

**Ermittlung des Masseninventars der
Forschungsreaktoranlage, des Heißen Labors und der
Zerlegehalle des Reaktordruckbehälters**

**Erläuterungsbericht zur Stilllegung des Forschungsreak-
tors FRG-1 und Abbau der Forschungsreaktoranlage und
des Heißen Labors sowie die Zerlegung des Reaktordruck-
behälters des Nuklearschiffs Otto Hahn**

Bericht Nr. EB-FRG/HL/RDB-OH-06

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

Datum: 12. September 2022

Revision: 3

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

Änderungsverzeichnis

Revision	Datum	Änderungsgrund
0	05.11.2018	Erstellung
1	18.12.2020	Aufgrund des Schreibens des Gutachters zur Rev. 0 vom 18.01.2019 und des Fachgesprächs vom 14.06.2019 komplett überarbeitet.
2	21.03.2022	Überarbeitungsbedarf aufgrund der Prüfnotizen der Sachverständigen und der Genehmigungsbehörde zur Rev. 1 vom 11.05.2021.
3	12.09.2022	Überarbeitungsbedarf aufgrund der Komponentenmassen des RDB-OH

Dieser Bericht wurde in Zusammenarbeit mit der Firma

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

erstellt.



Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Begriffsbestimmungen	9
1 Einleitung	10
2 Grundlagen der Datenerfassung und Auswertung	11
2.1 Betriebsstätten und Anlagenbereiche	11
2.2 Gebäude	12
2.3 Räume	15
2.4 Systeme	15
2.5 Komponententypen	15
2.6 Materialgruppen	15
3 Ermittlung der Massen der einzelnen Komponententypen	17
3.1 Armaturen (ARM)	17
3.2 Ausschlagsicherungen und Halterungen (AUS)	17
3.3 Behälter (BEH)	17
3.4 Reaktorbecken und Bioschild (BIO)	17
3.5 Elektrische Einrichtungen (ELE)	18
3.6 Filter (FIL)	18
3.7 Gebäudemassen (GEB)	19
3.8 Hebezeuge (HEB)	19
3.9 Sonstige Infrastruktur (INF)	19
3.10 Isolierung (ISO)	19
3.11 Kabel (KAB) und Kabelpitschen (KAP)	19
3.12 Auskleidung und Liner (LIN)	20
3.13 Lüftungsanlagen (LÜF)	20
3.14 Sonstige Maschinen- und Apparatechnik (MAP)	20
3.15 Mobile Einrichtungen (MOE)	20
3.16 Motoren (MOT)	21
3.17 Pumpen (PUM)	21
3.18 Reaktorkern und Einbauten (RKE)	21
3.19 RDB und Einbauten (RDB)	21
3.20 Rohrleitungen (ROH)	21
3.21 Setzsteine und Abschirmungen (SET)	21
3.22 Stahlbau, Treppen, Roste (STR)	21

3.23	Wärmetauscher (WÄR)	21
3.24	Zusatzmassen (ZUS)	22
4	Masseninventar der Betriebsstätte FRG und HL	23
4.1	Massen der einzelnen Gebäude bzw. Gebäudeteile	23
4.2	Abbau- und Entsorgungsmassen Betriebsstätte FRG/HL	24
5	Masseninventar der Betriebsstätte RDB-OH	26
6	Qualitätssicherung	28
6.1	Grundsätze	28
6.2	Qualitätssicherung bei der Datenerfassung	28
6.3	Überprüfung der Ergebnisse	28
6.4	Datenpflege	29
7	Zusammenfassung	30
	Literatur und verwendete Gesetze	31

Anlagenverzeichnis

Anlage 1:	Materialvolumen und Masse des Reaktorbeckens	32
Anlage 2:	Reaktorkern und Einbauten (Becken I-IV)	33
Anlage 3:	Reaktordruckbehälter NS Otto Hahn (RDB-OH)	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der Betriebsstätte FRG/HL	12
Abbildung 2-2:	Lage des Schachtbauwerks mit dem RDB-OH und der darüber zu errichtenden Zerlegehalle	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude der Betriebsstätte FRG/HL	13
Tabelle 2-2:	Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude der Betriebsstätte RDB-OH	14
Tabelle 2-3:	Materialgruppen	15
Tabelle 3-1:	Schaltschrankgehäuse (Stahlblech)	18
Tabelle 3-2:	Schaltschrankgehäuse (PVC)	18
Tabelle 3-3:	Spez. Gewicht Gehäuseinhalt nach Belegungsgrad	18
Tabelle 3-4:	Gesamtmasse Kabeltrasse in kg/m	20
Tabelle 4-1:	Gebüdemassen der Betriebsstätte FRG/HL	23
Tabelle 4-2:	Abbau- und Entsorgungsmasse der Betriebsstätte FRG/HL	24
Tabelle 5-1:	Abbau- und Entsorgungsmasse der Zerlegehalle inkl. Betonschacht	26
Tabelle 5-2:	Komponentenmassen des RDB-OH	27

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
BGBI.	Bundesgesetzblatt
bzw.	beziehungsweise
BZ	Betonzellen
ca.	circa
CAD	rechnerunterstütztes Konstruieren
CORA	Programmsystem für die Stilllegung kerntechnischer Anlagen (Component Registration and Analysis)
DIN	Deutsches Institut für Normierung
DN	Nennweite der Rohrleitung nach DIN EN 10255
EN	Europäische Norm
etc.	et cetera
FRG	Forschungsreaktoranlage Geesthacht
FRG-1	Forschungsreaktor Geesthacht 1
FRG-2	Forschungsreaktor Geesthacht 2
Geb.	Gebäude
ggf.	gegebenenfalls
GKSS	Gesellschaft für Kernenergieverwertung in Schiffbau und Schifffahrt mbH
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
HAKONA	Halle zur Komponenten-Nachuntersuchung
Hereon	Helmholtz-Zentrum hereon GmbH
HL	Heißes Labor
HZG	Helmholtz-Zentrum Geesthacht
inkl.	inklusive

insbes.	insbesondere
KKS	Kraftwerk-Kennzeichensystem
Nr.	Nummer
NS	Nuklearschiff
PVC	Polyvinylchlorid
RDB	Reaktordruckbehälter
RDB-OH	Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffes Otto Hahn
Rev.	Revision
S.	Seite
TBH	Transportbereitstellungshalle
vgl.	vergleiche
ZAR	Zentralabteilung Forschungsreaktor
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 /1/.
Betriebsabfälle, radioaktiv	Radioaktive Abfälle, die beim Betrieb der FRG oder des HL angefallen sind oder beim Restbetrieb anfallen.
Forschungsreaktoranlage	Die Forschungsreaktoranlage (FRG) besteht aus dem FRG-1 und den noch vorhandenen Anlagenteilen des FRG-2.
Fortluftkamin	Zentrale Abgabestelle, die die Abluft der über Filter geleiteten Luft aus den Kontroll- und Sperrbereichen der Anlage emittiert.
Restbetrieb	Als Restbetrieb wird der Betrieb aller für die Stilllegung notwendigen Versorgungs-, Sicherheits- und Hilfssysteme sowie der Betrieb der für den Abbau von Komponenten, Systemen und Gebäuden notwendigen Einrichtungen nach Erteilung der Stilllegungsgenehmigung bezeichnet /1/.
System	Zusammenfassung von Komponenten zu einer technischen Einrichtung, die als Teil der Anlage selbstständige Funktionen ausführt.

1 Einleitung

Der Forschungsreaktor FRG-1 des Helmholtz-Zentrums 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 und das Heiße Labor brennelementefrei.

Die Forschungsreaktoranlage (FRG) und das Heiße Labor (HL) sollen abgebaut sowie der Reaktordruckbehälter des Nuklearschiffs Otto Hahn (RDB-OH) zerlegt werden. Die FRG und das HL befindet sich im Nachbetrieb mit gültiger Genehmigung nach § 7 Abs. 1 AtG /2/ (FRG) und § 9 AtG (HL).

Hereon hat mit dem Schreiben vom 21.03.2013 /3/ mit Präzisierung vom 6. September 2016 /4/ bei der zuständigen atomrechtlichen Behörde die Stilllegung des Forschungsreaktors FRG-1 und den Abbau der Forschungsreaktoranlage (FRG) und des Heißen Labors (HL) sowie Zerlegung des Reaktordruckbehälters des Nuklearschiffs Otto Hahn beantragt. Entsprechend den Vorgaben der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) /5/ beschreibt der Sicherheitsbericht /6/ übergeordnet den Antragsgegenstand.

Der vorliegende Erläuterungsbericht beschreibt die zum Zeitpunkt der Erstellung abzubauenen Massen der Betriebsstätte FRG/HL und der Betriebsstätte RDB-OH.

Die Transportbereitstellungshalle (TBH, an der Betriebsstätte FRG/HL) sowie weitere Gebäude am Standort der Betriebsstätte RDB-OH (wie HAKONA/Bereitstellungshalle oder Sammelstelle etc.) sind nicht Teile der Abbaumaßnahmen und daher nicht enthalten.

2 Grundlagen der Datenerfassung und Auswertung

Die Grundlage der Datenerfassung bilden die so genannten Referenzdaten. Als Referenzdaten werden alle Daten bezeichnet, welche als Grundlage für die nähere Spezifizierung der Komponentendaten benötigt werden. Dazu wurden die Anlagendaten auf Basis der vorliegenden Dokumentation unter Zuhilfenahme der Gebäude-, Raum- und Systemlisten im Programmsystem CORA erfasst und bis auf die Komponenten heruntergebrochen (z. B. Pumpen, Armaturen, Rohrleitungen etc.).

Allen Komponenten sind sinngemäß folgende Eigenschaften zugeordnet:

- Betriebsstätten und Anlagenbereiche (FRG, HL oder RDB-OH),
- Gebäude (z. B. Reaktorhalle, Kranhalle etc.),
- Raum (Raumnummer),
- Systemzugehörigkeit (z. B. Kühlsystem, Lüftung, etc.),
- Komponententypen (z. B. Armatur, Kabel, Behälter, Motor, Leitung, etc.),
- Material (z. B. Metall, Kunststoff, Isolation, Kabel, etc.),
- Masse.

Im Folgenden werden die Eigenschaften erläutert, die für die Bestimmung des Masseninventars relevant sind. Dazu zählen der Ort (Betriebsstätte, Gebäude und Raum) sowie die Materialgruppe und die Komponententypen.

2.1 Betriebsstätten und Anlagenbereiche

Die von dem Abbau betroffenen Betriebsstätten und Anlagenbereiche am Standort Hereon sind wie folgt aufgeteilt:

- Betriebsstätte FRG/HL
 - Forschungsreaktoranlage – FRG,
 - Heißes Labor – HL.
- Betriebsstätte RDB-OH
 - Betonschacht des RDB-OH und die zu errichtende Zerlegehalle.

2.2 Gebäude

Die von den Vorhaben betroffenen Gebäude sind, getrennt nach Betriebsstätte, nachfolgend dargestellt (vgl. Abbildung 2-1 und Abbildung 2-2). Die jeweils dazugehörigen Gebäude sind in der Tabelle 2-1 und der Tabelle 2-2 zusammengefasst.

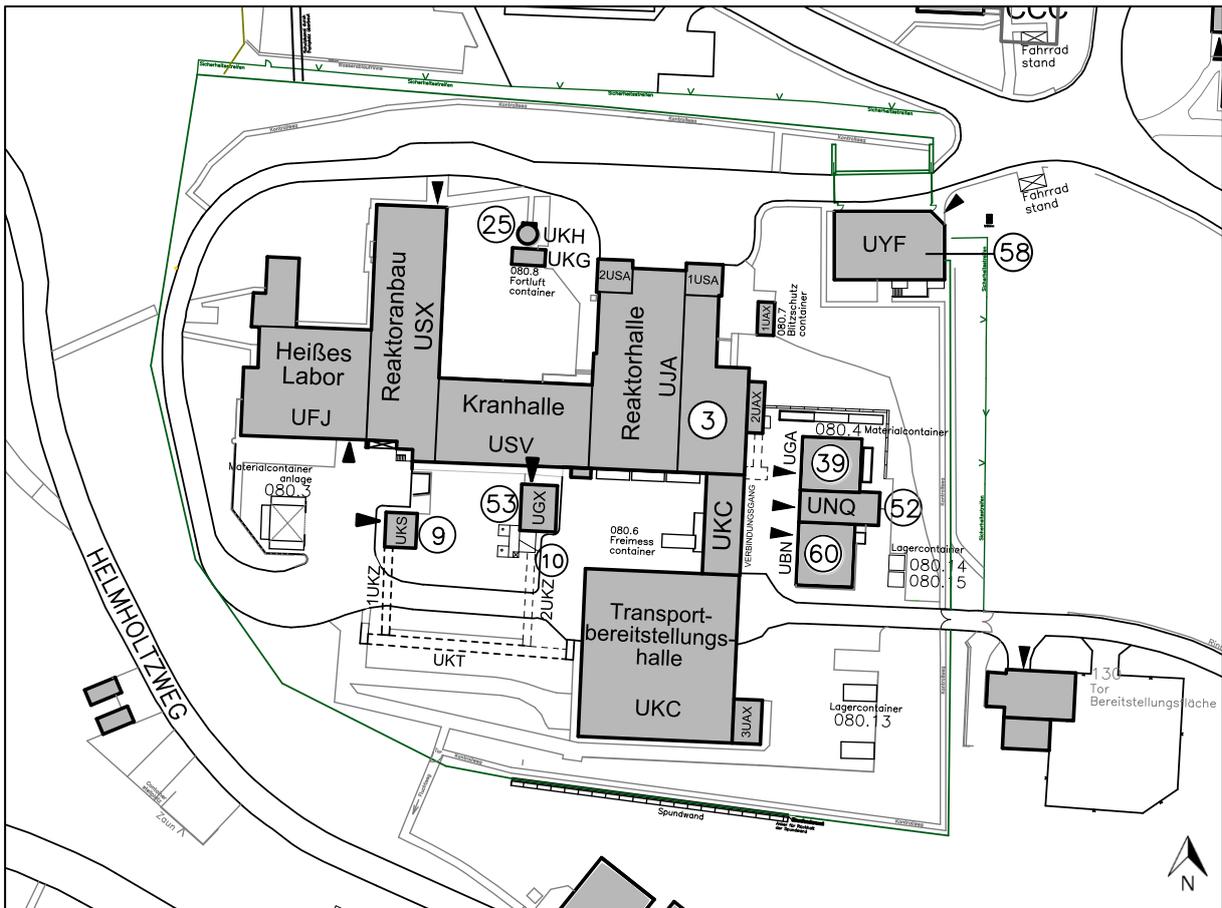


Abbildung 2-1: Lageplan Gebäude und Anlagenbereiche der Betriebsstätte FRG/HL

Tabelle 2-1: Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude der Betriebsstätte FRG/HL

Betriebs- stätte	Ge- bäude	Kenn- zeichen	Name	Abmessungen [m]		
				Länge	Breite	Höhe
FRG	03	UJA	Reaktorhalle	22,6	38,0	19,7
FRG	03	USV	Kranhalle	27,9	15,0	13,0
FRG	03	USX	Reaktoranbau	12,7	44,5	15,9
HL	03	UFJ	Heißes Labor (ohne Dosimetrie)	22,9	22,2	12,6
HL	03	UFJ	Dosimetrieanbau	8,0	13,0	6,7
<i>FRG/TBH</i>	<i>03</i>	<i>UKC</i>	<i>Verbindungsgang*</i>	<i>18,5</i>	<i>6,9</i>	<i>6,5</i>
<i>TBH</i>	<i>03</i>	<i>UKC</i>	<i>Transportbereitstellungshalle*</i>	<i>28,0</i>	<i>31,0</i>	<i>8,0</i>
FRG	03	UKT	Bediengang radioaktiver Abwasser- behälter	36,9	2,3	2,2
FRG	03	1UKZ 2UKZ	2 Verbindungsschächte zu den radi- oaktiven Abwasserbehältern	17,0 17,0	1,4 1,4	1,1 1,1
FRG	03	1USA	Zuluftzentrale Reaktorhalle**	–	–	–
FRG	03	2USA	Abluftzentrale Reaktorhalle**	–	–	–
FRG	09	UKS	Dekostation	5,6	6,4	7,9
FRG	-	UKG	Fortluftcontainer	6,1	2,4	2,6
FRG	25	UKH	Fortluftkamin	3,8	-	64,5
FRG	39	UGA	Brunnenhaus	10,6	9,6	4,5
FRG	52	UNQ	Kompressorhaus	14,3	5,9	4,5
FRG	53	UGX	Säurelager I	6,4	8,5	3,5
FRG	58	UYF	Wachgebäude	22,0	14,5	7,0
FRG	60	UBN	Notstromgebäude	10,3	11,6	5,8

* Gebäude sind nicht oder nur teilweise Gegenstand der geplanten Maßnahmen und sind zur Information aufgeführt.

** Bestandteil der Gebäudeabmessung Reaktorhalle

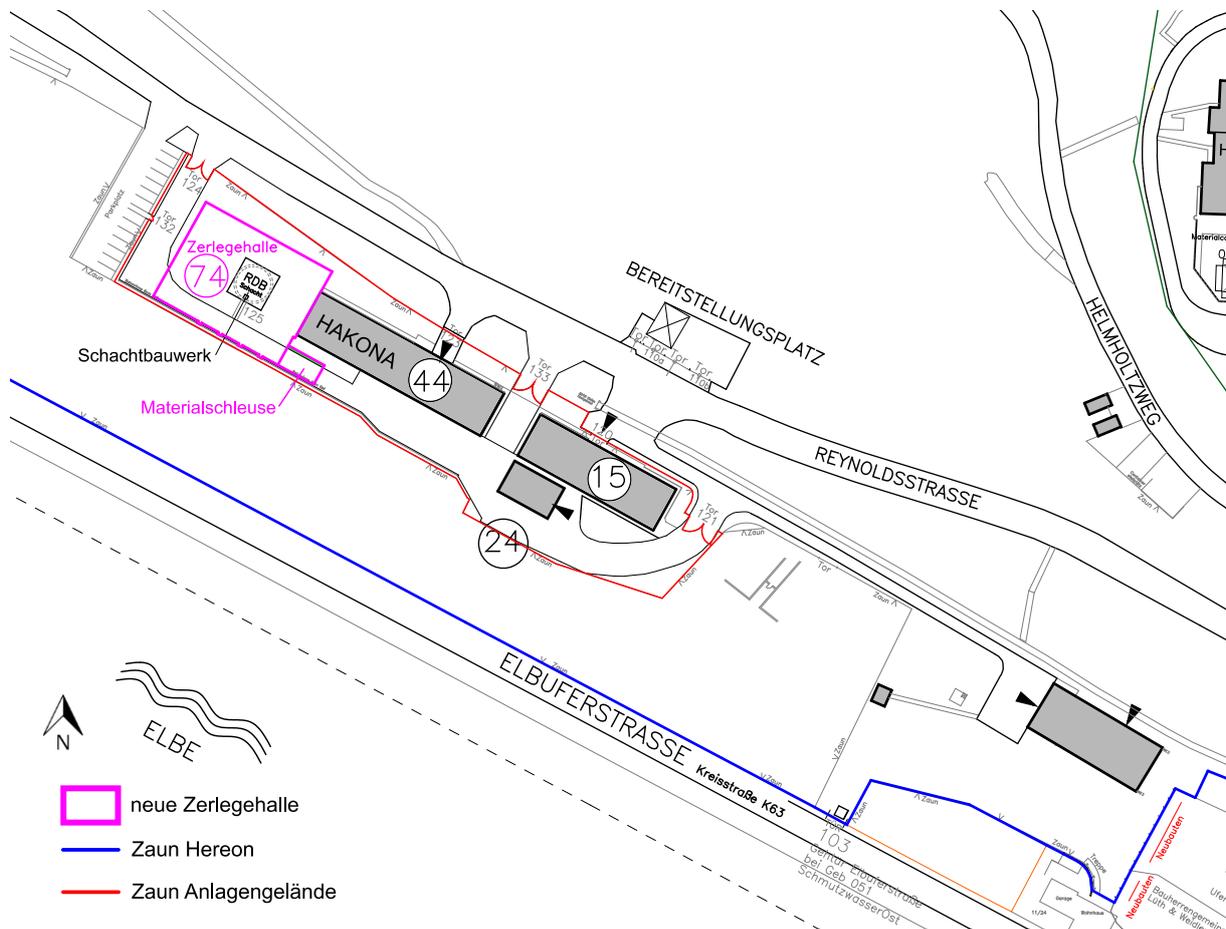


Abbildung 2-2: Lage des Schachtbauwerks mit dem RDB-OH und der darüber zu errichtenden Zerlegehalle

Tabelle 2-2: Bezeichnung und Abmessungen der Gebäude der Betriebsstätte RDB-OH

Betriebs- stätte	Ge- bäude	Name	Abmessungen [m]		
			Länge	Breite	Höhe
-	15	Landessammelstelle* Büro- und Umkleieräume: Hallenteil:	19,7 18,1	11,5 11,5	4,0 8,1
-	24	Waschhaus*	8,5	13,7	3,6
-	44	HAKONA* (Halle zur Komponentennachuntersuchung)	50,4	11,7	11,9
RDB-OH	74	Zu errichtende Zerlegehalle über dem Schachtbauwerk	35,1	26,3	12,0

* Gebäude sind nicht Gegenstand der geplanten Maßnahmen und nur zur Information aufgeführt.

2.3 Räume

Die Raumliste beinhaltet alle Räume, die den Gebäuden der Betriebsstätten FRG/HL und RDB-OH zugeordnet sind.

2.4 Systeme

Die Systeme sind in ihre entsprechenden Komponenten unterteilt. Die Bezeichnung und Einteilung der Systeme und Komponenten erfolgt gemäß dem bei Hereon eingeführten Kraftwerk-Kennzeichensystem (KKS).

2.5 Komponententypen

Die Komponententypen dienen dazu, Komponenten mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften zu gruppieren. Die verschiedenen Komponententypen sind in der Tabelle 2-3 zusammengefasst. Die Ermittlung der einzelnen Komponententypen ist im Kapitel 3 beschrieben.

2.6 Materialgruppen

Den Komponenten wird eine Materialgruppe zugeordnet, welche die Materialien der Komponenten repräsentiert. Die Auswahl der Materialgruppen erfolgte entsprechend der Relevanz sowie als Grundlage für die weitere Entsorgungsplanung.

Für die Komponenten wurden die in der Tabelle 2-3 aufgeführten Materialgruppen erfasst:

Tabelle 2-3: Materialgruppen

Kurzzeichen	Bezeichnung
ALU	Aluminium
ALUMMA	Aluminium Mischmaterial (ALU + Stahl), insbes. ALU-Bleche mit Heli Coils
ASS	asbesthaltige Stoffe
BAT	Batterien – Mischmaterial (Blei, Kunststoff, Metalle)
BAU	Bauschutt – z. B. zerkleinerte Gebäudestrukturen aus Beton und Mauerwerk, Fliesen, Estrich
BEM	Berylliummetall
BEO	Berylliumoxid
BOR	Borkarbid
CAD	Cadmium
CST	C-Stahl

Kurzzeichen	Bezeichnung
CSTB	C-Stahl, beschichtet (lackiert, gummiert, etc.)
CSTV	C-Stahl, verzinkt
CU	Kupfer
DCH	Dichtungsmaterial
ELT	Elektro- und Elektronikteile – Mischmaterial (inkl. Schaltschränke)
GG	Gusseisen
GLAS	Glas und Keramik
GRA	Graphit
GUM	Gummi
HOLZ	Holz
IAT	Iontauscherharze
ISO	Mineralwolle - aus Isolierungen
KAB	Kabel - Kabel mit Isolierung
KSTA	Kunststoffe allgemein
KSTBB	Kunststoffe - ohne artfremde Zusätze (brennbar)
KSTNB	Kunststoffe - mit Zusätzen wie Bor, Cadmium, etc. (nicht brennbar)
KSTPV	Kunststoff - PVC
LBT	Leichtbeton - Dichte kleiner $2,0 \text{ kg/dm}^3$ mit Bims, Blähton etc.
MES	Messing, Rotguss, Bronze
MMA	Mischmaterial
MMST	Stahl - Mischmaterial (C- und Edelstahl)
MOT	Elektromotoren - Mischmaterial (Gusseisen, Kupfer, Stahl)
MWK	Mauerwerk
NBT	Normalbeton - Normalbeton (Dichte ca. $2,0 - 2,6 \text{ kg/dm}^3$) - mit Bewehrung
NBTOB	Normalbeton - Normalbeton (Dichte ca. $2,0 - 2,6 \text{ kg/dm}^3$) - ohne Bewehrung
PAR	Paraffin
PB	Blei - Bleiabschirmungen
PRO	Promat
SBT	Schwerbeton - Dichte größer $2,6 \text{ kg/m}^3$ mit Baryt-, Magnetit-, Stahlanteilen etc.
SON	Sonstiges
STBT	Stahlbeton - Normalbeton mit Bewehrung
VST	VA-Stahl (CrNi-Basis)
WOL	Wolfram

3 Ermittlung der Massen der einzelnen Komponententypen

Für die Erfassung der für den Rückbau relevanten Komponentendaten sowie die Ermittlung deren Massen wurde je nach Datenlage eine der folgenden Vorgehensweisen gewählt:

- Übernahme von Daten aus Bestands- oder Betriebsunterlagen (z. B. Feuerlöscher, Hebezeuge)
- Massenberechnung anhand von Bestandsunterlagen (z. B. Rohrleitungen, Kanäle, Gebäudemassen, Stahlteile)
- Ermittlung von Komponentenmassen auf der Grundlage von Herstellerangaben für identische oder vergleichbare Komponenten (z. B. Armaturen, Pumpen, Behälter, Hebezeuge)
- Raumbezogene Erfassung von Einzelkomponenten sowie Massenabschätzung bei Ortsbegehungen

Im Folgenden wird das Vorgehen und die Annahmen zur Ermittlung der spezifischen Massen für die entsprechenden Komponententypen aus Tabelle 2-3 dargestellt.

3.1 Armaturen (ARM)

Die Massenermittlung der Armaturen erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Massenangaben von Armaturen aus vergleichbaren Herstellerkatalogen abgeschätzt.

3.2 Ausschlagsicherungen und Halterungen (AUS)

Die Massenermittlung der Ausschlagsicherungen und Halterungen erfolgte aus Herstellerunterlagen oder wurde über Material, Wandstärke und spezifische Dichte abgeschätzt.

3.3 Behälter (BEH)

Die Massenermittlung der Behälter erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Material, Wandstärke und spezifische Dichte abgeschätzt.

3.4 Reaktorbecken und Bioschild (BIO)

Die Ermittlung der Masse des Reaktorbeckens erfolgte anhand eines 3-D-Modells, das aus den vorhandenen Plänen neu erstellt wurden. Dabei wurde die Masse aus dem Volumen und der jeweiligen spezifischen Dichte ermittelt (siehe Anlage 1).

3.5 Elektrische Einrichtungen (ELE)

Die Massen der in den Gebäuden befindlichen Schaltschränke wurden einzeln erfasst und anhand der in Tabelle 3-1, Tabelle 3-2 und Tabelle 3-3 angegebene Richtwerte abgeschätzt. Für die Massen der elektrischen Kleinrichtungen (Lautsprecher, Beleuchtung, Telefon etc.) wurden pauschal 1 kg/m² verwendet.

Tabelle 3-1: Schaltschrankgehäuse (Stahlblech)

Tiefe mm	Spez. Gewicht kg/m ³
< 400	200
400 - 600	160
> 600	150

Tabelle 3-2: Schaltschrankgehäuse (PVC)

Höhe mm	Breite mm	Tiefe mm	Masse kg
180	280	180	4,2
400	400	150	8,1
500	500	380	10,1

Tabelle 3-3: Spez. Gewicht Gehäuseinhalt nach Belegungsgrad

Spez. Gewicht Gehäuseinhalt nach Belegungsgrad		
E1 gering kg/m ³	E2 mittel kg/m ³	E3 stark kg/m ³
60	80	100

3.6 Filter (FIL)

Die Massenermittlung der Filtergehäuse erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Material, Wandstärke und spezifische Dichte abgeschätzt.

3.7 Gebäudemassen (GEB)

Die Ermittlung der Gebäudemasse erfolgte anhand von 3-D-Modellen der Gesamtanlagen, die aus den vorhandenen Gebäudeplänen neu erstellt wurden. Dabei wurde die Masse aus dem Volumen und der spezifischen Dichte ermittelt. Aus dem Volumen die Stahlbetonbauteile (Normalbeton) kann über Menge von ca. 200 kg Stahl pro m³ Beton das Gewicht der Bewehrung abgeschätzt werden.

3.8 Hebezeuge (HEB)

Die jeweiligen Massen der Hebezeuge wurden aus den Herstellerunterlagen übernommen.

3.9 Sonstige Infrastruktur (INF)

Bei der Infrastruktur handelt es sich um Wege und Straßen innerhalb des Überwachungsreiches. Die Massen wurden anhand des Geländepanes abgeschätzt.

3.10 Isolierung (ISO)

Die Masse der Isolierungen wurde im Rahmen einer Begehung mit Hilfe von Angaben aus vergleichbaren Herstellerkatalogen abgeschätzt und raumbezogen aufgenommen.

3.11 Kabel (KAB) und Kabelpitschen (KAP)

Zur Ermittlung der Kabel- und Kabelpitschenmasse erfolgte eine Vor-Ort-Aufnahme (Pitschenbreite Belegungsgrad und Pitschenlänge). Die Masse einer Kabeltrasse (Kabel- und Kabelpitsche) wurde anhand der in Tabelle 3-4 angegebene Richtwerte abgeschätzt.

Tabelle 3-4: Gesamtmasse Kabeltrasse in kg/m

Kategorie Kabeltrasse	Breite mm	Masse nach Belegungsgrad in kg/m			
		sehr gering M1	gering M2	mittel M3	stark M4
K1	100	1,5	2,5	5	7,5
K2	200	3	5	10	15
K3	300	4	8	15	23
K4	400	6	10	20	30
K5	500	7,5	12,5	25	37,5
K6	600	8	16	30	46

Erläuterung zum Belegungsgrad:

sehr gering	Einzelkabel
gering	einlagig mit leichten Kabeln belegt oder schwere Einzelkabel
mittel	einlagig mit schweren Kabeln oder mehrlagig mit leichten Kabeln
stark	Belegung mehrlagig (bis 60 mm)

3.12 Auskleidung und Liner (LIN)

Die Ermittlung der Masse der Auskleidungen (Betonzellen) und Liner Reaktorbecken (siehe Anlage 1) erfolgte anhand von 3-D-Modellen, die aus den vorhandenen Plänen neu erstellt wurden. Dabei wurde die Masse aus dem Volumen und der jeweiligen spezifischen Dichte ermittelt.

3.13 Lüftungsanlagen (LÜF)

Die Massen der Lüftungskanäle wurden system- und raumbezogen anhand von Systemschaltplänen unter Berücksichtigung der Kanallänge und der jeweiligen Querschnitte ermittelt. Als Basis für die Massenermittlung der weiteren Komponenten der Lüftungsanlagen wurden Herstellerangaben verwendet.

3.14 Sonstige Maschinen- und Apparatechnik (MAP)

Die Massenermittlung der sonstigen Maschinen- und Apparatechnik erfolgte aus Herstellerunterlagen oder Wiegung der Einzelteile.

3.15 Mobile Einrichtungen (MOE)

Die Massenermittlung der mobilen Einrichtungen erfolgte aus Herstellerunterlagen oder Wiegung der Einzelteile.

3.16 Motoren (MOT)

Die Massenermittlung der Motoren erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Massenangaben von Motoren aus vergleichbaren Herstellerkatalogen abgeschätzt.

3.17 Pumpen (PUM)

Die Massenermittlung der Pumpen erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Massenangaben von Pumpen aus vergleichbaren Herstellerkatalogen abgeschätzt.

3.18 Reaktorkern und Einbauten (RKE)

Die noch vorhandenen Einbauten im Reaktorbecken I–IV der FRG wurden aufgrund der vorhandenen Dokumentation der einzelnen Teile ermittelt (siehe Anlage 2).

3.19 RDB und Einbauten (RDB)

Die Masse der Komponenten sowie die Gesamtmasse des RDB-OH wurden aus der vorhandenen Dokumentation ermittelt (siehe Anlage 3).

3.20 Rohrleitungen (ROH)

Die Massen der Rohrleitungen wurden system- und raumbezogen anhand von Systemschaltplänen ermittelt. Berücksichtigt sind Rohrleitungen mit einer Nennweite > DN25. Kleinere Rohrleitungen wurden pauschal erfasst und den jeweiligen Räumen zugeordnet.

3.21 Setzsteine und Abschirmungen (SET)

Die Massenermittlung der Setzsteine und Abschirmungen erfolgte aus Herstellerunterlagen oder Wiegung der Einzelteile.

3.22 Stahlbau, Treppen, Roste (STR)

Die Massenermittlung von Stahlbauteilen, Treppen und Roste erfolgte aus Herstellerunterlagen oder unter Berücksichtigung des Materials, des Volumens und der spezifischen Dichte.

3.23 Wärmetauscher (WÄR)

Die Massenermittlung der Wärmetauscher erfolgte aus den Herstellerunterlagen oder wurde über Massenangaben von Wärmetauschern aus vergleichbaren Herstellerkatalogen abgeschätzt.

3.24 Zusatzmassen (ZUS)

Zusatzmassen sind Geräte und Einrichtungen, die zur Durchführung der Abbauarbeiten benötigt und in den Kontrollbereich eingebracht werden. Die Zusatzmassen sind ebenfalls in der Datenbank CORA erfasst. Ihnen werden die gleichen Informationen wie den Referenzdaten zugeordnet und sie werden mit den entsprechenden Kennzeichen in den Materialgruppen und den Komponententypen gekennzeichnet. Die Massenermittlung der Zusatzmassen erfolgte aus Herstellerunterlagen oder Wiegung der Einzelteile.

4 Masseninventar der Betriebsstätte FRG und HL

Die folgenden Tabellen geben einen Überblick über die Massen – einerseits aufgeschlüsselt nach Anlagenbereich und Gebäude sowie anschließend gruppiert nach Komponententyp.

4.1 Massen der einzelnen Gebäude bzw. Gebäudeteile

In der Tabelle 4-1 sind die Gebäudemassen der Betriebsstätte FRG/HL aufgelistet.

Tabelle 4-1: Gebäudemassen der Betriebsstätte FRG/HL

Be-reich	Ge-bäude	Kenn-zeichen	Name	ca. Masse in Mg
HL	03	UFJ	Heißes Labor (ohne Dosimetrie)	4.390
HL	03	UFJ	Dosimetrieanbau	655
FRG	03	UJA	Reaktorhalle (inkl. Reaktorbecken)	11.015
FRG	03	UKC	Verbindungsgang (teilweise)	210
FRG	03	USV	Kranhalle	6.740
FRG	03	USX	Reaktoranbau	3.200
FRG	03	UKT	Bediengang radioaktiver Abwasserbehälter	835
FRG	03	1UKZ 2UKZ	2 Verbindungsschächte zu den radioaktiven Abwasserbehältern	55
FRG	09	UKS	Dekostation	150
FRG	-	UKG	Fortluftcontainer	10
FRG	25	UKH	Fortluftkamin	740
FRG	39	UGA	Brunnenhaus	270
FRG	52	UNQ	Kompressorhaus	240
FRG	53	UGX	Säurelager I	85
FRG	58	UYF	Wachgebäude	940
FRG	60	UBN	Notstromgebäude	705
FRG	80.3	-	Materialcontaineranlage	45
Summe				30.960

4.2 Abbau- und Entsorgungsmassen Betriebsstätte FRG/HL

Gemäß der definierten und entsprechend zugeordneten Komponententypen gemäß Kapitel 2.5 ergeben sich die in Tabelle 4-2 aufgeführten Abbau- und Entsorgungsmassen für die Betriebsstätte FRG/HL.

Tabelle 4-2: Abbau- und Entsorgungsmasse der Betriebsstätte FRG/HL

Komponententyp	ca. Masse in Mg
Armaturen	15
Ausschlagsicherungen und Halterungen	5
Behälter	120
Reaktorbecken I-IV	5.000
Reaktorkern und Einbauten (Becken I-IV)	26
Elektrische Einrichtungen	100
Filter	25
Gebäudemassen (ohne Reaktorbecken) Davon ca. 8.600 m ³ Stahlbeton mit 1.750 Mg Bewehrungsstahl	25.960
Hebezeuge	120
Sonst. Infrastruktur	210
Isolierung, mineralisch	8
Kabel	70
Kabelpritschen / Kabelrohre	10
Auskleidungen und Liner	25
Lüftungskanal	65
Sonst. Maschinen- und Apparatechnik	110
Mobile Einrichtungen	65
Motor, elektrisch	4
Pumpen	18
Rohrleitung	65
Setzsteine + Abschirmungen	250
Stahlbau, Treppen, Roste	195
Türen	70
Wärmetauscher	6
Zusatzmassen	40

Komponententyp	ca. Masse in Mg
Betriebsabfälle	
- Abluftfilter	1
- Beckenwasser	900
- Harze	1
- Abfälle BZ 2-4	5,6
- Kernbrennstoffe	0,35
- Tristan	1,4
Summe	33.500,35

5 Masseninventar der Betriebsstätte RDB-OH

Das Masseninventar an der Betriebsstätte RDB-OH setzt sich aus der Masse des RDB, des vorhandenen Betonschachtes und der zu errichtenden Zerlegehalle (Geb. 74) mit den dazugehörigen Infrastruktureinrichtungen zusammen. Die Massen der Zerlegehalle entsprechen der aktuellen Entwurfsplanung und können sich ggf. noch ändern.

Die Tabelle 5-1 fasst die geplante Abbau- und Entsorgungsmasse der Zerlegehalle inkl. des bestehenden Betonschachts zusammen.

Tabelle 5-1: Abbau- und Entsorgungsmasse der Zerlegehalle inkl. Betonschacht

Komponententyp	ca. Masse in Mg
Armaturen	2
Ausschlagsicherungen und Halterungen	1
Behälter	60
Elektrische Einrichtungen	2
Filter	1
Gebäudemassen Davon ca. 1.250 m ³ Stahlbeton mit 250 Mg Bewehrungsstahl	4.000
Hebezeuge	15
Sonst. Infrastruktur	5
Isolierung, mineralisch	0,5
Kabel	4
Kabelpritschen / Kabelrohre	1,5
Lüftungskanal	5
Sonst. Maschinen- und Apparatechnik	3
Motor, elektrisch	2
Pumpen	1
Rohrleitung	3
Stahlbau, Treppen, Roste	20
Türen	2
Zusatzmassen	2
Summe	4.130

Im Bericht GKSS 83/E/55 „Die Stilllegung des Kernenergieschiffes OTTO HAHN“ /7/ von 1983 wurde das Gewicht des nach Geesthacht transportierten RDB-OH mit Schildtank mit ca. 480 Mg angegeben. Unter Verwendung eines CAD-Modells des eingelagerten RDB-OH, das aus den original Zeichnungen erstellt wurde, ergibt sich mit den Komponentenmassen des am Standort Hereon eingelagerten RDB-OH ein Gesamtgewicht von ca. 372 Mg. Die Gesamtmassen von ca. 480 Mg, aus dem Bericht GKSS 83/E/55, lassen sich mit dem CAD-Modell nur verifizieren, wenn in dem Bericht GKSS 83/E/55 zusätzlich zum eingelagerten RDB-OH Gesamtgewicht von ca. 372 Mg die Primärabschirmung außen oberhalb des Schildtanks und außen am Schildtank mit ca. 98 Mg berücksichtigt wurden. Die Primärabschirmung außen oberhalb des Schildtanks und außen am Schildtank wurden jedoch bei der Stilllegung entfernt und nicht zusammen mit dem RDB-OH zum Hereon verbracht. Für den Transport von Hamburg zum Hereon-Gelände wurden Zusatzmassen in Form von Bleiabschirmungen an der Außenseite des RDB-OH angebracht, die mit einem Gewicht von ca. 10 Mg abgeschätzt wurden.

Die Tabelle 5-2 enthält die Komponentenmassen des RDB-OH.

Tabelle 5-2: Komponentenmassen des RDB-OH

Komponenten des RDB-OH	ca. Masse in Mg
RDB (ohne Deckel)	47
RDB-Deckel (inkl. Verschraubung)	20
Steuerstab-Antriebsstangen (8 Stück)	3
Stützgerüst	2
Dampferzeuger	21
Kernhalterstruktur	4,5
Verdrängersystem	3
Schildtank (ohne Einbauten)	47
Primärumwälzpumpen (3 Stück)	15
Primärabschirmung	161
Tragplatte RDB (inkl. Standzarge)	46
Regelstabantriebe	2,5
Zusatzmassen (Bleiabschirmung für Transport von Hamburg zum Hereon-Gelände)	10
Summe	382

6 Qualitätssicherung

6.1 Grundsätze

Zur Sicherung einer qualitätsgerechten Massenerfassung werden folgende Grundsätze berücksichtigt:

- Die Datenerfassung bei Ortsbegehungen erfolgt nach dem Vier-Augen-Prinzip.
- Daten aus Bestandsunterlagen, Ergebnisse von Abschätzungen sowie Herstellerangaben werden entweder in Excel-Listen erfasst und in die CORA-Datenbank übertragen oder direkt in die Datenbank eingetragen. Die korrekte Übertragung wird durch geeignete Teilmengenauswertung überprüft.
- Eine Überprüfung der CORA-Daten erfolgt unabhängig von der Ersterfassung stichprobenhaft für Einzelkomponenten sowie im Rahmen von Plausibilitätsprüfungen.
- In Bezug auf die Herkunft der Komponentendaten werden in der CORA-Datenbank komponentenspezifisch folgende Zusatzinformationen erfasst:
 - Erfassungsjahr,
 - Herkunft (Herstellerangabe, Katalog, Berechnung, Schätzung, Unbekannt),
 - Dokumentation von Änderungen (geänderte Daten; Datum; Person).

6.2 Qualitätssicherung bei der Datenerfassung

Ortsbegehungen werden grundsätzlich von zwei Personen durchgeführt. An der Aufnahme von Komponentenabmessungen, der Materialbestimmung sowie Massenabschätzungen sind beide Personen beteiligt. Die vor Ort erfassten Angaben sowie die auf der Grundlage von Bestandsplänen, Herstellerangaben bzw. Abschätzungen ermittelten Daten werden in vorbereitete Listen eingetragen. Die Übernahme der Daten erfolgt durch automatisiertes Einlesen der vorbereiteten Listen in die CORA-Datenbank. Die korrekte Übernahme wird durch die Kontrolle der Summenwerte für die Gesamtmasse sowie der Anzahl der eingelesenen Komponenten überprüft.

6.3 Überprüfung der Ergebnisse

Zur Kontrolle der Vollständigkeit sowie zur Vermeidung von Fehlern bei der Erfassung und Übernahme der Daten werden auf der Grundlage des CORA-Datenbestandes folgende Maßnahmen durchgeführt:

- Plausibilitätsbetrachtung anhand von Auswertungen des erfassten Datenbestandes:
 - Gesamtmasse je Anlage,
 - Gesamtmasse je Gebäude,
 - Gesamtmassen je System,
 - Gesamtmassen je Komponententyp,
 - Gesamtmassen je Komponentensubtyp.
- Unabhängige Massenüberprüfung für drei Komponenten mit den jeweils größten Einzelmassen je Anlage und Komponententyp.
- Stichprobenhafte Überprüfung der erfassten Komponenten in Bezug auf Vollständigkeit und Plausibilität der ermittelten Massen bei einer zweiten Ortsbegehung durch 2 Mitarbeiter, die bei der Ersterfassung nicht beteiligt waren (1 bis 2 Räume je Anlage).

6.4 Datenpflege

Änderungen an den Komponentendaten werden grundsätzlich von der Zentralabteilung Forschungsreaktor (ZAR) bzw. durch Fremdpersonal im Auftrag von ZAR vorgenommen.

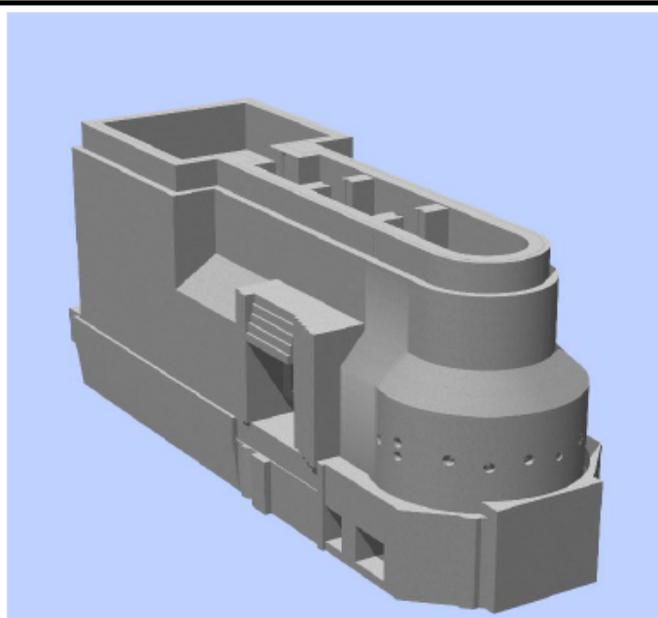
7 Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die ermittelten Masseninventare der FRG, des HL und der Zerleghalle mit dem RDB-OH. Dabei wird die Zuordnung der Komponenten zu Betriebsstätten, Anlagenteilen, Räumen, Systemen, Materialien und Komponententypen beschrieben. Weiter ist die Ermittlung der komponententypspezifischen Massen näher dargestellt. Aus den dargestellten ermittelten Einzelmassen ergibt sich die Gesamtmasse für die FRG, das HL und die Zerleghalle mit dem RDB-OH mit einem Wert von ca. 39.000 Mg.

Literatur und verwendete Gesetze

- /1/ Empfehlung der Entsorgungskommission – Leitlinien zur Stilllegung kerntechnischer Anlagen, Fassung vom 05.11.2020.
- /2/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz), in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 (BGBl. I S. 14).
- /3/ 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.
- /4/ 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.
- /5/ 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 14 der Verordnung vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034).
- /6/ 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.
- /7/ Die Stilllegung des Kernenergieschiffes OTTO HAHN, GKSS 83/E/55, 1983.

Anlage 1: Materialvolumen und Masse des Reaktorbeckens



Baubeschreibung:

Baujahr	1957/1958
Funktion	
Tragwerk	Reaktorbecken durch Bewegungsfuge von der Reaktorhalle und Fundamenten getrennt, Stahlbeton, teilweise Schwerbeton
Dachkonstruktion	entfällt
Gründung	Flachgründung
Fassade	entfällt
Ausbau	Auskleidung des Reaktorbeckens mit Stahl-Inliner, nichttragendem Vorbeton und Fliesen
Sonstiges	
Abmessungen	9m x 28m x 13,1m (Breite x Länge x Höhe)

Gebäude	Wand/Decke	Material	Volumen m ³	Dichte in t/m ³	Masse in t
Reaktorbecken	Stahlliner	Stahl	3,18	7,8	24,804
gesamt	Innenwände	Stahlbeton	288,3	2,4	691,92
mit Gründung		Auskachelung	15,7	2	31,4
	Außenwände	Schwerbeton 3,3	934,5	3,3	3083,85
		Schwerbeton 3,0	53	3	159
		Schwerbeton 2,9	174,8	2,9	506,92
		Schwerbeton 2,7	51,8	2,7	139,86
		Normalbeton	151	2,4	362,4
				GESAMT	5000,2

Anlage 2: Reaktorkern und Einbauten (Becken I-IV)

Inventar Reaktorbecken I

Lfd Nr.	Komponenten Name	Material Bezeichnung	Masse / kg
1	Kernträgergestüt (Gitterplatte mit Kernumfassung)	Aluminium	444
2	Rohrpostanlage	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	105
3	Strahlrohre (Stützen)	Aluminium 85%-VA-Stahl 15%	805
3	Strahlrohre (Deckel)	Aluminium	35
3	Strahlrohre (Ketten)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	87
4	Brennelement-Wandkorb	Cadmium 33%-Aluminium 67%	122
5	I-Kammer-Halterung (Beckenboden)	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	125
5	I-Kammer-Konsole (Beckenrand)	Aluminium	15
6	Saugkopf	VA-Stahl (CrNi-Basis)	147
7	Gitterplattenfixierung (Stütze)	Aluminium	69
8	Berylliumblockreflektor	Beryllium 50%-Aluminium 50%	437
9	Inpile-Sektion (Stützbock mit Rollenführung)	Aluminium	51
10	Verkleidung Becken 1	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	126
11	Primäreinlauf-Einlaufkrümmer (Eintrittsrohr, Flansche)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	205
12	Beckentor obere Hälfte	Gummi 5%-Aluminium 95%	292
12	Beckentor untere Hälfte	Gummi 5%-Aluminium 95%	296
13	I-Kammern	Aluminium 95%-Mischmaterial 5%	210
14	Bodenplatte	VA-Stahl (CrNi-Basis)	211
15	Beckenabdeckung Westseite	Aluminium 40%-Kunststoff brennbar 60%	90
15	Beckenabdeckung Ostseite	Aluminium 40%-Kunststoff brennbar 60%	80
16	9m Sonde Beckenrand (Halterung)	Aluminium	24
16	9m Sonde Beckenrand	Mischmaterial	60
17	Dosimetriestation	Aluminium 60%-VA-Stahl 40%	25
18	Lochblechverkleidung	Aluminium	140
19	Wandbolzen Reaktorbecken	VA-Stahl (CrNi-Basis)	93
20	Rohrstützen (5 Rohre)	Aluminium	345
20	Rohrstützen (5 Deckel)	Aluminium	38
20	Rohrstützen (5 Flansche)	Aluminium	19
20	Rohrstützen (1 Deckel)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	38
21	Rohrleitungen Beckenreinigung	Aluminium	6
21	Flexschlauch mit Edelstahlumflechtung	Mischmaterial	9
			4749

Inventar Reaktorbecken II

Lfd Nr.	Komponenten Name	Material Bezeichnung	Masse / kg
1	Beckentor (obere Hälfte)	Gummi 5%-Aluminium 95%	292
1	Beckentor (untere Hälfte)	Gummi 5%-Aluminium 95%	310
2	Beckentore (Halterungen)	Aluminium	250
3	Unterwassersauggerät	Mischmaterial	230
4	Unterwassersauggerät (Halterungen)	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	67
5	Bestrahlungsfenster	Aluminium	2060
6	Reaktorbecken (Wandbolzen)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	88
7	Flansch an Beckenboden	Aluminium	18
8	Konsole für Unterwassersäge	Aluminium	7
			3322

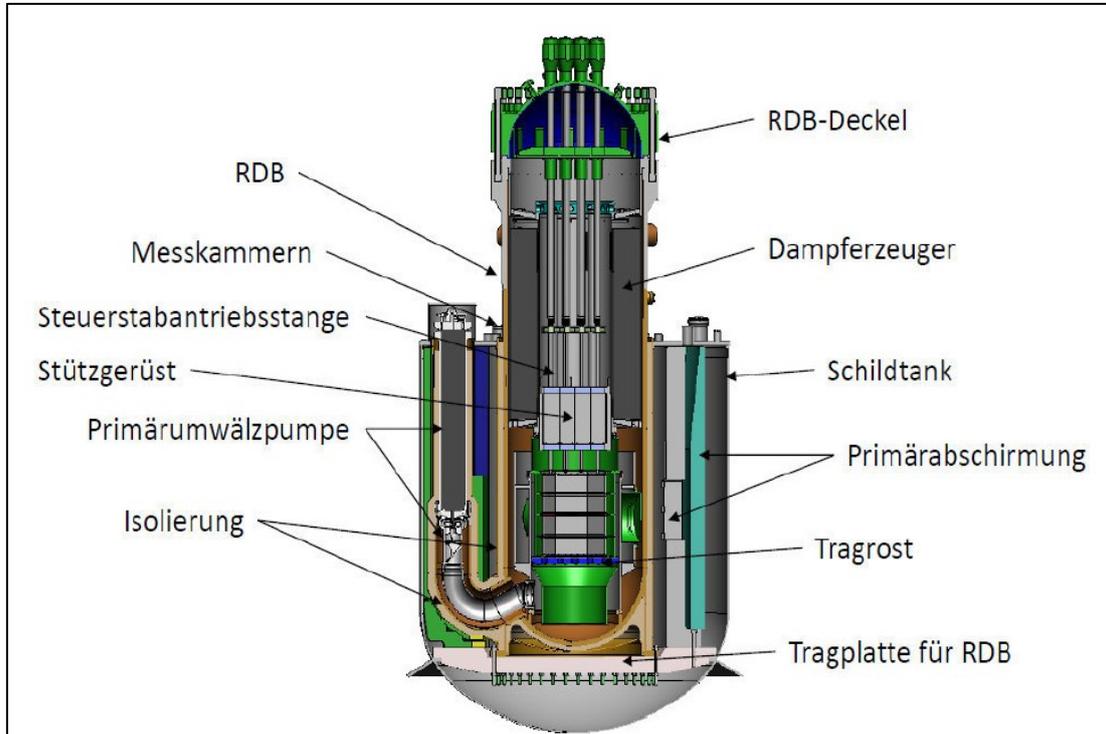
Inventar Reaktorbecken III

Lfd Nr.	Komponenten Name	Material Bezeichnung	Masse / kg
1	Brennelement-Wandkörbe	Cadmium 33%-Aluminium 67%	345
2	Berylliumreflektor mit Hohlraumdose	Beryllium 65%-Aluminium 35%	42
3	Berylliumreflektor mit Hohlraumdose (Halterung)	Aluminium	51
4	Vorrichtungen für Steuerstabwechsel	Aluminium	25
5	Beckentor obere Hälfte	Gummi 5%-Aluminium 95%	348
5	Beckentor untere Hälfte	Gummi 5%-Aluminium 95%	523
5	Beckentor untere Hälfte (Bolzen)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	9
6	Wandbolzen	VA-Stahl (CrNi-Basis)	44
			1387

Inventar Reaktorbecken IV

Lfd Nr.	Komponenten Name	Material Bezeichnung	Masse / kg
1	Berylliummetallreflektoren	Beryllium 65%-Aluminium 35%	475
1	Berylliummetall-Bestrahlungs-Element	Beryllium 65%-Aluminium 35%	33
1	Berylliumoxidreflektoren (aktiviert)	Berylliumoxid 70%-Aluminium 30%	290
1	Berylliumoxidreflektoren (nicht-aktiviert)	Berylliumoxid 70%-Aluminium 30%	28
1	Graphitreflektoren (gewölbte Kante ; aktiviert)	Graphit 67%-Aluminium 33%	645
1	Graphitreflektoren (gewölbte Kante ; nicht-aktiviert)	Graphit 67%-Aluminium 33%	60
1	Graphitreflektoren (gerade Kante ; aktiviert)	Graphit 67%-Aluminium 33%	328
1	Graphitreflektoren (gerade Kante ; nicht-aktiviert)	Graphit 67%-Aluminium 33%	9
2	Wolframschilde	Wolfram 70%-VA-Stahl 30%	1040
3	Trimmstäbe (lang ; aktiviert)	Borkarbit 30%-Cadmium 20%-Aluminium 50%	120
3	Trimmstäbe (lang ; nicht-aktiviert)	Borkarbit 30%-Cadmium 20%-Aluminium 50%	15
3	Trimmstäbe (kurz ; aktiviert)	Borkarbit 30%-Cadmium 20%-Aluminium 50%	67
3	Trimmstäbe (kurz ; nicht-aktiviert)	Borkarbit 30%-Cadmium 20%-Aluminium 50%	4
3	Trimmstäbe (kurz ; nicht-aktiviert ; nicht kontaminiert)	Borkarbit 30%-Cadmium 20%-Aluminium 50%	16
4	Strahlrohrteile (Strahlrohrketten)	VA-Stahl (CrNi-Basis)	150
4	Strahlrohrteile (abgesägt)	Aluminium	105
5	Brennelement-Bodenkörbe	Aluminium	88
6	Probengestänge	Aluminium	10
7	Wasserstoffliner für Kalte Neutronenquelle	Titan 1%-VA-Stahl 37%-Aluminium 62%	205
8	Hafniumabsorber mit Rohr und Gestänge	Hafnium 25%-Aluminium 75%	126
9	Spaltkammern mit Gestänge	Aluminium 75%-Mischmaterial 25%	80
10	Probenleitrohre	Aluminium	60
11	Brennelement-Wandkörbe	Cadmium 33%-Aluminium 67%	343
12	Verkleidung Becken IV mit Spreiztraverse	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	481
13	Zwangsumlaufkapseln Z1	VA-Stahl 75%-Mischmaterial 25%	2080
13	Versuchskapseln	VA-Stahl 75%-Mischmaterial 25%	800
14	Absetzgestell für Wolframschilde	Aluminium	14
15	Trommel mit Kleinteilen	Aluminium	40
16	Matrixplatte FRG2	Aluminium	186
17	Trichter FRG2	Aluminium	120
18	Bock für Trichter	Aluminium	58
19	Einlauf Becken IV	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	500
20	Alte Matrixplatte FRG1	Aluminium	115
21	Behälter E-B4 und E-B5 Abwasser Z1-System	Aluminium	790
22	Lager- und Absetzgestell	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	2490
23	Versuchsgestell Becken IV	Aluminium 85%-VA-Stahl 15%	2030
24	Traverse für Lager- und Absetzgestell	Aluminium	180
25	Abstelltraverse zum Abstellen von Transportbehältern im Versuchsgestell	Aluminium	540
26	Ionisations-Kammerhalterung Becken IV und Gestell für bewegliche Ionisations-Kammer	Aluminium 85%-VA-Stahl 15%	165
27	Podest für Abstelltraverse	Aluminium	65
28	Kachelschutz an den Beckenwänden	Aluminium	830
29	Wasserberuhigung (Doppelboden)	Aluminium	467
29	Wasserberuhigung (Stützkonstruktion für Doppelboden)	Aluminium	200
30	Notkühlung	Aluminium 95%-VA-Stahl 5%	27
31	Wandbolzen Reaktorbecken	VA-Stahl (CrNi-Basis)	134
32	Konsole für Unterwassersäge an der Nordseite	Aluminium	25
			16634

Anlage 3: Reaktordruckbehälter NS Otto Hahn (RDB-OH)



Komponenten des RDB-OH	ca. Masse in Mg
RDB (ohne Deckel)	47
RDB-Deckel (inkl. Verschraubung)	20
Steuerstab-Antriebsstangen (8 Stück)	3
Stützgerüst	2
Dampferzeuger	21
Kernhalterstruktur	4,5
Verdrängersystem	3
Schildtank (ohne Einbauten)	47
Primärumwälzpumpen (3 Stück)	15
Primärabschirmung	161
Tragplatte RDB (inkl. Standzarge)	46
Regelstabantriebe	2,5
Zusatzmassen (Bleiabschirmung für Transport von Hamburg zum Hereon-Gelände)	10
Summe	382