. Beide vorgenannten Werkzeuge werden mit Hilfe des Verpackungsmanipulators unter Wasser geführt.

Da bei den vorgesehenen Trennverfahren eine Verschmutzung des Wassers durch feinkörnigen Materialabtrag entstehen wird, ist eine Wasserreinigung vorgesehen. Hierfür werden Schläuche über die Stutzen in der RDB-Wand oberhalb des Flutungs-Wasserspiegels zu abgeschirmten Filtereinheiten (siehe Kapitel 4.15) geführt, die auf der Schildtankdecke abgestellt werden. Ggf. können auch die vorhandenen Hauptkühlmittelpumpenstutzen für die Installation von Pumpen und Filtern des Wasserreinigungssystems genutzt werden.

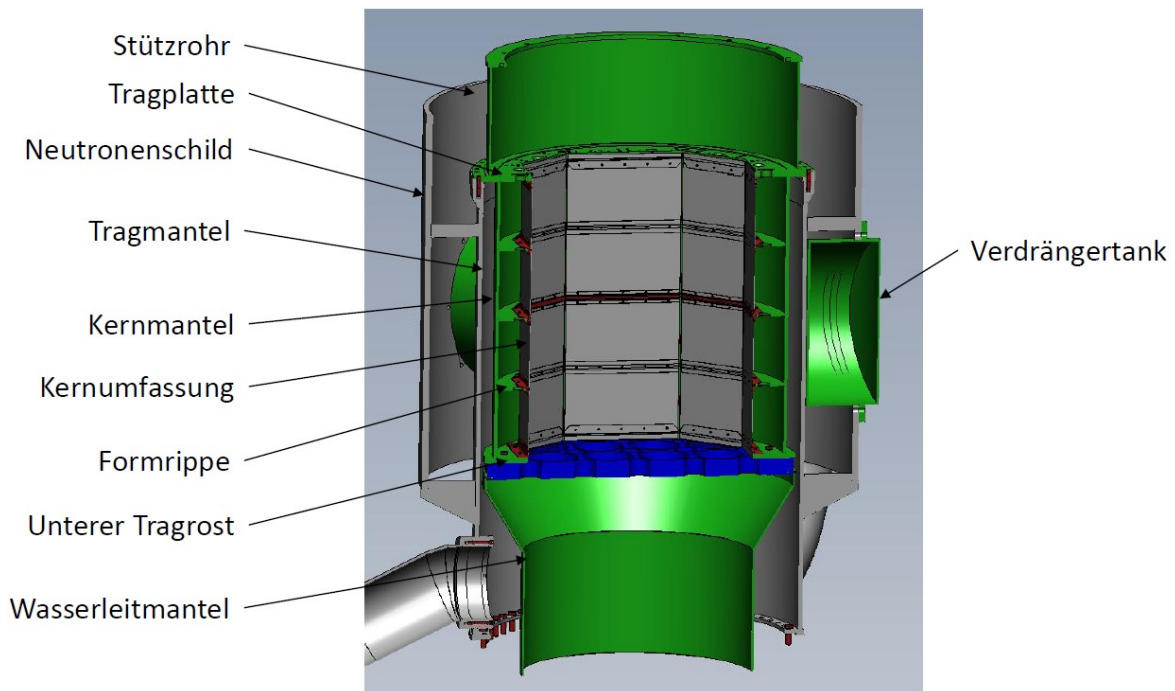


Abbildung 6-7: Aufbau und Komponenten der Kerneinbauten

Nach der Zerlegung der Kerneinbauten ist der größte Anteil der Aktivität aus dem RDB-OH entfernt. Der Wasserstand im RDB wird abgesenkt, wobei ggf. die RDB-Wand parallel mittels Hochdruck-Wasserstrahl von lose anhaftender Kontamination befreit wird. Am Boden des RDB

abgesetzte Partikel werden mit Hilfe des Wasserreinigungssystems oder mit einem Unterwassersauger abgesaugt und auf Filter abgeschieden. Die Filter werden in Abhängigkeit von ihrer Dosisleistung mit Hilfe der Abschirmglocke in geeignete Behälter ausgelagert. Das noch in den Hauptkühlmittelpumpenstutzen vorhandene Wasser wird ebenfalls abgepumpt und die gesetzten Dichtstopfen werden entfernt.

Alle folgenden Arbeiten im RDB-OH finden ohne Wasserüberdeckung statt. Sollte es die Dosisleistung erfordern, wird der RDB erneut geflutet und der Wasserstand dem Fortschritt der Arbeiten im RDB-OH entsprechend sukzessive abgesenkt.

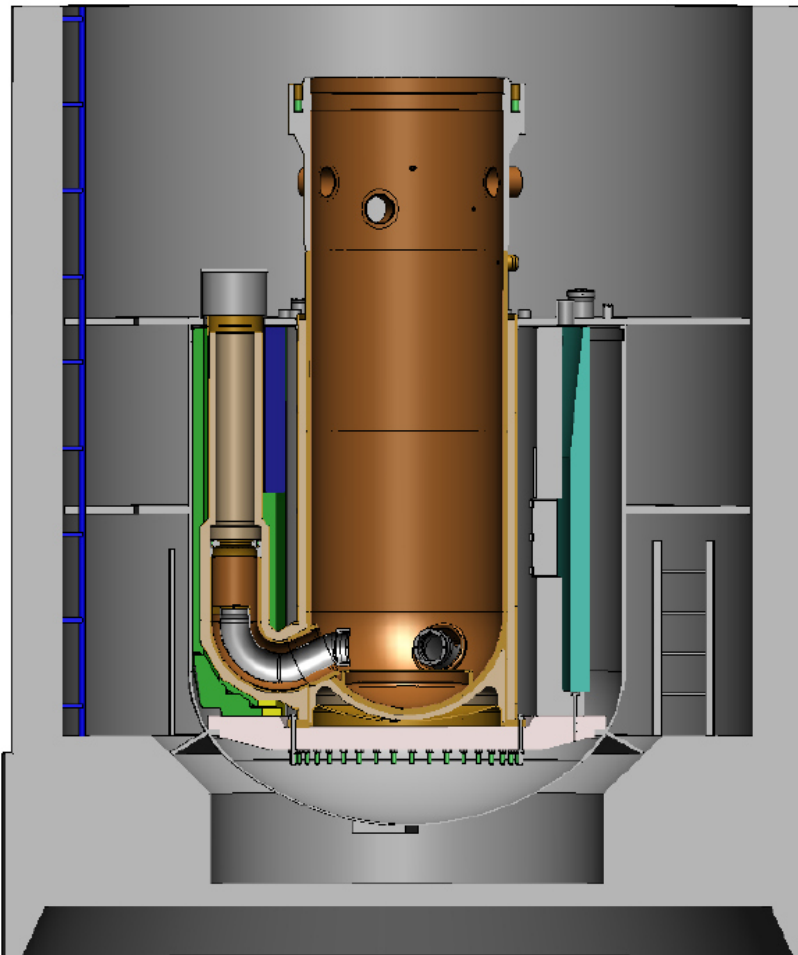


Abbildung 6-8: Zustand nach der Zerlegung der Kerneinbauten

## 6.7 Zerlegung der Einbauten im Schildtank

Der Schildtank wird mit thermischen Verfahren geöffnet und die Schildtankdecke segmentweise herausgeschnitten. Die Segmente werden im Dekontaminationsbereich dekontaminiert und stehen anschließend für eine Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /6/ bereit.

Danach werden die Abschirmplatten in umgekehrter Reihenfolge zur ehemaligen Montage ausgebaut, mit dem Brückenkran ausgehoben und zum Dekontaminationsbereich der Zerlegehalle transportiert. Die Abschirmplatten werden dekontaminiert und sind anschließend voraussichtlich größtenteils freigebbar.

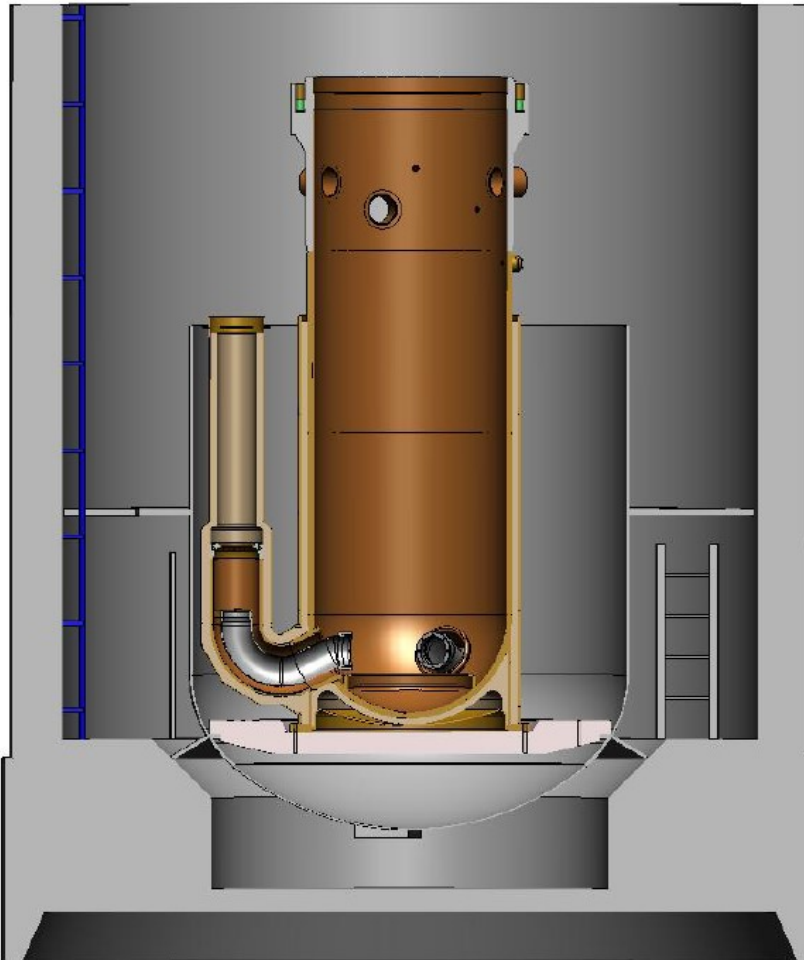


Abbildung 6-9: Zustand nach Entfernung der Einbauten des Schildtanks

Vor Beginn der Zerlegung des RDB ist die Isolierung (künstliche Mineralfaser (Steinwolle) aus Basalt) zwischen Schildtank-Innenwand und RDB sowie im Bereich der

Hauptkühlmittelpumpenstutzen zu entfernen. Die in diesen Bereichen voraussichtlich in loser, gestopfter Form vorliegende Isolierung wird mit Stangenwerkzeug von einer Hilfsbühne auf Schildtankdecken-Höhe aus, sowie durch Abbau im Schildtank selbst entfernt. Ggf. wird es erforderlich, die Schildtankwand partiell mittels Trennschleifer zu öffnen, um an die Isolierung heranzukommen.

## **6.8 Zerlegung des RDB**

Der RDB wird mit thermischen Trennverfahren von oben nach unten schussweise abgebaut. Die abgetrennten Schüsse werden im Ganzen mit dem Brückenkran ausgehoben, im Dekontaminationsbereich dekontaminiert und anschließend im trockenen Zerlegebereich in der Zerlegehalle mittels mobiler Stichsäge teilautomatisiert weiter zerlegt. Die Segmente werden je nach Aktivitätskonzentration entweder der Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /6/ oder der Entsorgung als radioaktiver Abfall zugeordnet.

Die Schnittführung am noch stehenden RDB erfolgt mit Hilfe des Verpackungsmanipulators von außen. Entstehende Brennschneidgase und ggf. mobilisierte Kontamination der RDB-Oberfläche werden über eine Luftabsaugung möglichst nahe dem Entstehungsort im Inneren des RDB über Filter abgezogen. Hierzu wird eine Absaughaube dicht oberhalb des jeweils zu schneidenden RDB-Schusses gesetzt, um eine gerichtete Luftströmung zu erreichen. Der Zerlegebereich wird während dieser Arbeiten mit Hilfe eines Arbeitszelts eingehaust. Das Arbeitszelt wird ebenfalls mit einer gefilterten mobilen Luftabsaugung ausgerüstet. Durch die Zerlegung in Schüssen wird ein Herabfallen von abgetrennten Segmenten vermieden.

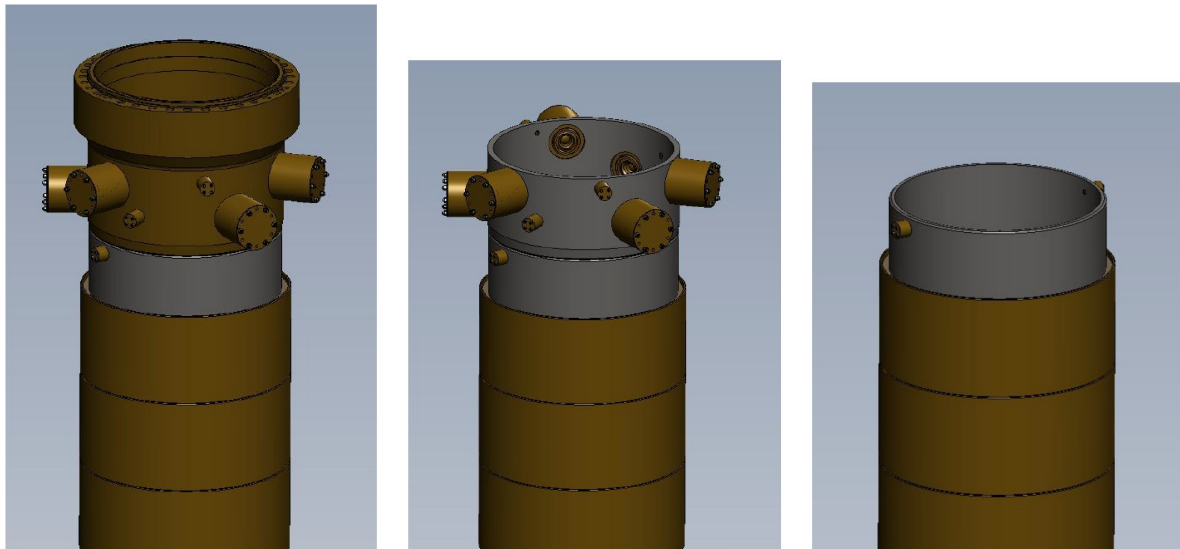


Abbildung 6-10: Schussweise Zerlegung des RDB im Betonschacht

Die Zerlegung des Teils des RDB, der sich im Schildtank befindet, setzt voraus, dass die innere Zylinderwand des Schildtanks vorlaufend abgebaut wird. Dies erfolgt vorzugsweise ebenfalls durch thermisches Trennen.

Im Rahmen der Zerlegung des RDB werden auch die Pumpenstutzen abgetrennt.

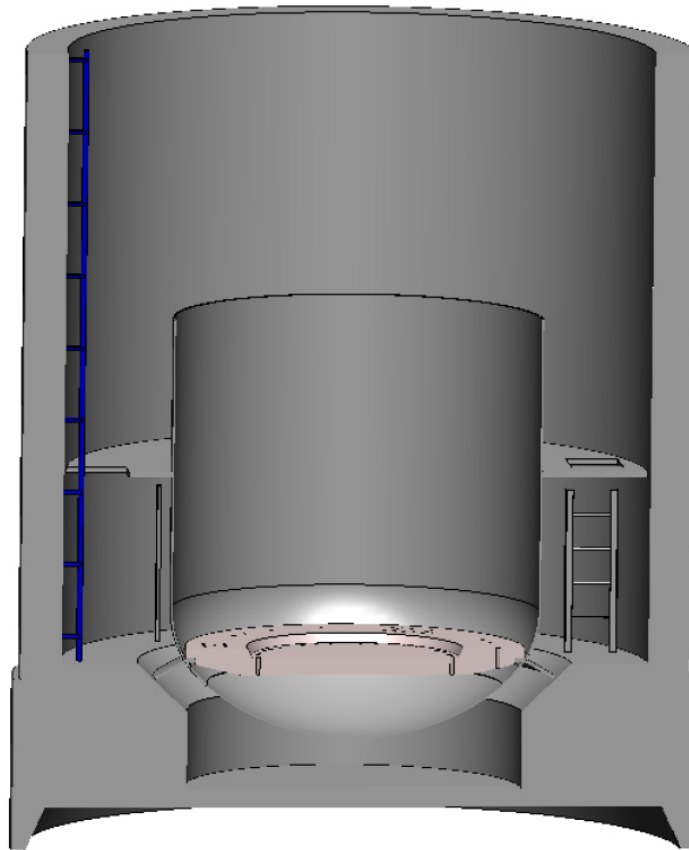


Abbildung 6-11: Zustand nach der Zerlegung des RDB

### 6.9 Zerlegung des Schildtanks

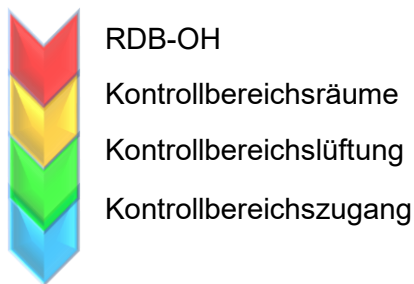
Nachdem der RDB und der innere Schildtankzylinder ausgebaut sind, wird die Bodenplatte im Schildtank zerlegt. Aufgrund ihrer Masse von 45 Mg muss diese Bodenplatte in Einbaulage in mindestens zwei Teile zerlegt werden. Dies erfolgt mittels thermischen Trennens. Die Teile können nach der Dekontamination voraussichtlich der Freigabe nach §§ 31 – 42 StrlSchV /6/ zugeführt werden.

Abschließend erfolgt die Zerlegung des verbliebenen äußeren Schildtankmantels. Aufgrund der zu erwartenden geringen Kontamination ist auch hier thermisches Trennen vorgesehen.



## 7 Rückzugskonzept, Restabbau und Dekontamination der Zerlegehalle und des Betonschachts

Nachdem der RDB-OH zerlegt ist, wird die gesamte Infrastruktur im Sinne eines Rückzugs aus der Zerlegehalle und dem Betonschacht abgebaut. Der Rückzug erfolgt dabei ausgehend vom Betonschacht über die allgemeinen Kontrollbereichsräume und die Kontrollbereichsräume des Lüftungssystems in Richtung des Kontrollbereichszugangs. In einem Grundriss der Zerlegehalle (siehe Anlage 1) sind die einzelnen Abschnitte des Rückzugs wie folgt kenntlich gemacht:



Dabei werden alle kontaminierten Systeme und Einrichtungen und alle nicht kontaminierten Systeme und Einrichtungen, die die Freigabe der Zerlegehalle und des Betonschachts erschweren oder behindern, abgebaut. Anschließend werden die Baustrukturen der Zerlegehalle und des Betonschachts selbst radiologisch bewertet, ggf. dekontaminiert und freigemessen.

### 7.1 Abwassersystem

Sobald im fortgeschrittenen Verlauf der Zerlegearbeiten im RDB kein Wasser mehr zur Abschirmung benötigt wird und durch orientierende Messungen zum Kontaminationsniveau in der Zerlegehalle erkennbar ist, dass Abwasser mit höherer Aktivitätskonzentration nicht mehr anfällt, erfolgt der Abbau dieses Teils des Abwassersystems, der für Abwasser höherer spezifischer Aktivitätskonzentrationen vorgesehen war.

Zur Abwassersammlung steht dann nur noch der für niedrige Aktivitätskonzentrationen vorgesehene Teil des Abwassersystems zur Verfügung, an das z. B. Abwasser aus den Waschbecken oder der Heißen-Dusche in der Heißen Umkleide aus dem Kontrollbereichszugang abgegeben wird.

Dieser Teil des Abwassersystems wird erst im Rahmen des Rückzugs aus dem Kontrollbereichszugang abgebaut. Dabei noch anfallendes Abwasser wird direkt in geeigneten Gebinden (z. B. 60-l-Fass) aufgefangen. Bevorzugt werden jedoch Reinigungstücher verwendet, die in geeigneten Abfallgebinden gesammelt werden.

Alle in der Zerlegehalle anfallenden radioaktiven Abwässer werden zu externen Dienstleistern transportiert und dort konditioniert und entsorgt. Es ist keine Ableitung radioaktiver Abwässer der Zerlegehalle am Standort Hereon vorgesehen.

## **7.2 Betonschacht**

Nach der vollständigen Zerlegung des RDB-OH wird der Betonschacht auf mögliche Kontaminationen durch die Zerlegearbeiten, unter Bezugnahme auf die Beweissicherungsmessungen vor Aufnahme der Tätigkeiten, überprüft. Die Erfahrungen aus der Zerlegung, insbesondere zu einem möglichen Wasseraustritt aus dem RDB in den Betonschacht, sind zu berücksichtigen. Ggf. aufgetretene Kontaminationen sind gegenüber den einzuhaltenden Grenzwerten zu bewerten und nach Erfordernis zu beseitigen. Eine evtl. eingedrungene Aktivität ist ebenfalls zu berücksichtigen.

Die Hilfsbrücke und die Hilfsbühnen im Betonschacht werden für die Messungen zur Bestimmung der Kontamination und ggf. Dekontamination des Betonschachts noch genutzt. Sobald sie hierfür nicht mehr erforderlich sind, werden sie abgebaut.

Nach Abschluss sämtlicher Arbeiten im Betonschacht und dessen Freimessung, wird dieser mit einem geeigneten Verschluss abgedeckt. Damit wird verhindert, dass im Rahmen des weiteren Rückzugs aus der Zerlegehalle eine erneute Kontamination des Betonschachts stattfindet.

## **7.3 Lüftungssystem**

Die Fortluftfilter werden spätestens nach Abschluss der Zerlegearbeiten, bei denen mit lufttragener Aktivität zu rechnen ist, gewechselt. Die Aktivität der Filter wird durch Probenahmen bestimmt und liefert so Hinweise auf eine evtl. zu erwartende Kontamination des Fortluftsystems vor den Filtern. Darüber hinaus wird das Fortluftsystem vor den Filtern vor Außerbetriebnahme der Lüftungsanlage auf Kontamination geprüft. Stellt sich heraus, dass das

Fortluftsystem vor den Filtern kontaminiert ist, so ist für dessen Dekontamination bzw. Abbau eine alternative Fortluftstrecke, unter Einbeziehung mobiler Filteranlagen zu realisieren.

Das Fortluftsystem hinter den Filtern kann als kontaminationsfrei angesehen werden, solange die Fortluftüberwachung keinen Hinweis auf Radioaktivität in der Fortluft ergeben hat. Während des Abbaus des Lüftungssystems bleibt der Kontrollbereich vom Überwachungsbereich bis zur Aufhebung der Kontrollbereichsbedingungen oder der Freigabe lufttechnisch getrennt.

#### **7.4 Restabbau, Dekontamination und Rückzug**

Im Rahmen des Restabbaus werden noch vorhandene Systeme, die noch für den Abbau oder die Reststoffbearbeitung benötigt wurden, wie z. B. Dekontaminationseinrichtungen, abgebaut.

Beim Rückzug werden die verbliebenen Infrastruktureinrichtungen, die nicht in Einbaulage freigegeben werden können oder sollen, abgebaut. Dazu gehören im Wesentlichen:

- Medienversorgung (Deionat, Druckluft, Gasversorgung, etc.),
- Kommunikationseinrichtungen,
- Signaltechnische Einrichtungen,
- Elektro- und leittechnische Einrichtungen,
- Energie- und Medienversorgung,
- Brandmelde- und Brandschutzeinrichtungen.

In dieser Phase noch benötigte Einrichtungen werden „fliegend“ verlegt, z. B. mobile Baustellenbeleuchtung, temporäre akkugepufferte Fluchtwegbeleuchtungen und Baustromverteiler.

Alle betroffenen Bereiche werden dekontaminiert und einer Vorbeprobung zum Freimessen unterzogen. Die bei der Vorbeprobung gefundenen Kontaminationen oberhalb der Freigabewerte werden beseitigt.

Fertig abgebaute, dekontaminierte und freigemessene Raumbereiche, die nicht als Verkehrs- oder Transportwege erforderlich sind, werden verschlossen und lüftungstechnisch versiegelt. In diesen Raumbereichen befinden sich dann keine Einrichtungsgegenstände oder Anlagenteile mehr, es sei denn, diese sind ebenfalls freigemessen. Grundlage für eine Freigabe von

Anlagenteilen und Gebäudeteilen sind die §§ 31 – 42 StrlSchV in Verbindung mit den in Anlage 4 Tabelle 1 festgelegten Freigabewerten /6/.

### **7.5 Werkzeuge und Hilfsgeräte**

Die beim fortschreitenden Abbau nicht mehr erforderlichen Werkzeuge und Hilfsgeräte wie z. B. Manipulator, Hydraulikscheren, Seilsäge, Zelteinhausungen etc. werden gegebenenfalls dekontaminiert und, sofern möglich, zur Wiederverwendung gemäß § 58 Abs. 2 StrlSchV /6/ aus den Strahlenschutzbereichen herausgebracht. Dabei werden entsprechende Kontrollmessungen durchgeführt.

Alternativ kann auch eine Weiterverwendung bei einem anderen Genehmigungsinhaber erfolgen.

Falls aufgrund der Kontamination das Herausbringen oder eine Weiterverwendung nicht möglich ist, werden die Werkzeuge und Hilfsgeräte, sofern möglich, zerlegt und als Reststoff entsprechend weiter behandelt und nach Möglichkeit freigemessen. Entsprechende Teile, die als Reststoff nicht freigemessen werden können, werden als radioaktiver Abfall behandelt.

## 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 vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565) zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 14).
- /2/ Antragschreiben – 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/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), zuletzt geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645).

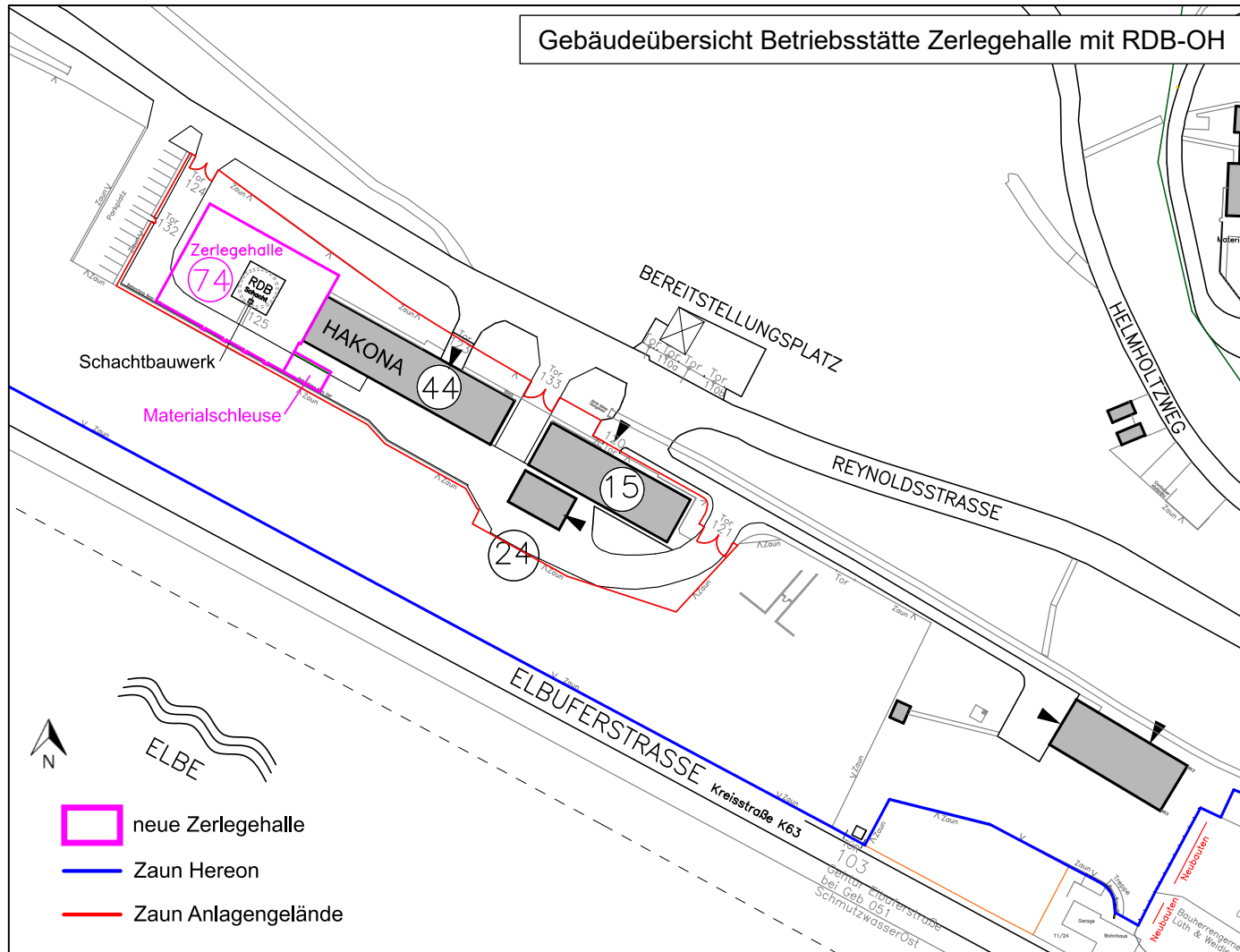
- /7/ Errichtungs- und Betriebskonzept zum Neubau einer Zerlegehalle für die Zerlegung des RDB-OH – Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn, EB-FRG/HL/RDB-OH-20.
  
- /8/ Transport- und Logistikkonzept für die Forschungsreaktoranlage, das Heiße Labor und die Zerlegehalle des Reaktordruckbehälters – 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-28.
  
- /9/ 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).
  
- /10/ Brandschutzkonzept für die Zerlegehalle des Reaktordruckbehälters – 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-19.
  
- /11/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 15).
  
- /12/ <https://de.wikipedia.org/wiki/Seils%C3%A4ge#/media/File:Saegeseil.jpg>, abgerufen 12.01.2016.
  
- /13/ Schöndorf, Niemann: Katalog der nachnutzbaren Einrichtungen für den Abbau von Reaktoren und kontaminierten Großkomponenten, EWN Einrichtungskatalog, Nr. 00000-BDE000-DB2ENG-00021445, EWN GmbH, Lubmin, 15.05.2013.
  
- /14/ Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße (ADR), vom 16. November 2021 (BGBl. II S. 1184).

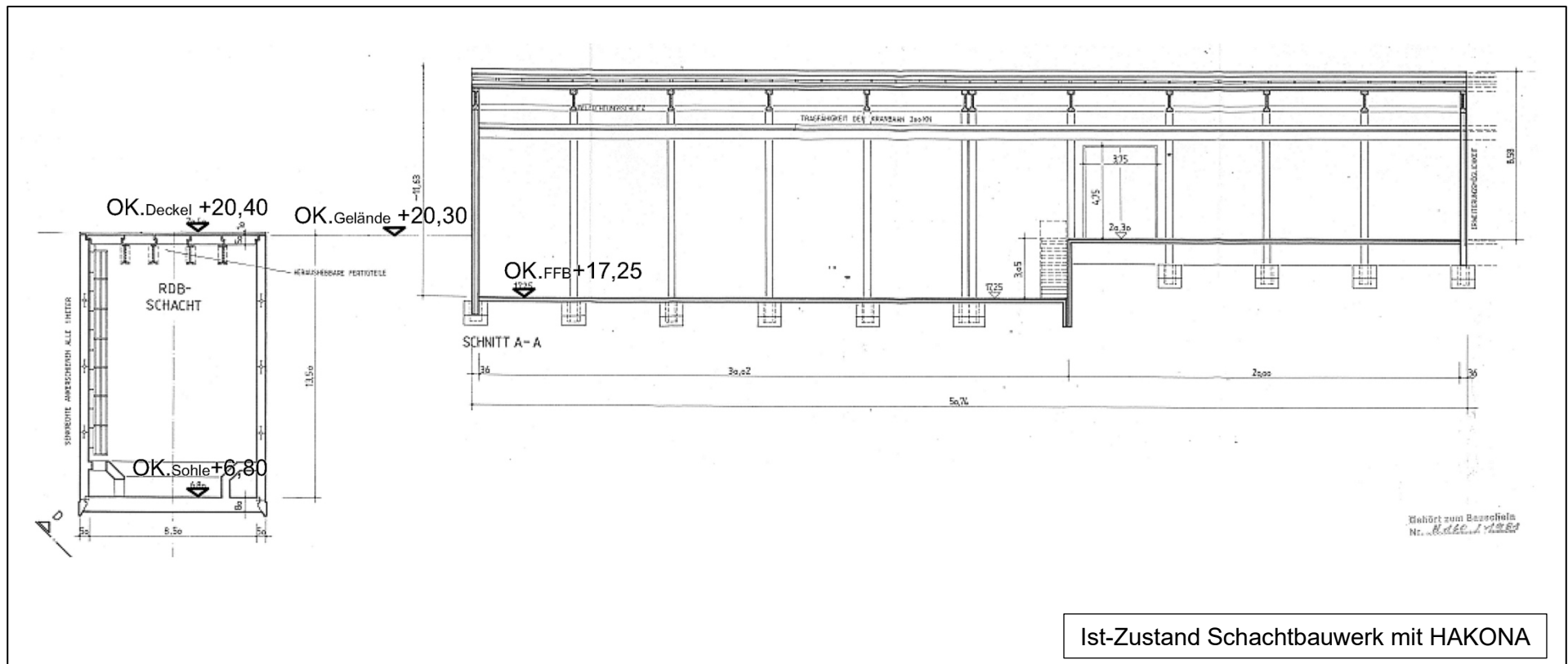
- /15/ JL Goslar: Strahlenschutz, Prospekt 10/2009 – Strahlenschutz, Deut. JL Goslar GmbH, Goslar.
- /16/ Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße, mit Eisenbahnen und auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt - GGVSEB) vom 11. März 2019 (BGBl. I S. 258), geändert durch Artikel 3 Absatz 5 des Gesetzes vom 2. Juni 2021 (BGBl. I S. 1295).

## **Anlage 1**

Lageplan, Ist-Zustand, Grundriss, Schnitte und Ansichten der geplanten Zerlegehalle







VOSS INGENIEURE GmbH

Legende

- RDB - OH
- Kontrollbereiche
- Kontrollbereiche - Lüftung
- Kontrollbereiche - Zugang

Grundriss der geplanten Zerlegehalle (20,80 m-Ebene)

