

**Wir setzen Maßstäbe.
Mit Sicherheit.**

EWN

Entsorgungswerk für
Nuklearanlagen

ESTRAL

Ersatztransportbehälterlager



Sicherheitsbericht

November 2021

Inhaltsverzeichnis	Seite
Abkürzungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
1.1 Einführung	7
1.2 Erforderliche Genehmigungen	8
1.3 Antragsgegenstand	8
1.4 Schutzziele	10
2 Standort	13
2.1 Geographische Lage	13
2.2 Besiedlung	15
2.3 Boden- und Wassernutzung	16
2.4 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen	20
2.5 Verkehrswege	21
2.6 Hydrologische Verhältnisse	22
2.7 Meteorologische Verhältnisse	25
2.8 Geologische Verhältnisse	30
2.9 Seismologische Verhältnisse	32
2.10 Radiologische Vorbelastung	33
3 Beschreibung der Anlage	39
3.1 Bauliche Anlagen	41
3.1.1 Lagergebäude	41
3.1.2 Wachgebäude	45
3.1.3 Nebenanlagengebäude	45
3.1.4 Außenanlagen	46
3.2 Technische Anlagen	47
3.2.1 Maschinenteknik	47
3.2.2 Elektrotechnik	49
3.2.3 Leittechnik	51
3.2.4 Lüftungstechnik	52
3.3 Anlagensicherung	53
3.4 Brandschutz	54
3.4.1 Brandschutzkonzept	54
3.4.2 Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen	54

3.4.3	Abwehrende Brandschutzmaßnahmen	55
3.5	Ver- und Entsorgung	55
3.5.1	Frischwasserversorgung	55
3.5.2	Abwasserentsorgung	56
3.5.3	Technische Gase	56
3.5.4	Niederschlagsentwässerung	56
3.5.5	Beheizung	56
4	Castor-Behälter und Inventare	57
4.1	Allgemeine konstruktive Merkmale der Castor-Behälter	57
4.1.1	Abschirmung	60
4.1.2	Dichtheit	60
4.1.3	Wärmeabfuhr	61
4.1.4	Unterkritikalität	61
4.1.5	Sonstige Merkmale	62
4.2	Castor-Behälter im ESTRAL	62
4.2.1	CASTOR® 440/84	63
4.2.2	CASTOR® 440/84 mvK	65
4.2.3	CASTOR® KRB-MOX	67
4.2.4	CASTOR® HAW 20/28CG	69
4.2.5	CASTOR® KNK	71
4.2.6	Zusammenfassung der Aktivitäts- und Kernbrennstoffinventare	72
5	Betrieb	74
5.1	Organisation	74
5.1.1	Organisationsstruktur und Verantwortungsbereiche	74
5.1.2	Personal	74
5.2	Betrieb des ESTRAL	75
5.2.1	Betriebsabläufe	76
5.2.1.1	Annahme und Einlagerung der Castor-Behälter	76
5.2.1.2	Lagerung der Castor-Behälter	77
5.2.1.3	Auslagerung der Castor-Behälter	77
5.2.2	Instandhaltungsarbeiten	77
5.2.2.1	Allgemeines	77
5.2.2.2	Reparatur des Doppeldeckel-Dichtsystems	78
5.3	Betriebsvorschriften	79

5.3.1	Betriebshandbuch	79
5.3.2	Prüfhandbuch	80
5.4	Strahlenschutz	80
5.4.1	Strahlenschutzbereiche	80
5.4.1.1	Überwachungsbereiche	82
5.4.1.2	Kontrollbereiche	82
5.4.1.3	Sperrbereiche	83
5.4.2	Strahlungsüberwachung	84
5.4.3	Radiologische Überwachung bei Behälterannahme und -abtransport	84
5.5	Qualitätssicherung	85
5.5.1	Allgemeines	85
5.5.2	Qualitätssicherung bei der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme	85
5.5.3	Qualitätssicherung im Betrieb	86
5.5.4	Dokumentation der qualitätssichernden Maßnahmen	86
5.6	Anfallende sonstige radioaktive Stoffe	87
5.6.1	Feste radioaktive Stoffe	87
5.6.2	Flüssige radioaktive Stoffe	87
5.7	Eigenständigkeit des ESTRAL	87
5.8	Notfallschutz	88
5.9	Periodische Sicherheitsüberprüfung	88
5.10	Alterungsmanagement	89
6	Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb	91
6.1	Sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe	91
6.1.1	Dichtheit der Castor-Behälter	92
6.1.2	Freisetzung von Aktivität in den Behälterinnenraum	92
6.1.3	Freisetzung von Aktivität aus dem Behälterinnenraum und resultierende Exposition	94
6.1.3.1	Normalbetrieb	94
6.1.3.2	Anomaler Betrieb	95
6.2	Sichere Abfuhr der Zerfallswärme	97
6.3	Sichere Einhaltung der Unterkritikalität	98
6.4	Ausreichende Abschirmung gegen Direktstrahlung	98
6.5	Vermeidung und Begrenzung der Exposition der Bevölkerung	102
6.6	Vermeidung und Begrenzung der Exposition des Betriebspersonals	104
6.6.1	Allgemeine Schutzmaßnahmen	104

6.6.2	Dosisabschätzungen für das ESTRAL	105
7	Ereignisanalyse	106
7.1	Sicherheitsmerkmale der Castor-Behälter	106
7.2	Potenzielle Ereignisse	107
7.3	Betrachtung der Ereignisse	109
7.3.1	Einwirkungen von innen (EVI)	109
7.3.1.1	Mechanische Einwirkungen	109
7.3.1.2	Thermische Einwirkungen	110
7.3.1.3	Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme	111
7.3.2	Einwirkungen von außen (EVA)	115
7.3.2.1	Sturm	115
7.3.2.2	Regen	115
7.3.2.3	Schneefall	116
7.3.2.4	Frost	116
7.3.2.5	Blitzschlag	116
7.3.2.6	Hochwasser	117
7.3.2.7	Erdrutsch	117
7.3.2.8	Erdbeben	117
7.3.2.9	Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen	118
7.3.2.10	Einwirkungen schädlicher Stoffe	119
7.3.2.11	Druckwellen aus chemischen Reaktionen	119
7.3.2.12	Von außen übergreifende Brände	120
7.3.2.13	Bergschäden	121
7.3.2.14	Flugzeugabsturz	122
8	Stilllegung	124
9	Auswirkungen auf die in § 1a AtVfV genannten Schutzgüter	125
10	Literaturverzeichnis	126
	Begriffsbestimmungen	131
	Abbildungsverzeichnis	133
	Tabellenverzeichnis	135

Abkürzungsverzeichnis

AtG	Atomgesetz
AtVfV	Atomrechtliche Verfahrensverordnung
BASE	Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung
BBZ	Beton-Bearbeitungs-Zentrum
BE	Brennelement
BfE	Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit
BHB	Betriebshandbuch
BMI	Bundesministerium des Innern
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
Castor	Cask for Storage and Transport of Radioactive Material
DIN	Deutsches Institut für Normung e.V.
ESK	Entsorgungskommission
ESTRAL	Ersatztransportbehälterlager
EURATOM	Europäische Atomgemeinschaft
EVA	Einwirkungen von außen
EVI	Einwirkungen von innen
EWN	Entsorgungswerk für Nuklearanlagen
FFH	Fauna-Flora-Habitat
GOK	Geländeoberkante
IAEA	International Atomic Energy Agency
k_{eff}	Effektiver Neutronenmultiplikationsfaktor
KGR	Kernkraftwerk Greifswald
KKR	Kernkraftwerk Rheinsberg
KNK	Kompakte Natriumgekühlte Kernreaktoranlage
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
LSG	Landschaftsschutzgebiet
NEA	Netzersatzanlage
NHN	Normalhöhennull
NSG	Naturschutzgebiet
ODL	Ortsdosisleistung
OH	Forschungsschiff „Otto Hahn“
PHB	Prüfhandbuch
REI	Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen
SEWD	Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter
SM	Schwermetall
StrlSchG	Strahlenschutzgesetz
StrlSchV	Strahlenschutzverordnung
TBL	Transportbehälterlager
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung
VEK	Verglasungseinrichtung Karlsruhe
VSG	Vogelschutzgebiet
ZAW	Zentrale Aktive Werkstatt
ZDW	Zentrale Dekontaminations- und Wasseraufbereitungsanlage
ZLH	Zerlegehalle
ZLN	Zwischenlager Nord

1 Einleitung

1.1 Einführung

Die EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) hat mit Schreiben vom 29. Mai 2019 den Genehmigungsantrag nach § 6 Atomgesetz (AtG) /L-1/ für ein neu zu errichtendes Transportbehälterlager am Standort Lubmin/Rubenow beim Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit (BfE), inzwischen in Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) umbenannt, gestellt. Das Ersatztransportbehälterlager – kurz ESTRAL – wird in unmittelbarer Nähe zum bestehenden Zwischenlager Nord (ZLN) errichtet. Nach Inbetriebnahme des ESTRAL werden die 74 bereits beladenen und derzeit in Halle 8 des Transportbehälterlagers (TBL) vom ZLN gelagerten Castor-Behälter in das ESTRAL umgelagert. Die Halle 8 wird nach Umlagerung aller Castor-Behälter nicht mehr für die Lagerung von Kernbrennstoffen genutzt.

Das ESTRAL umfasst das Lagergebäude, das Wachgebäude, das Nebenanlagengebäude und die Außenanlagen einschließlich der Zaunanlage. Die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe erfolgt in Castor-Behältern, so dass der sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe im bestimmungsgemäßen Betrieb und im Störfall gegeben ist. Für die Lagerung der Castor-Behälter im ESTRAL ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu treffen. Die Aufbewahrungsdauer bleibt auf 40 Jahre ab Verschluss des jeweiligen Castor-Behälters begrenzt.

Neben der Aufbewahrung von Kernbrennstoffen erfolgt im ESTRAL auch der Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen nach dem Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /L-2/, wie z. B. Prüfstrahler und ggf. in ESTRAL anfallende radioaktive Abfälle.

Im vorliegenden Sicherheitsbericht werden gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 1 der Atomrechtlichen Verfahrensverordnung (AtVfV) /L-3/ die für die Entscheidung über den Antrag erheblichen Auswirkungen des Vorhabens im Hinblick auf die kerntechnische Sicherheit und den Strahlenschutz dargestellt. Der Sicherheitsbericht soll Dritten die Beurteilung ermöglichen, ob sie durch die mit der Anlage und ihren Betrieb verbundenen Auswirkungen in ihren Rechten verletzt werden können.

1.2 Erforderliche Genehmigungen

Gemäß § 6 Abs. 1 AtG /L-1/ bedarf es für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der staatlichen Verwahrung einer Genehmigung. Mit Schreiben vom 29. Mai 2019 hat die EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH eine Genehmigung nach § 6 Abs. 1 AtG /L-1/ zur Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in 74 Castor-Behältern außerhalb der staatlichen Verwahrung im neu zu errichtenden ESTRAL beantragt.

Die Prüfung durch die Genehmigungsbehörde erstreckt sich auf die Erfüllung der Genehmigungsvoraussetzungen des § 6 Abs. 2 AtG /L-1/.

Neben der Genehmigung nach § 6 Abs. 1 AtG /L-1/ für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen bedarf es für die Realisierung des Vorhabens u. a. einer Baugenehmigung für das Lagergebäude nach der Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V) /L-4/, die gesondert beantragt wird.

1.3 Antragsgegenstand

Konkret ist der folgende Gestattungsinhalt nach § 6 AtG beantragt:

1. Aufbewahrung

Aufbewahrung von Kernbrennstoffen außerhalb der staatlichen Verwahrung in 74 bereits beladenen Castor-Behältern im ESTRAL einschließlich der Durchführung der für die Aufbewahrung notwendigen Handhabungen innerhalb des Lagergebäudes und auf dem Betriebsgelände. Der Inhalt der Castor-Behälter bleibt unverändert.

2. Standort

Das ESTRAL wird auf dem Gelände der EWN in der Gemeinde Rubenow, nordöstlich vom ZLN (Gemarkung Nonnendorf, Flur 1, Flurstück 58/34) errichtet.

3. Inventar

In 65 der 74 Castor-Behälter befinden sich die Brennelemente (BE) und Sonderbrennelemente der Kernkraftwerke Greifswald (KGR) und Rheinsberg (KKR), in fünf weiteren Castor-Behältern die HAW-
Glaskokillen aus der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK-Kokillen) und in den vier restlichen Castor-Behältern Kernbrennstoffe aus der kompakten natriumgekühlten Kernreaktoranlage (KNK) und dem ehemaligen Forschungsschiff „Otto Hahn“ (OH).

Die Inhalte der Castor-Behälter im Einzelnen ergeben sich aus den bisher erteilten Genehmigungen für die Aufbewahrung der Kernbrennstoffe im TBL des ZLN. Die Inhalte bleiben unverändert.

Aufgrund des Abklingverhaltens des Inventars während der bisherigen Lagerdauer liegen die Antragswerte für das Aktivitätsinventar und die Wärmeleistung unter den bisher für das TBL des ZLN genehmigten Werten. Die beantragte Schwermetallmasse bleibt unverändert.

Es werden folgende Maximalwerte für das Aktivitätsinventar und die Nachzerfallswärmeleistung je Behälterbauart beantragt (berechnet auf den frühestmöglichen Einlagerungszeitpunkt 01.01.2025):

Tabelle 1.1: Maximalwerte für das Aktivitätsinventar und die Nachzerfallswärmeleistung je Behälterbauart (berechnet auf den frühestmöglichen Einlagerungszeitpunkt 01.01.2025)

Behälterbauart	Anzahl	Maximales Aktivitätsinventar eines Einzelbehälters in Bq	Maximale Nachzerfallswärmeleistung eines Einzelbehälters in kW
CASTOR® 440/84	61	$1,0 \times 10^{17}$	7,5
CASTOR® 440/84 mvK	1	$1,2 \times 10^{16}$	1
CASTOR® KRB-MOX	3	$2,4 \times 10^{14}$	0,03
CASTOR® HAW 20/28 CG	5	$1,5 \times 10^{17}$	11
CASTOR® KNK	4	$3,2 \times 10^{15}$	0,45

Da die Einzelwerte der jeweiligen Castor-Behälter teilweise deutlich unter den o. g. Maximalwerten liegen, wird der Antrag für die insgesamt 74 Castor-Behälter beschränkt auf die folgenden maximalen Gesamtwerte, bezogen auf den frühestmöglichen Einlagerungszeitpunkt 01.01.2025:

- Schwermetallmasse < **585,4 Mg**
- Gesamtaktivität < **$5,0 \times 10^{18}$ Bq**
- Wärmeleistung < **400 kW**

4. Dauer der Aufbewahrung

Die Aufbewahrung der Castor-Behälter wird auf eine Dauer von jeweils 40 Jahren ab dem Verschluss des jeweiligen Castor-Behälters beschränkt.

Von den 74 Castor-Behältern wurde der erste im Jahr 1996 verschlossen, der letzte im Jahr 2011, d. h. die 40-jährige Aufbewahrungsdauer endet behälterspezifisch zwischen 2036 und 2051. Die genauen Angaben je Behälter ergeben sich aus dem Antrag gem. § 6 Abs. 1 AtG /L-1/.

5. Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen

Die § 6 AtG-Genehmigung soll sich auch auf den Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen nach dem Strahlenschutzgesetz /L-2/, wie z. B. Prüfstrahler und ggf. in ESTRAL anfallende radioaktive Abfälle, erstrecken.

6. Ableitung radioaktiver Stoffe

Die Räume im ESTRAL, in denen Kontaminationen auftreten können, z. B. im Wartungsbereich oder im Strahlenschutzlabor im Kontrollbereich, sind an eine aktive Lüftungsanlage angeschlossen. Die Fortluft wird über einen Kamin abgeleitet, überwacht und bilanziert. Beantragt wird die Festlegung folgender Werte für zulässige Ableitungen für das ESTRAL mit der Luft über den Kamin:

- Beta-Gamma-strahlende Nuklide (ohne Tritium): 3,50E+07 Bq im Kalenderjahr
- Tritium (H-3): 1,50E+07 Bq im Kalenderjahr

Alpha-strahlende Nuklide werden nicht abgeleitet.

Eine Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser erfolgt nicht und wird daher nicht beantragt. Kontrollbereichsabwässer werden gesammelt und an die Konditionierungsanlagen der EWN zur fachgerechten Behandlung übergeben.

1.4 Schutzziele

Für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen in einem Zwischenlager muss ein sehr hoher Sicherheitsstandard gewährleistet sein. Die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden wird insbesondere durch die folgenden Gesetze, Verordnungen, Regeln und Richtlinien gewährleistet:

- Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) /L-1/,
- Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz – StrlSchG /L-2/)
- Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) /L-5/,
- Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Castor-Behältern der Entsorgungskommission (ESK) /L-6/ und
- Regeln des kerntechnischen Ausschusses (KTA).

Von diesen rechtlichen Grundlagen ausgehend, ergeben sich folgende konkretisierte Schutzziele, die die Entsorgungskommission in den ESK-Leitlinien /L-6/ spezifiziert hat:

- **Sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe**

Der sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe ist durch den Behälter und ggf. weitere Barrieren zu gewährleisten. Beim Nachweis des sicheren Einschlusses der radioaktiven Stoffe sind neben dem Zusammenwirken der einzelnen Barrieren auch die nuklidspezifischen Eigenschaften der radioaktiven Stoffe zu berücksichtigen.

- **Sichere Abfuhr der Zerfallswärme**

Die Abfuhr der Zerfallswärme muss so gewährleistet werden, dass an Behältern und Inventar sowie für das Zwischenlagergebäude nur zulässige Temperaturen auftreten, bei denen die Einhaltung der Schutzziele über die gesamte Zwischenlagerdauer zuverlässig gewährleistet ist. Die Wärme muss passiv durch Naturkonvektion an die Umgebung abgeführt werden können.

- **Sichere Einhaltung der Unterkritikalität**

Bei der Zwischenlagerung von Kernbrennstoffen muss sichergestellt sein, dass die eingelagerten Kernbrennstoffe und ihre Anordnung unterkritisch bleiben. Der Nachweis der Kritikalitätssicherheit bei der Lagerung von Kernbrennstoffen ist für die ungünstigsten im bestimmungsgemäßen Betrieb zu erwartenden Bedingungen zu führen. Für diesen Nachweis darf der berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} den Wert von 0,95 nicht überschreiten.

- **Vermeidung unnötiger Exposition, Begrenzung und Kontrolle der Exposition des Betriebspersonals und der Bevölkerung**

Zum Schutz des Betriebspersonals und der Bevölkerung ist eine ausreichende Abschirmung der ionisierenden Strahlung durch die Auslegung der Behälter und ergänzend durch das Zwischenlagergebäude sicherzustellen. Darüber hinaus ist dafür zu sorgen, dass radioaktive Stoffe nicht unkontrolliert in die Umwelt abgeleitet werden.

Die Schutzziele bestimmen die sicherheitstechnischen Anforderungen. Sie legen den Umfang der erforderlichen Schadensvorsorge fest und sind auf den Schutz des Betriebspersonals und der Bevölkerung in der Umgebung der Anlage gerichtet. Die Einhaltung dieser Schutzziele wird vor Erteilung der Genehmigung im Einzelnen nachgewiesen und von der Genehmigungsbehörde geprüft. Während des Betriebs von ESTRAL wird die Sicherheit von der zuständigen Aufsichtsbehörde des Landes Mecklenburg-Vorpommern überwacht und kontrolliert.

Die konstruktiven Auslegungsmerkmale der Castor-Behälter, die gewährleisten, dass die genannten Schutzziele eingehalten werden, werden im Kapitel 4.1 beschrieben. Im Kapitel 6 erfolgt eine Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb des ESTRAL. Die Einhaltung der Schutzziele bei Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Betrieb, bei Störfällen und bei auslegungsüberschreitenden Ereignissen im ESTRAL wird im Kapitel 7 nachgewiesen.

2 Standort

2.1 Geographische Lage

Das zukünftige Betriebsgelände des ESTRAL befindet sich auf dem EWN-Gelände nordöstlich vom ZLN (Gemarkung Nonnendorf, Flur 1, Flurstück 58/34, Gemeinde Rubenow). Der Standort Lubmin/Rubenow liegt im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern im Landkreis Vorpommern-Greifswald, ca. 1 km entfernt vom Greifswalder Bodden und von der Spandowerhagener Wiek. Die nächstgelegene Staatsgrenze (Bundesrepublik Deutschland - Republik Polen) befindet sich in ca. 45 km Entfernung südöstlich vom Standort.

Die geographischen Koordinaten des Standortes Lubmin/Rubenow betragen:

- 13° 40' östlicher Länge und
- 54° 08' nördlicher Breite.

Das Gelände für das ESTRAL, welches nordöstlich des eingezäunten ZLN-Betriebsgeländes liegt, fällt nach Nordosten zum Einlaufkanal ab und weist zurzeit Geländehöhen von ca. 2 m über Normalhöhennull (NHN) im Norden und ca. 3,5 m ü. NHN im Süden auf. Die Geländehöhen im östlichen Bereich des EWN-Geländes, nordöstlich vom ZLN, liegen aktuell zwischen ca. 5,05 m ü. NHN und ca. 5,95 m ü. NHN. Die gesamte Baufläche für das ESTRAL wird baubegleitend auf eine Höhe von mindestens 5,55 m ü. NHN aufgeschüttet. Im südwestlichen Bereich der Baufläche wird die Geländehöhe an die Höhe des Bestandsgeländes des ZLN auf ca. 5,95 m ü. NHN angeglichen.

Am EWN-Standort westlich des zukünftigen Betriebsgeländes des ESTRAL befindet sich das stillgelegte Kernkraftwerk Greifswald, das zurückgebaut wird. Für die Entsorgung und Verarbeitung der Reststoffe und Abfälle aus dem Rückbau werden weitere Anlagen betrieben bzw. befinden sich im Bau oder in Planung. Diese sind:

- das Zwischenlager Nord (ZLN),
- die Zentrale Aktive Werkstatt (ZAW),
- die Zentrale Dekontaminations- und Wasseraufbereitungsanlage (ZDW),
- die Zerleghalle (ZLH, im Bau) und
- das Beton-Bearbeitungs-Zentrum (BBZ, in Planung).

Die Lage des zukünftigen Betriebsgeländes des ESTRAL auf dem EWN-Gelände ist in der Abbildung 2.1 dargestellt.



Abbildung 2.1: Lage des zukünftigen Betriebsgeländes des ESTRAL auf dem EWN-Gelände

Jenseits des EWN-Standortes im Südwesten befinden sich weitere Gewerbe- und Industrieanlagen, die von Dritten betrieben werden (siehe Kapitel 2.4).

Östlich und südlich des zukünftigen Betriebsgeländes des ESTRAL schließen sich Grünlandflächen an. Die nördliche Begrenzung bildet der Einlaufkanal des stillgelegten Kernkraftwerkes Greifswald. Weiter südlich grenzt ein ca. 1,5 - 2,5 km breites Waldgebiet (Lubminer Heide) an den Standort. Östlich des Standortes fließt in einer Entfernung von ca. 4 km der Peenestrom und ca. 6 km südlich die Ziese. In nordöstlicher Richtung, ca. 2 km entfernt, liegt an der Mündung des Peenestromes die Halbinsel Struck, ein Hakenstrandwallsystem mit Strandsee- und Salzwiesenkomplexen, das – zusammen mit den Freesendorfer Wiesen – ein Naturschutzgebiet bildet.

Die Lage des Standortes Lubmin/Rubelow mit Darstellung des 10 km Umkreises kann der Abbildung 2.2 entnommen werden.

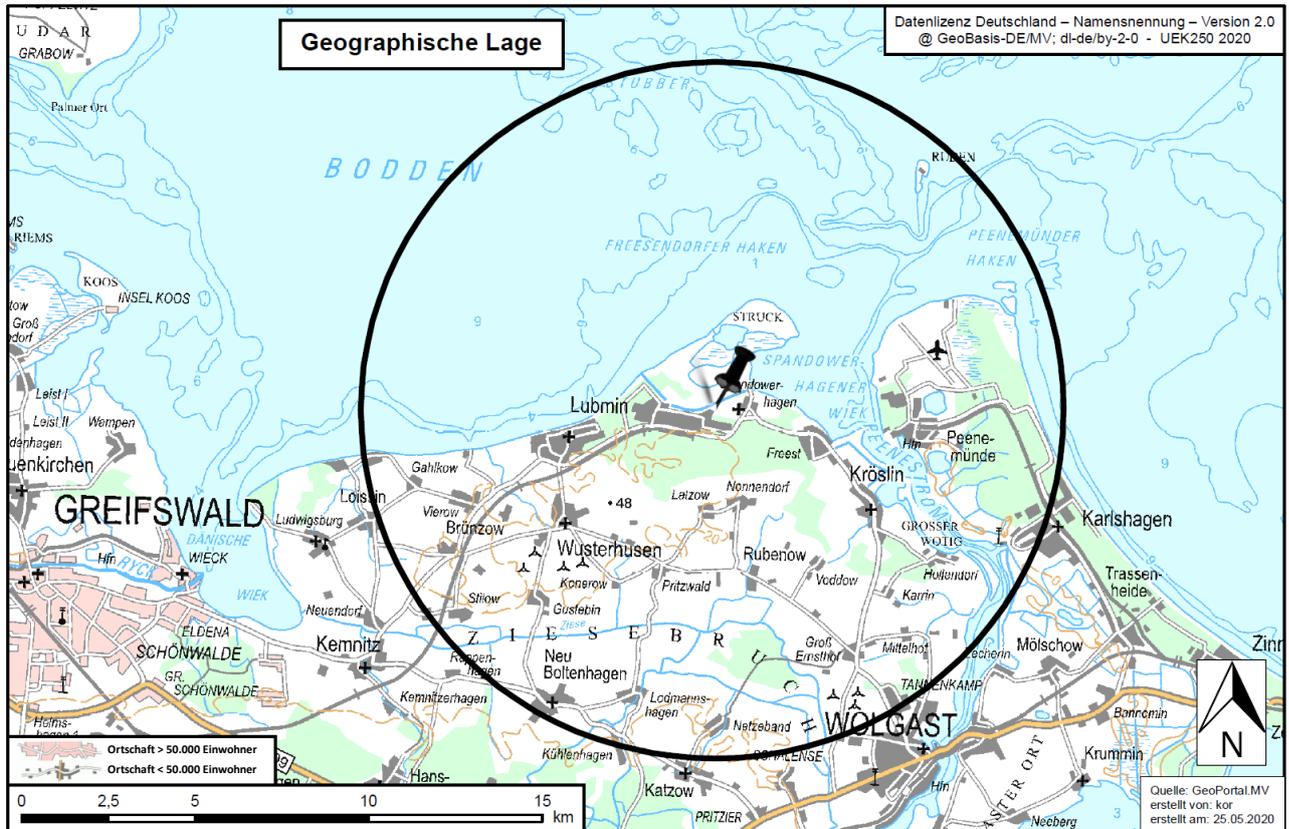


Abbildung 2.2: Lage des Standortes Lubmin/Rubelow mit Darstellung des 10 km Umkreises (Geodatenportal des Landes Mecklenburg-Vorpommern - GeoPortal.MV /L-7/)

2.2 Besiedlung

Der Standort Lubmin/Rubelow liegt in einer überwiegend ländlich strukturierten und dünn besiedelten Region. Im Nahbereich des Standortes leben in den Gemeinden des Amtes Lubmin ca. 10.000 Menschen. Nächster Siedlungsschwerpunkt ist die kreisangehörige Gemeinde Lubmin (ca. 2.000 Einwohner), die ca. 3,5 km westlich des Standortes liegt. Östlich des Standortes in 800 m Entfernung befindet sich der zur Gemeinde Kröslin gehörende Ortsteil Spandowerhagen mit ca. 200 Einwohnern.

Im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubelow leben ca. 26.000 Einwohner. Weiter entfernt liegen die Städte Wolgast (ca. 11 km) mit ca. 12.000 Einwohnern und Greifswald (ca. 20 km) mit ca. 60.000 Einwohnern. Im Landkreis Vorpommern-Greifswald leben ca. 240.000 Einwohner. Das entspricht einer mittleren Bevölkerungsdichte von ca. 60 Einwohnern pro km². Im 50 km Umkreis befindet sich keine Stadt mit mehr als 100.000 Einwohnern.

Die Tabelle 2.1 enthält die Einwohnerzahlen der Städte und Gemeinden im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (Stand: 30. Juni 2021, GeoPortal.MV /L-7/).

Tabelle 2.1: Bevölkerung in den Städten und Gemeinden im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (Stand: 30. Juni 2021, GeoPortal.MV /L-7/)

Gemeinde	Einwohnerzahl
Amt Am Peenestrom	
Wolgast, Stadt*	11.796
Amt Lubmin	
Brünzow	667
Loissin*	786
Katzow*	598
Kemnitz*	1.150
Kröslin	1.757
Lubmin	2.105
Neu Boltenhagen*	559
Rubenow	788
Wusterhusen	1.102
Amt Usedom-Nord	
Karlshagen*	3.234
Mölschow*	797
Peenemünde	340
Summe	25.679

* Diese Gemeinden liegen nur teilweise innerhalb des 10 km Umkreises. Die Einwohnerzahl in der Tabelle bezieht sich jeweils auf die gesamte Gemeinde.

Die nächstgelegene Versammlungsstätte, bei der größere Menschenansammlungen zu erwarten sind, befindet sich in ca. 4 km Entfernung westlich vom ESTRAL-Gelände. Es handelt sich hierbei um die Regionale Schule „Am Teufelstein“ mit ca. 210 Schülern. Südwestlich vom zukünftigen Betriebsgelände, des ESTRAL, am Standort der EWN sowie am Standort des Industrie- und Gewerbegebietes „Lubminer Heide“ arbeiten aktuell ca. 2.000 Beschäftigte (siehe Kapitel 2.4).

2.3 Boden- und Wassernutzung

Die Landschaft im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow ist durch den Greifswalder Bodden, durch landwirtschaftliche Flächen und Wald geprägt. Von wirtschaftlicher Bedeutung in der Region ist der Tourismus. Südlich an den Standort angrenzende Flächen unterliegen überwiegend der forstwirtschaftlichen Nutzung. Nördlich des Standortes befinden sich Grünlandflächen, die teilweise für extensive Weidewirtschaft

genutzt werden. Die Grünlandflächen grenzen im Norden an den Greifswalder Bodden an, welcher durch eine fischwirtschaftliche Nutzung geprägt ist.

Im Bereich südwestlich des zukünftigen Betriebsgelände des ESTRAL gilt seit 2004 der Bebauungsplan „Industrie- und Gewerbegebiet Lubminer Heide“ (siehe auch Kapitel 2.4). Der Bebauungsplan zielt darauf ab, für das Gebiet jenseits des EWN-Standortes Nachnutzungen zu ermöglichen, die über den Rückbau der nuklearen Altanlagen hinausgehen und damit neue Entwicklungsperspektiven für den Standort eröffnen. Im Landesraumentwicklungsprogramm Mecklenburg-Vorpommern sowie im Regionalen Raumentwicklungsprogramm Vorpommern (Regionalplan) wird der Standort als gewerblicher und industrieller Großstandort mit bundesdeutscher sowie europäischer Bedeutung ausgewiesen.

Das zukünftige Betriebsgelände des ESTRAL befindet sich in keinem nationalen oder internationalen Schutzgebiet. Naturdenkmäler sind auf der Fläche ebenfalls nicht vorhanden. Informationen über schutzwürdige Objekte, die als Kulturdenkmale geschützt sind, existieren nicht. In nördlicher Richtung des Standortes grenzen verschiedene Schutzgebiete an das EWN-Gelände. Die in weniger als 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow befindlichen Schutzgebiete (ganz oder teilweise) sind nachfolgend aufgeführt:

- **Natura 2000-Gebiete**

- FFH-Gebiet (Fauna-Flora-Habitat): „Greifswalder Bodden, Teile des Strelasundes und Nordspitze Usedom (DE-1747-301)“ und
- Vogelschutzgebiet (VSG): „Greifswalder Bodden und südlicher Strelasund (DE-1747-402)“.

- **Landschaftsschutzgebiete (LSG)**

- LSG „Insel Usedom mit Festlandgürtel“ (MV_LSG_082) und
- LSG „Greifswalder Bodden“ (MV_LSG_142).

- **Naturschutzgebiete (NSG)**

- NSG „Peenemünder Haken, Struck und Ruden“ (MV_NS_G_001B) und
- NSG „Großer Wotig“ (MV_NS_G_246).

- **Naturparks**

- „Insel Usedom“ (MV_NP_5).
-

- **Gesetzlich geschützte Biotope (§ 30 BNatSchG /L-8/; § 20 NatSchAG M-V /L-9/)**
 - Naturnahe Feldgehölze,
 - Nasswiese eutropher Moor- und Sumpfstandorte,
 - Borstgrasheide,
 - Oligohalines Salzgrünland und
 - Stehende Kleingewässer, einschl. der Ufervegetation.

Die Ausweisung der Schutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow sind in den folgenden Abbildungen (Abbildung 2.3 bis Abbildung 2.4) dargestellt. Zusätzlich stellt die Abbildung 2.5 die gesetzlich geschützten Biotope in einem Umkreis von 300 m vom Standort Lubmin/Rubenow dar.

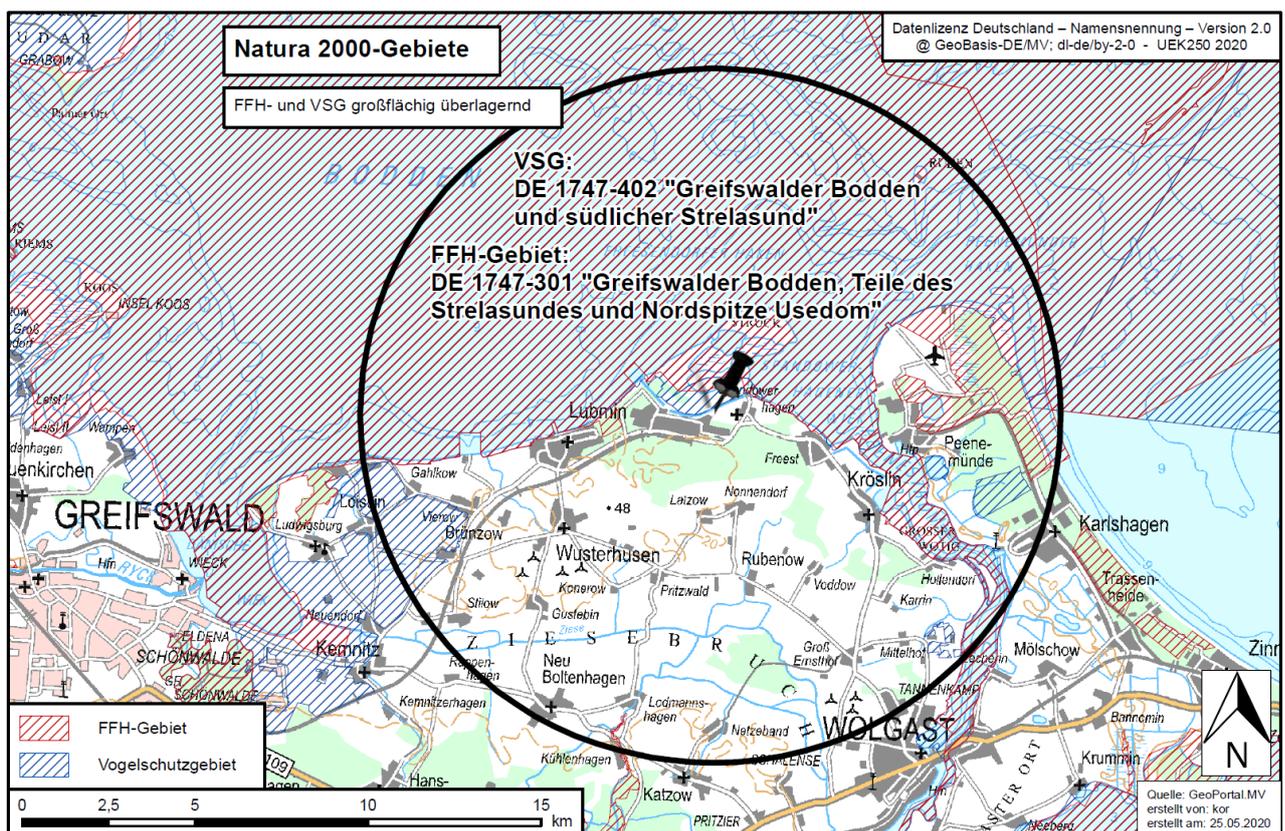


Abbildung 2.3: Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete) im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (GeoPortal.MV /L-7/)

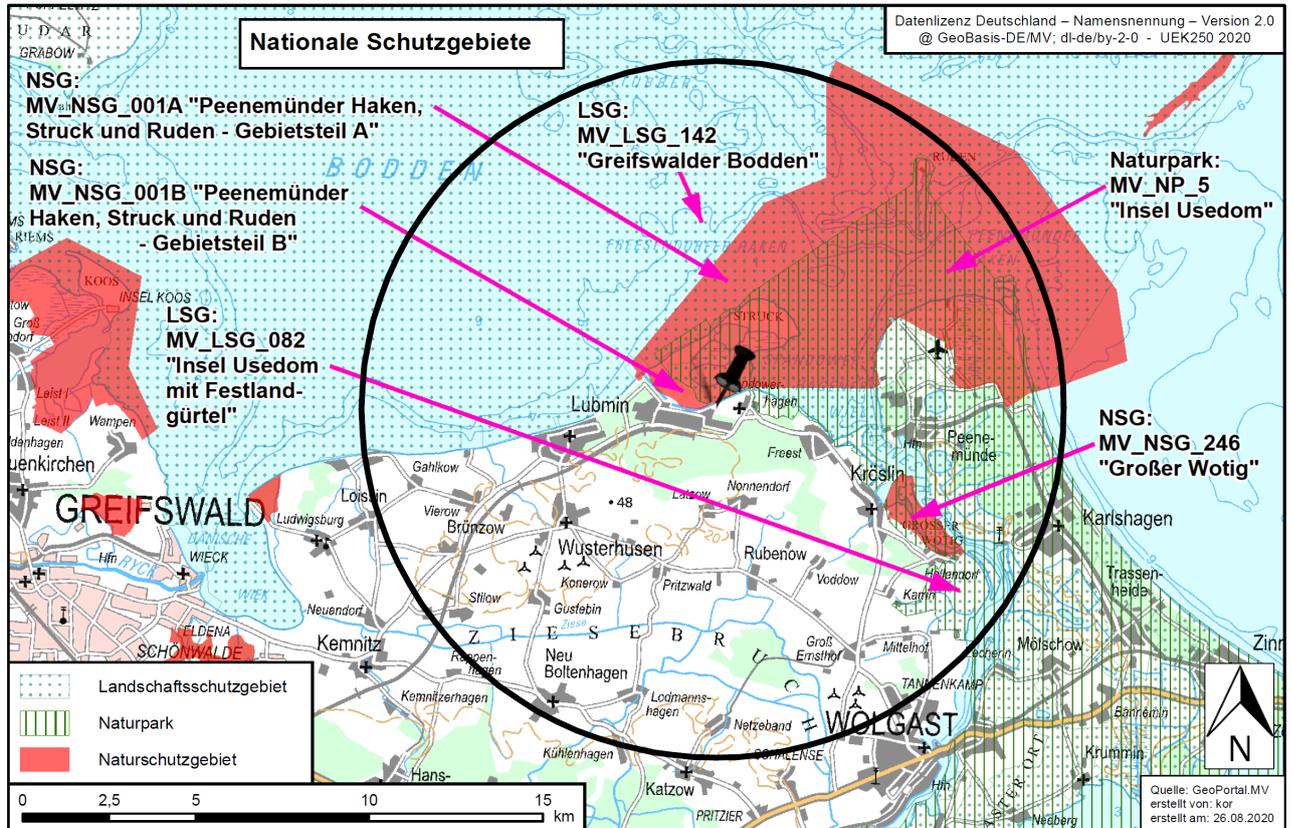


Abbildung 2.4: Landschaftsschutzgebiete, Naturparks und Naturschutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubelow (GeoPortal.MV /L-7/)

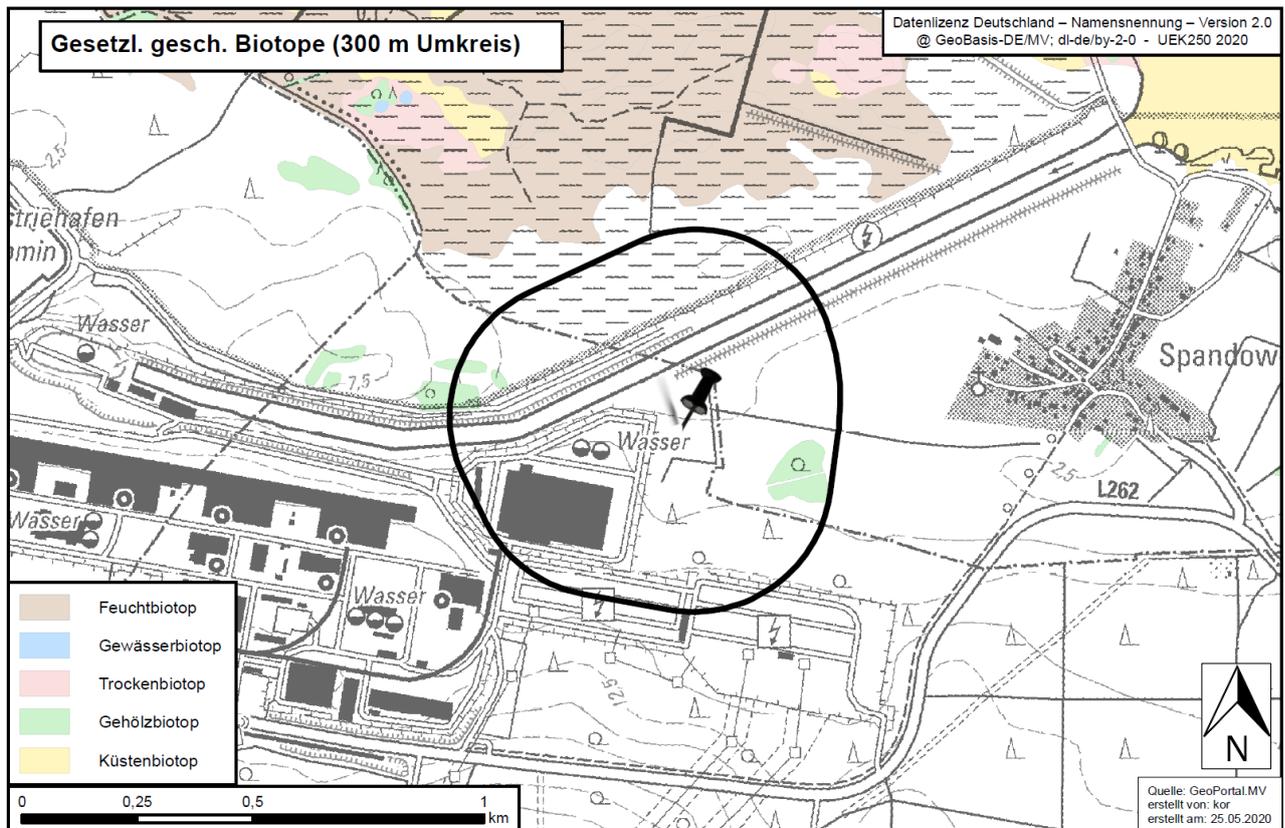


Abbildung 2.5: Gesetzlich geschützte Biotope im Umkreis von 300 m vom zukünftigen Betriebsgelände des ESTRAL (GeoPortal.MV /L-7/)

2.4 Gewerbe- und Industriebetriebe, militärische Anlagen

Der Standort Lubmin/Rubenow ist seit Jahrzehnten durch eine überwiegend gewerblich-industrielle Nutzung geprägt. Die Anfänge gehen auf einen hier gegründeten Kernkraftwerksstandort der ehemaligen DDR zurück. Heute gehört der Bereich des ehemaligen Kernkraftwerksstandorts mit allen dazugehörenden Anlagen, Gebäuden und Einrichtungen einschließlich des ZLN zum EWN-Gelände. EWN baut die kerntechnischen Anlagen zurück.

Das Gebiet südwestlich des EWN-Geländes („Industrie- und Gewerbegebiet Lubminer Heide“) wird ebenfalls gewerblich-industriell genutzt. Aufgrund der guten Infrastruktur am Standort (Industriehafen Lubmin, Anschluss an das Schienennetz und Straßenanbindung) haben sich hier in den letzten Jahrzehnten Unternehmen angesiedelt, die von den guten Standort- und Produktionsbedingungen für Industrie und Gewerbe profitieren und damit zum Erhalt und Ausbau von Arbeitsplätzen in der Region beitragen. Am Standort Lubmin/Rubenow sind inklusive EWN insgesamt ca. 2.000 Personen beschäftigt. Die hier neben EWN ansässigen Unternehmen haben u. a. folgende Produktionsschwerpunkte bzw. bieten folgende Dienstleistungen an:

- Umspannwerk/Netzbetrieb zur Stromversorgung,
- Anlandepunkt der Ostseepipelines Nord Stream 1 und 2,
- Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Schmierstoffen und
- Metallverarbeitende Industrie mit dem Schwerpunkt Stahlbaufertigung.

Östlich des zukünftigen Betriebsgeländes ESTRAL verläuft unterirdisch eine Stromleitungstrasse (Erdkabelsystem) der 50Hertz Transmission GmbH zur Anbindung von Offshore-Windparks auf der Ostsee. Darüber hinaus plant die 50Hertz Transmission GmbH den Bau einer weiteren Stromleitungstrasse durch die Ostsee, die parallel zur bestehenden unterirdischen Stromleitungstrasse verläuft. Die bestehenden und zukünftigen Trassen werden durch das Vorhaben weder tangiert noch überbaut. Die durch Grunddienstbarkeiten zugunsten der 50Hertz Transmission GmbH gesicherten Abstände zur Erdkabeltrasse werden sicher eingehalten.

Im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow wird vorrangig Landwirtschaft sowie Fischerei betrieben. Neben dem Industriehafen Lubmin befinden sich weitere Hafenbetriebsgesellschaften in Vierow, Freest sowie Peenemünde und Karlshagen. Am Rande des 10 km Umkreises befindet sich in Wolgast eine Schiffswerft. Ansonsten werden im Umkreis von 10 km vor allem kleinere Gewerbe- oder Handwerksbetriebe wie Bäckereien, Räuchereien und Fleischereien sowie Hotel- und Gastgewerbe betrieben.

Anlagen militärischer Art oder der zivilen Verteidigung sowie Sperrbezirke sind im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow nicht vorhanden. Die nächstgelegene militärische Einrichtung ist ein Bundeswehrstandort in Wolgast (Marinearsenal Wilhelmshaven Außenstelle Wolgast) in ca. 11 km südöstlicher Entfernung zum Standort. Ein Standort der Bundespolizei befindet sich am Industriehafen Lubmin in der Nähe des Anlandepunktes der Ostseepipelines Nord Stream.

2.5 Verkehrswege

Der Standort Lubmin/Rubenow ist an das öffentliche Straßennetz über die Landesstraße 262 (L262) in Richtung Lubmin nach Greifswald und in Richtung Kröslin nach Wolgast angebunden. Das Betriebsgelände des ESTRAL wird ausschließlich von Westen entlang des früheren Maschinenhauses des KGR über eine Zufahrt zu erreichen sein. Eine Durchführung von Schwerlasttransporten ist möglich.

Der Standort Lubmin/Rubenow ist über die eingleisige Eisenbahnanschlussstrecke nach Greifswald an das Schienennetz angebunden.

Auf dem Seeweg ist der Standort Lubmin/Rubenow über den Industriehafen Lubmin erreichbar. Der Greifswalder Bodden, der Peenestrom und die Peene sind schiffbar. Die Seeschiffahrtsstraßen auf dem Greifswalder Bodden verlaufen u. a. nach Stralsund, Greifswald, Vierow und Wolgast. Die Abmessungen und Tonnagen für Frachtschiffe sind durch die geringe Wassertiefe und die Größe des Hafenbeckens beschränkt.

Der Standort Lubmin/Rubenow liegt nicht in einem Gebiet hoher Luftverkehrsdichte. Der Abstand zum nächsten Flugplatz in Peenemünde beträgt ca. 5 km. Die nächstgelegenen Verkehrsflughäfen befinden sich in Heringdorf in ca. 40 km Entfernung sowie in Stralsund-Barth in ca. 65 km Entfernung.

2.6 Hydrologische Verhältnisse

Oberflächengewässer

Der Standort Lubmin/Rubenow befindet sich nahe am Greifswalder Bodden. Der Bodden ist im Norden durch die stark gegliederte Südküste der Insel Rügen, im Süden durch die buchtenarme Festlandsküste und im Osten durch die submaritime Schwelle, die von der Südspitze der Halbinsel Mönchgut über den Ruden verläuft, begrenzt. Im Westen bildet der Strelasund die Grenze. Die Fläche des Greifswalder Boddens beträgt ca. 514 km², die mittlere Tiefe liegt bei ca. 5,6 m. Der Zu- und Abfluss aus der bzw. in die Ostsee findet über die Öffnungen des Greifswalder Boddens zwischen der Südspitze Thiessow-Nordspitze Ruden, Südspitze Ruden-Nordspitze Usedom und Palmer Ort-Nordspitze Koos statt. Die Hauptströmung durch den Greifswalder Bodden verläuft von der Mündung des Strelasundes zu der zwischen Thiessow und dem Ruden gelegenen Bodenschwelle. Ca. 4 km östlich vom Standort fließen mit sehr geringem Gefälle der Peenestrom und ca. 6 km südlich der Bach Ziese. Im Norden sind dem Standort die versumpften und bei Hochwasser überfluteten Salzwiesen der Halbinsel Struck vorgelagert. Im Süden bildet ein Höhenrücken mit einem Niveau von ca. 25 m ü. NHN bis ca. 35 m ü. NHN die lokale Wasserscheide zwischen Ostsee und Ziese.

Hochwasser

Das Gelände für das ESTRAL fällt nach Nordosten zum Einlaufkanal hin ab und wird baubegleitend auf eine Höhe von mindestens 5,55 m ü. NHN aufgeschüttet. Im südwestlichen Bereich wird die Geländehöhe an die Höhe des Bestandsgeländes des ZLN auf ca. 5,95 m ü. NHN angeglichen. Es liegt damit deutlich über dem Bemessungshochwasserstand für die relevanten Küstenabschnitte von 2,70 m ü. NHN für Spandowerhagen bzw. 2,80 m ü. NHN für Lubmin gemäß dem Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern zum Bemessungshochwasserstand und Referenzhochwasserstand /L-10/. Das Gelände erfüllt darüber hinaus auch die Anforderungen des strengeren kerntechnischen Regelwerks (KTA 2207 /L-11/) bezogen auf das 10.000-jährliche Hochwasser. Bei der Sturmflut am 12. / 13. November 1872, der verheerendsten Sturmflut mit den

höchsten jemals aufgetretenen Wasserständen an der gesamten Ostsee, ist am Pegel Greifswald-Wieck ein Wasserstand von etwa 2,94 m ü. NHN gemessen worden. Nördlich des parallel zum EWN-Gelände verlaufenden Einlaufkanals und nordöstlich des Ortsteils Spandowerhagen ist zudem ein Vorbehaltsgebiet zum Hochwasserschutz ausgewiesen. Damit ist auch bei gleichzeitigen Hochwasserständen im Greifswalder Bodden und in der Peenemündung ein ausreichender Schutz gegen das Eindringen von Hochwasser gegeben. Der Standort des Lagergebäudes ist somit nicht hochwassergefährdet.

Für den Standort konnte unter Berücksichtigung des zu erwartenden Meeresspiegelanstiegs bis zum Jahr 2100 als konservative Abschätzung ein Bemessungshochwasserstand von 4,17 m ü. NHN auf Basis der KTA 2207 /L-11/ ermittelt werden. Auch unter Berücksichtigung des örtlichen Wellenaufbaus besteht für das Lagergebäude bei einem Sturmflut-Hochwasser mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 10.000 Jahren keine Gefährdung. Damit werden die Anforderungen der KTA 2207 /L-11/ für den Standort des ESTRAL erfüllt.

Grundwasser

Im Standortgebiet sind in der Regel bis ca. 30 m u. GOK (Geländeoberkante) zwei Grundwasserleiter und zwei Grundwassergeringleiter vorhanden. Der 1. Grundwasserleiter wird durch die holozänen / pleistozänen Sande gebildet, welche oberhalb des Geschiebemergels des Mecklenburger / Pommerschen Eisvorstoßes (1. Grundwassergeringleiter) liegen. Der 1. Grundwassergeringleiter ist überwiegend erodiert. Innerhalb des 1. Grundwasserleiters liegt ungespanntes Grundwasser vor.

Der 2. Grundwasserleiter wird durch die unterhalb des 1. Grundwassergeringleiters befindlichen pleistozänen Sande gebildet. Da der 1. Grundwassergeringleiter aber fast vollständig erodiert ist, steht der 2. Grundwasserleiter mit dem 1. Grundwasserleiter in hydraulischer Verbindung. Sofern der 1. Grundwassergeringleiter vorhanden ist, liegt das Grundwasser im 2. Grundwasserleiter als gespanntes Grundwasser vor, die Grundwasserdruckhöhe stellt sich entsprechend der Wasserspiegellage im 1. Grundwasserleiter ein. Der 2. Grundwassergeringleiter wird durch den Geschiebemergel des Brandenburger Eisvorstoßes sowie der darunter befindlichen Kreide gebildet.

Laut Landschaftsplan des Amtes Lubmin, Teilplan Rubenow, Karte 4 /L-12/ beträgt der Grundwasserflurabstand im Untersuchungsraum etwa 2 bis 5 m. Aus regelmäßigen Grundwassermessungen am Standort der EWN und aus Ergebnissen der Bohrsondierungen in den Jahren 2018 und 2019 lassen sich mittlere Grundwasserstände im südlichen Bauflächenbereich des ESTRAL von ca. 2,10 m ü. NHN und im nördlichen Bereich von ca. 0,90 m ü. NHN ableiten. Auf der Baufläche für ESTRAL ergibt sich im Bereich des nordöstlich vom ZLN-

Gelände liegenden Wirtschaftsgrünlandes ein Grundwasserflurabstand von im Mittel 1,20 m. Im Bereich des ZLN-Geländes ergibt sich ein Grundwasserflurabstand von im Mittel 3,40 m. Die Wasserstände unterliegen jahreszeitlichen und witterungsbedingten Schwankungen von bis zu einem Meter. Der Grundwasserspiegel weist eine Fließrichtung nach Norden auf.

Bei der statischen Auslegung des Lagergebäudes wird ein wesentlich höherer Wasserstand von 4,15 m ü. NHN angesetzt, so dass eine Gefährdung durch Grundwasser ausgeschlossen ist.

Trinkwassergewinnung

Der Standort Lubmin/Rubenow selbst liegt außerhalb von vorhandenen oder geplanten Trinkwassereinzugs- und Wasserschutzgebieten (einschließlich Trinkwasserschutzgebieten). Im 10 km Umkreis befinden sich das Wasserschutzgebiet (WSG) „Lodmannshagen“ in ca. 4,5 km südlicher Entfernung sowie das WSG „Karlshagen“ in ca. 6,7 km östlicher Entfernung zum Standort. Die Wasserschutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (ganz oder teilweise) sind in der Abbildung 2.6 dargestellt.

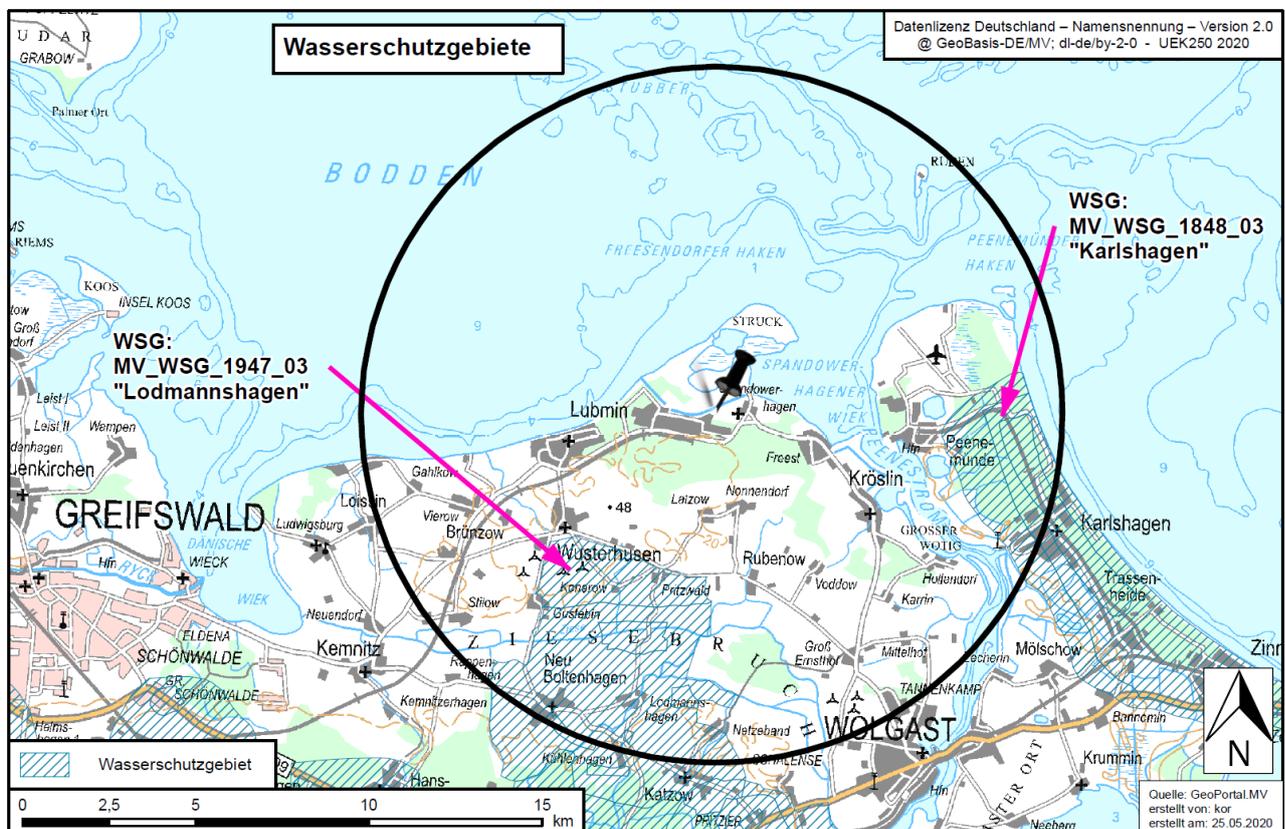


Abbildung 2.6: Wasserschutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (GeoPortal.MV /L-7/)

Im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow befinden sich die Wasserwerke (WW) Lodmannshagen und Karlshagen. Das WW Lodmannshagen wird von der EWN und dem Zweckverband Wasser/Abwasser Boddenküste (ZWAB) betrieben. Das WW Lodmannshagen versorgt den Standort Lubmin/Rubenow sowie die umliegenden Ortschaften mit Trink- und Feuerlöschwasser aus dem Grundwasser. Durch das WW Lodmannshagen wird über eine neue Trinkwasserverbindungsleitung vom WW Lodmannshagen zum WW Karlshagen ebenfalls die Trinkwasserversorgung des Versorgungsgebietes Karlshagen abgesichert.

2.7 Meteorologische Verhältnisse

Das Gebiet, in dem der Standort Lubmin/Rubenow liegt, steht klimatisch zum größten Teil unter dem Meereseinfluss des Greifswalder Boddens. Gekennzeichnet ist das Ostseeküstenklima von einem ausgeglichenen Gang der Lufttemperatur, ständiger Luftbewegung, einer hohen Luftfeuchtigkeit und stärkerer Bewölkung gegenüber dem Binnenland. Durch die Lage an der Ostsee kann es - vor allem im Winterhalbjahr - zu erhöhten Wasserständen und seltener auch zu Hochwasserlagen kommen. Der Standort Lubmin/Rubenow weist gegenüber der weiteren Umgebung keine meteorologischen Besonderheiten auf.

Zur Beschreibung der meteorologischen Verhältnisse am Standort Lubmin/Rubenow dienen die gemessenen meteorologischen Daten aus der am Standort vorhandenen meteorologischen Instrumentierung. Bei den Daten handelt es sich um Zeitreihen für Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Diffusionskategorie (Klassierung charakteristischer Turbulenzstrukturen in der atmosphärischen Grenzschicht), Temperatur und Niederschlagsmengen im Zeitraum von 2007 bis 2019. Aus den Daten dieser 13-jährigen Messreihe werden die Häufigkeiten sowie die Mittelwerte der Klimaelemente Wind und Niederschlag sowie die durchschnittlichen Temperaturen ermittelt. Zudem wird die Häufigkeit von Inversionswetterlagen bewertet.

Ausbreitungsstatistik

Die folgenden Abbildungen zeigen die Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelwerte für die Windgeschwindigkeiten und Windrichtungen sowie Diffusionskategorien am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum von 2007 bis 2019. Aus der Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeit ist zu entnehmen, dass am Standort überwiegend Windgeschwindigkeiten von mehr als 2 m/s vorherrschend sind. Die Windgeschwindigkeit beträgt im Zeitraum 2007 bis 2019 im Jahresmittel ca. 3,3 m/s. Die Windrichtungshäufigkeitsverteilung zeigt ein ausgeprägtes Maximum aus westlicher bzw. südwestlicher Richtung. Am Standort tritt am häufigsten die Diffusionskategorie D (neutrale bis leicht stabile Wetterlage) auf.

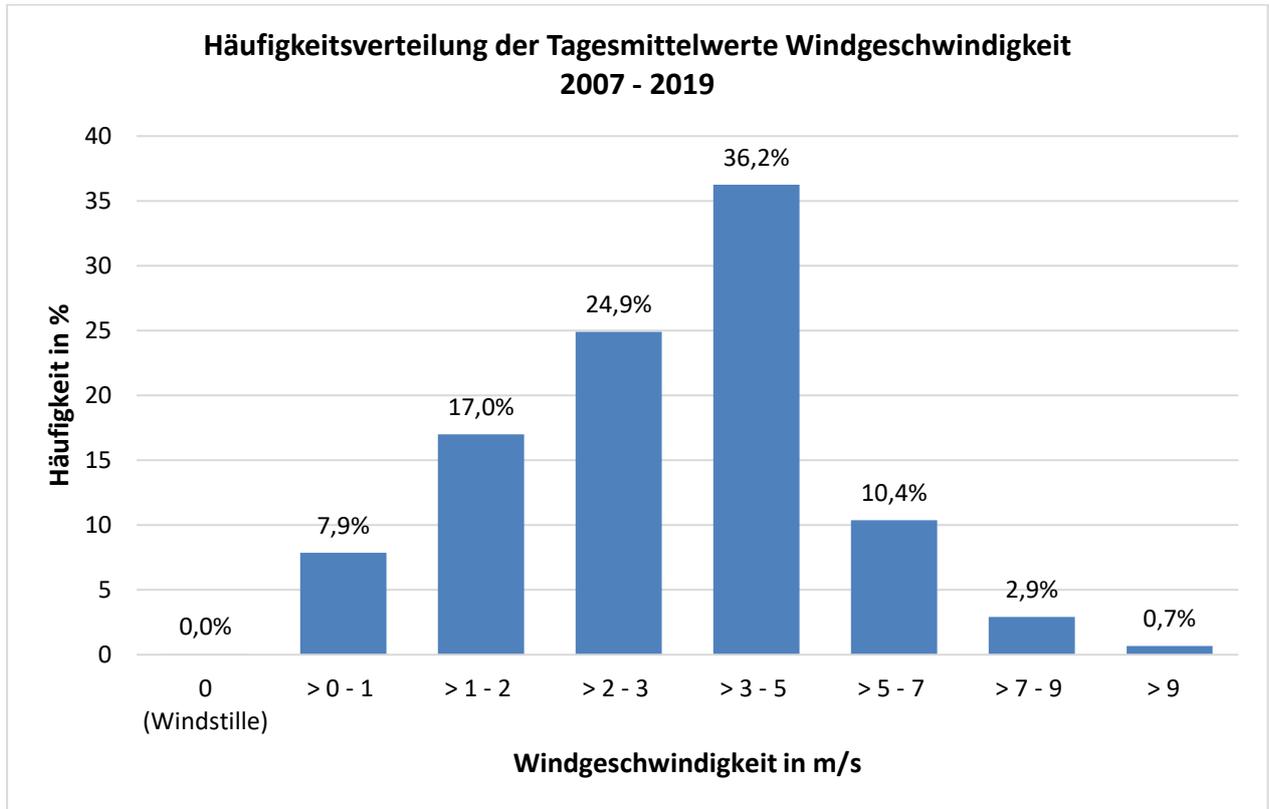


Abbildung 2.7: Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelwerte für Windgeschwindigkeit am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019

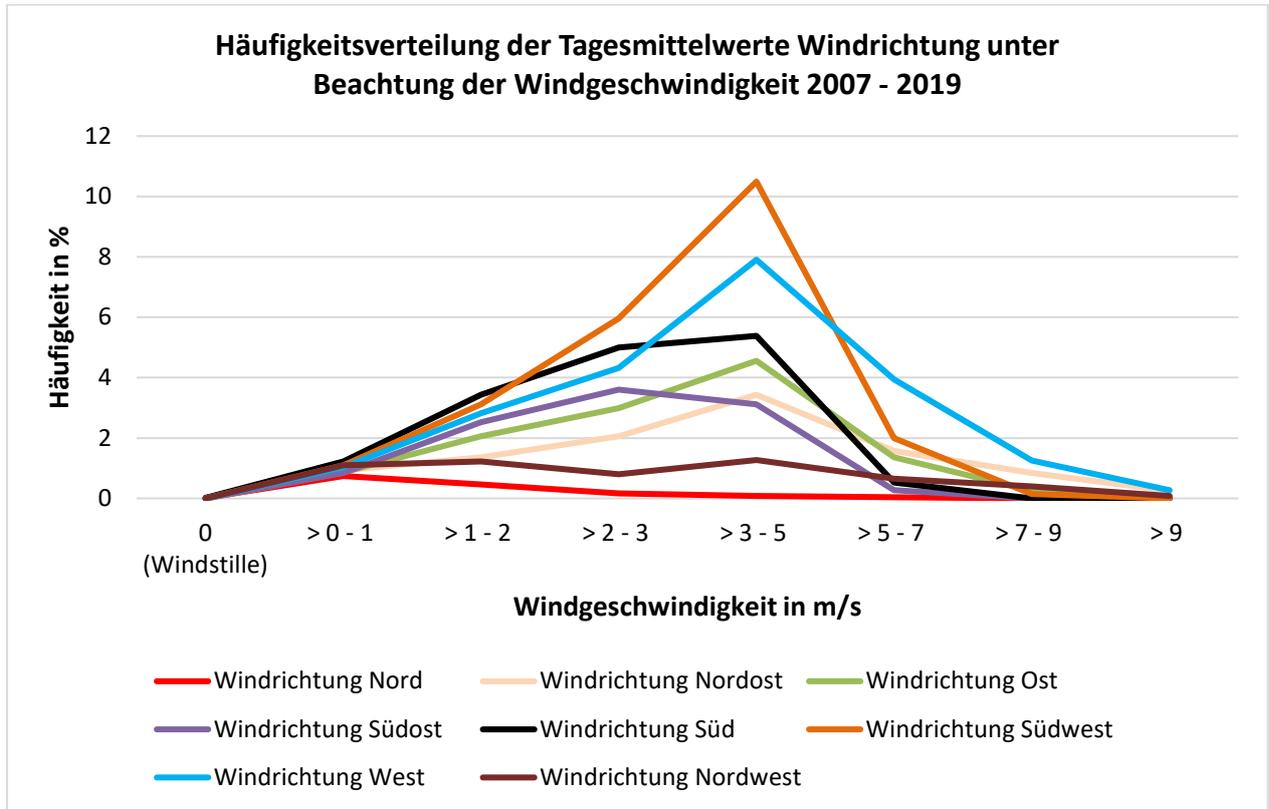


Abbildung 2.8: Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelwerte für Windrichtung unter Beachtung der Windgeschwindigkeit am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019

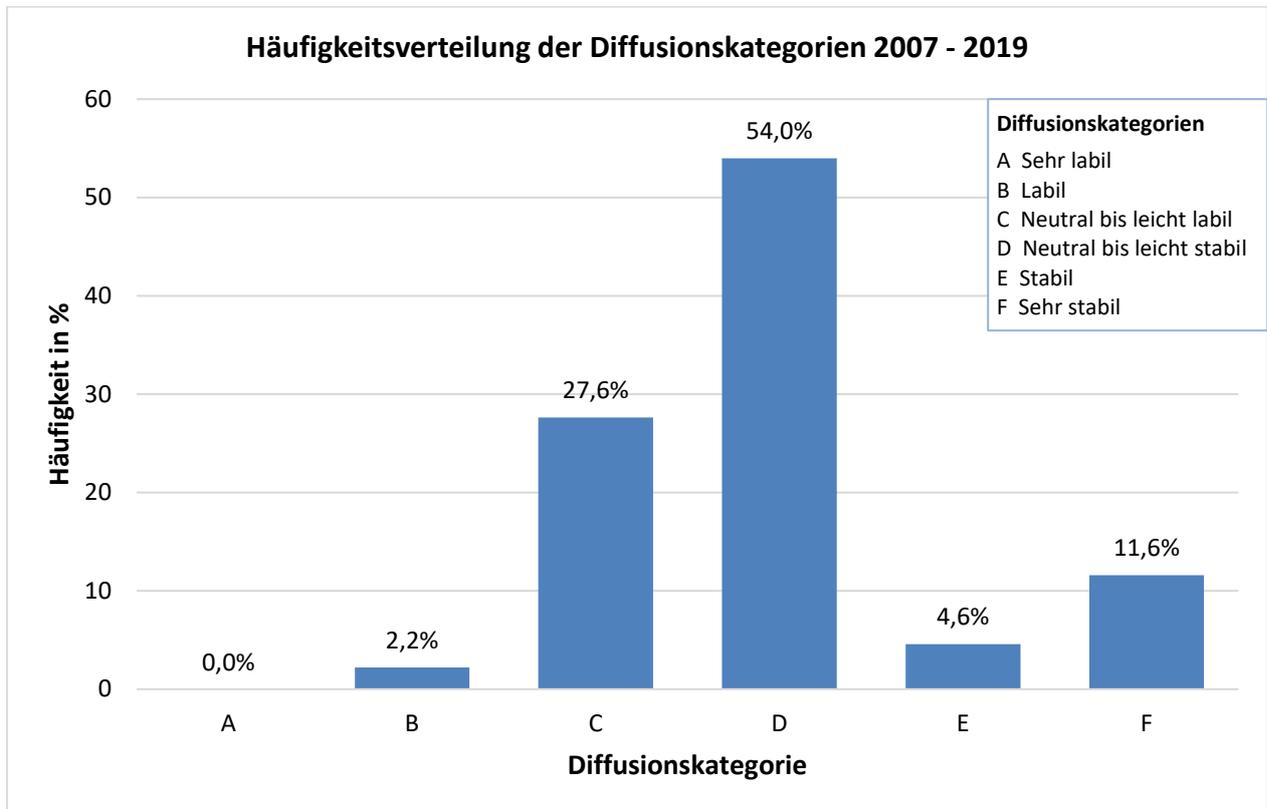


Abbildung 2.9: Häufigkeitsverteilung der Diffusionskategorien am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019

Niederschläge

Das Ostseeküstenklima ist u. a. durch relativ geringe Niederschläge gekennzeichnet. Die nachfolgende Abbildung zeigt die monatlichen Mittelwerte der Niederschlagsmengen am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum von 2007 bis 2019. Das Mittel der jährlichen Niederschlagswassermengen in diesem Zeitraum beträgt ca. 485 mm. Der Jahresgang der gemittelten monatlichen Niederschlagshöhe ist durch ein Minimum im Februar (ca. 27 mm) und ein Maximum im Sommermonat Juli (ca. 63 mm) gekennzeichnet. Die Gewittertätigkeit ist analog der Niederschlagsintensität geringer als im Binnenland. An der Küste und im norddeutschen Tiefland sind Starkregenereignisse meist seltener als in der Mitte und im Süden von Deutschland, wo das Gelände orographisch stärker gegliedert ist.

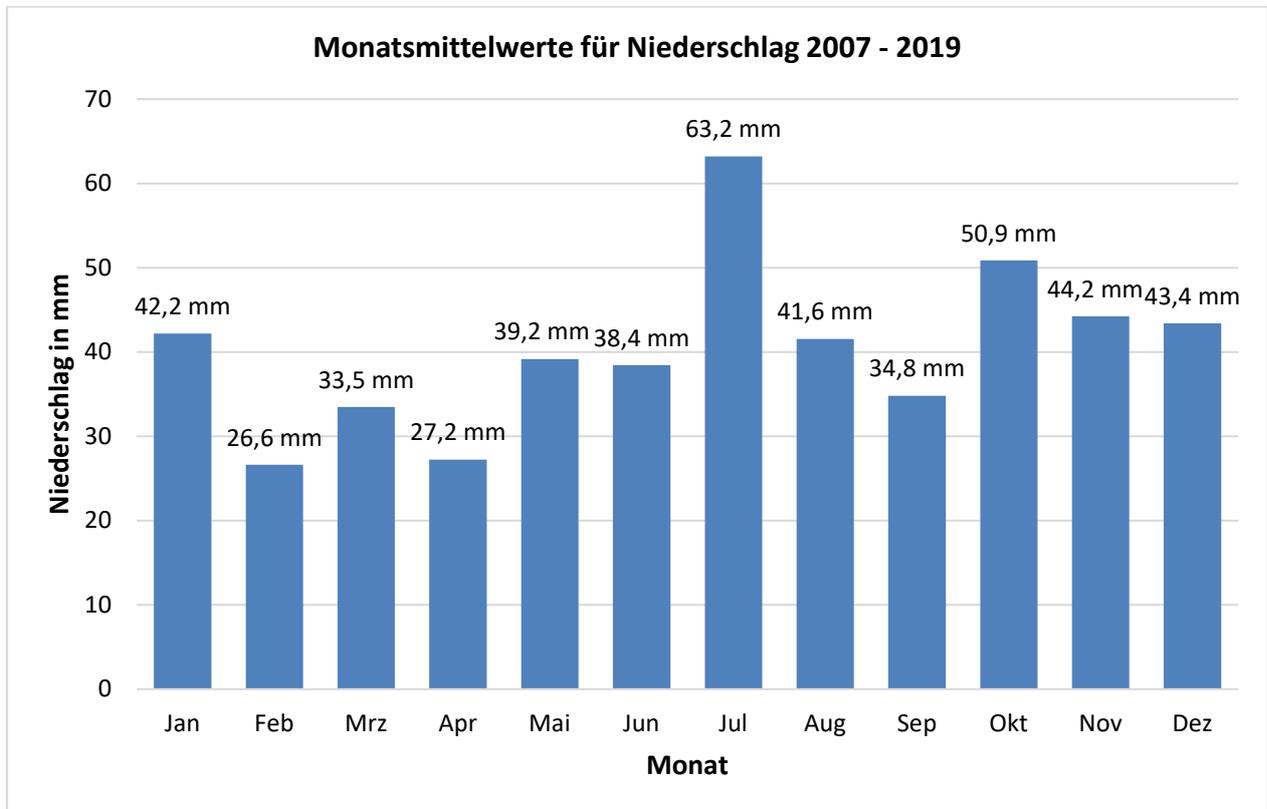


Abbildung 2.10: Monatsmittelwerte für Niederschlag am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019

Lufttemperaturen

Der Einfluss der Ostsee auf die Lufttemperatur ist deutlich ausgeprägt. Das Frühjahr setzt dadurch gegenüber dem Binnenland verzögert ein und ist rau und kalt. Der Ostsee-Einfluss macht sich sowohl im jährlichen als auch im täglichen Temperaturgefälle bemerkbar. Extreme Temperaturen werden abgeschwächt, ihr Eintritt gegenüber dem Binnenland wird zeitlich verzögert. Die folgende Abbildung stellt die monatlichen Mittelwerte für die Lufttemperaturen am Standort Lubmin/Rubenow im Zeitraum von 2007 bis 2019 dar. Die durchschnittliche Lufttemperatur beträgt am Standort 8,8 °C. Die niedrigste Tagesmitteltemperatur wurde im Zeitraum 2007 bis 2019 im Februar 2012 mit -14,8 °C gemessen, die höchste Tagesmitteltemperatur lag im Juli 2016 bei 27,6 °C.

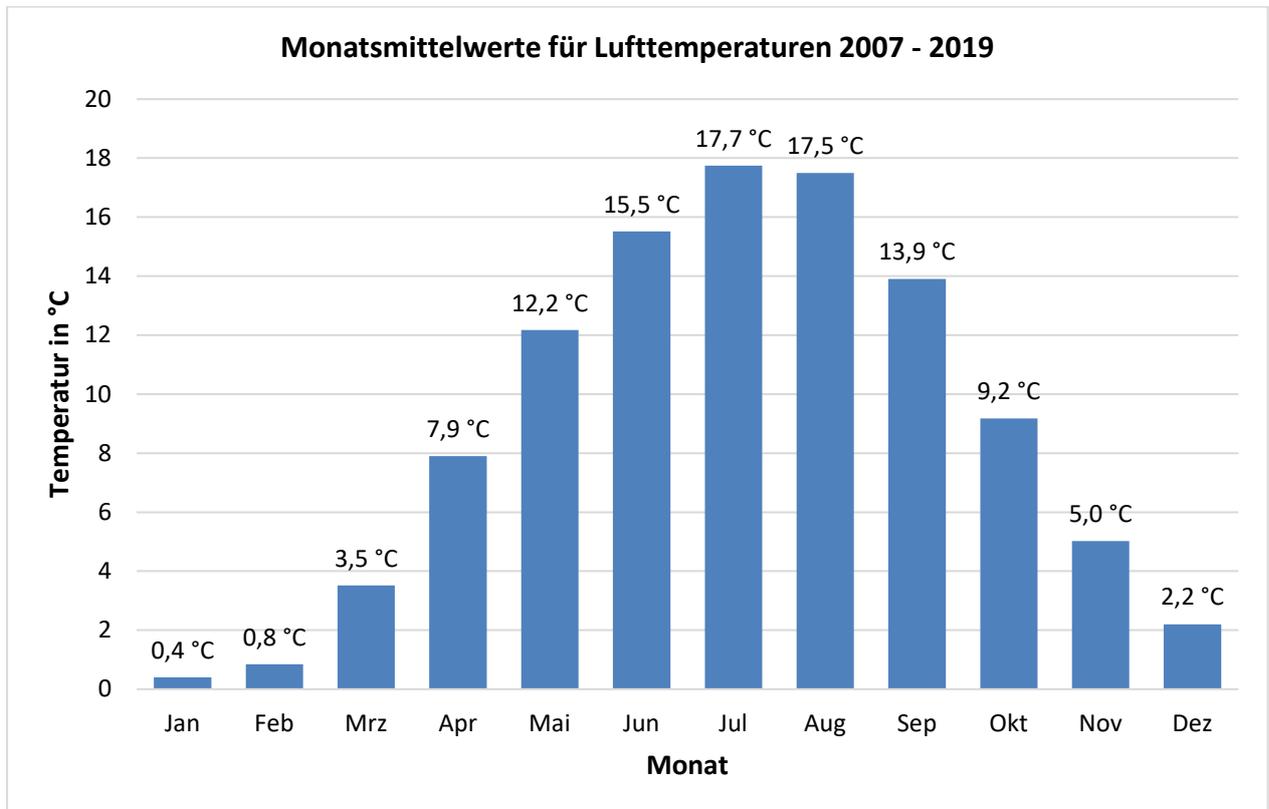


Abbildung 2.11: Monatsmittelwerte für Lufttemperaturen am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019

Inversionen

Eine Inversionswetterlage ist durch die Umkehr der natürlichen Temperaturschichtung gekennzeichnet. Die Lufttemperatur nimmt normalerweise mit der Höhe ab; bei der Inversion ist es umgekehrt. Dies ist hauptsächlich bei langanhaltenden Hochdrucklagen und extrem schwachen Winden in Verbindung mit Tallagen der Fall. Die für den Standort typischen, relativ häufigen Winde verhindern die Ausbildung mächtiger Inversionsschichtungen. An windstillen Tagen können Inversionen bis in Höhen von 1.200 m über dem Erdboden auftreten. Da für den Standort Lubmin/Rubenow keine Tallage vorliegt, ist eine Inversionswetterlage ein seltenes Ereignis.

2.8 Geologische Verhältnisse

Der Standort Lubmin/Rubenow liegt im Bereich des Norddeutschen Tieflandes, das im Zuge der jüngsten Bildungen der Weichsel-Kaltzeit und ihrer Rückzugsstadien gestaltet worden ist. Am Standort liegt kein einheitlicher geologischer Aufbau vor. Ablagerungen der End- und Grundmoränen sowie nacheiszeitliche marine Vorgänge prägen die Verhältnisse am Standort. Am Rand werden Bereiche von Beckensanden berührt. Am

Standort und seiner Umgebung handelt es sich um eine schwach wellige Grundmoräne mit mehr oder weniger deutlich ausgeprägten, aufgesetzten Endmoränen. Morphologisch tritt die von Südost nach Nordwest verlaufende, größtenteils moorige und anmoorige Talniederung der Ziese hervor.

Bei den im weiteren Umkreis vorkommenden Böden handelt es sich im küstennahen Bereich um Podsol/Braunerde-Podsol/Gley-Podsol aus sandigen Flussablagerungen. Im tieferen Unterboden oder Untergrund kommt es in der Regel zu Grundwassereinfluss. In tieferen Lagen befinden sich Grundwasserböden (z. B. Podsol-Gley, z. T. mit hartem Ortstein) und Niedermoorböden. Der Standort ist geprägt von Pararendzina/Regosol/Bänderparabraunerde im engräumigen Wechsel aus sandigen bis lehmigen Bindungen. Bei den Untergründen handelt es sich um flachgründige lehmige, lehmig-sandige und sandige Böden sowie sandig-kiesige Bildungen der Endmoränen und Zerschneidungsgebiete (BGR 2017 Bodenatlas /L-13/).

Am Standort Lubmin/Rubenow selbst kommen gemäß der Bodenübersichtskarte /L-14/ Sand-Regosol (Rancker)/Braunerde-Gley (Braungley), holozäne und spätglaziale Flug- und Dünensande, z. T. mit Grundwassereinfluss vor, die sich eben bis wellig und kuppig gestalten. Geologische Aufschlüsse, besondere Böden mit Archivfunktion und Bodendenkmale sind am Standort Lubmin/Rubenow nicht bekannt. Eine Übersicht zu den Böden am Standort Lubmin/Rubenow gemäß Bodenübersichtskarte (1:500.000) /L-14/ ist in folgender Abbildung dargestellt.

Die vorhandenen Baugrundverhältnisse sind in Verbindung mit einer Bohrpfahlgründung geeignet, die Standortsicherheit des Lagergebäudes zu gewährleisten.

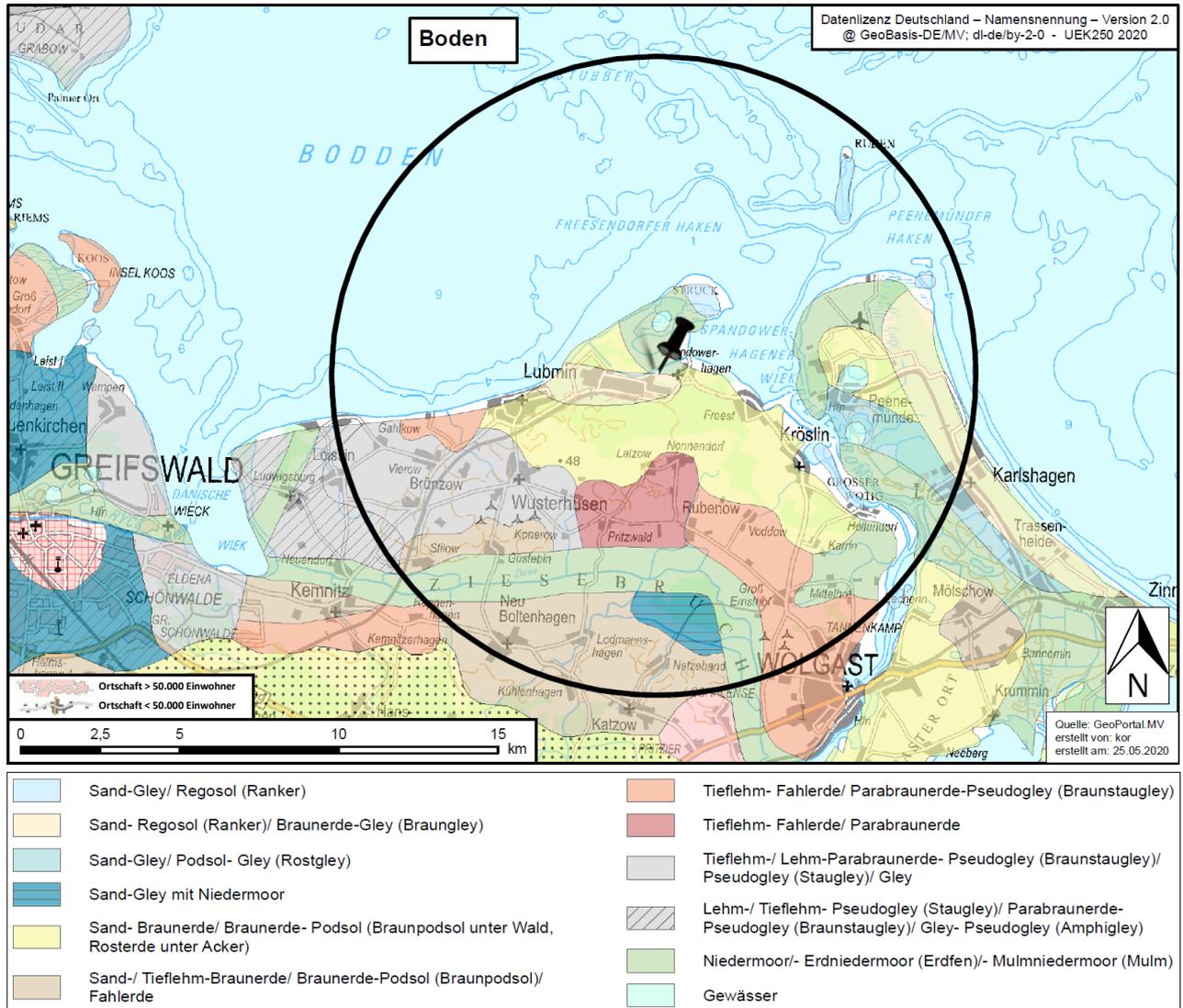


Abbildung 2.12: Böden im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubelow gemäß Bodenübersichtskarte (1:500.000) /L-14/

2.9 Seismologische Verhältnisse

Das Norddeutsche Tiefland, in dessen nordöstlichem Teil sich der Standort des zukünftigen ESTRAL befindet, weist eine geringe seismische Aktivität mit sehr geringer Erdbebengefährdung auf. Die überwiegende Mehrzahl der signifikanten Beben dieses Raumes ereignete sich in weit zurückliegenden Zeiten. Gebiete erhöhter Seismizität befinden sich nördlich des Standortes in Skandinavien bzw. südlich im sächsisch-thüringischen Raum. Erschütterungsauswirkungen bzw. makroseismische Wahrnehmungen der Beben, die im 200 km Umkreis stattgefunden haben, sind aus der näheren Standortumgebung nicht belegt.

In der DIN EN 1998-1/NA sind die Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland ausgewiesen. Demnach ist der Standort Lubmin/Rubenow gemäß DIN EN 1998-1/NA /L-15/ keiner Erdbebenzone zuzuordnen. Nach Industrienorm ist eine Auslegung des ESTRAL gegen Erdbeben somit nicht erforderlich. Dennoch ist nach kerntechnischem Regelwerk (KTA-Regel 2201.1 /L-16/) ein standortspezifisches Bemessungserdbeben anzunehmen. Für die Auslegung des Lagergebäudes werden folgende Kenngrößen angesetzt:

- Bemessungsintensität I_{bem} VI – VII
- Überschreitenswahrscheinlichkeit $\lambda_{(I=6)}$ $10^{-5} \leq \lambda_{(I=6)} \leq 10^{-6}$ (pro Jahr)
- horizontale resultierende Starrkörperbeschleunigung (m/s^2) 1,00

2.10 Radiologische Vorbelastung

Die radiologische Vorbelastung beschreibt die aus dem Betrieb anderer kerntechnischer Anlagen und sonstiger Einrichtungen (z. B. aus den Bereichen Medizin und Forschung) resultierende Exposition, die zur Exposition in der Umgebung des ESTRAL beiträgt. Die Betrachtung erfolgt dabei für einen Umkreis von 25 km vom Standort Lubmin/Rubenow. Als Beiträge für die radiologische Vorbelastung sind sowohl Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und mit Wasser als auch Direktstrahlung zu berücksichtigen. Die natürliche Exposition gehört nicht zur radiologischen Vorbelastung.

Entsprechend § 99 Abs. 1, 2 StrlSchV /L-5/ ist für die Gesamtheit der Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser, bei mehreren genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Tätigkeiten an einem Standort, ein Dosisgrenzwert von jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr (effektive Dosis) für Einzelpersonen der Bevölkerung an den ungünstigsten Einwirkungsstellen einzuhalten. Darüber hinaus ist gemäß § 80 Abs. 1 StrlSchG /L-2/ die Einhaltung von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung unter Berücksichtigung der summarischen Exposition aus Ableitungen (Luft- und Wasserpfad) gemäß § 99 StrlSchV /L-5/ und aus Direktstrahlung jederzeit zu gewährleisten. Dieser Grenzwert ist bei mehreren zu betrachtenden genehmigungs- oder anzeigebedürftigen Tätigkeiten insgesamt einzuhalten (§ 80 Abs. 4 StrlSchG /L-2/).

Im 25 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow befinden sich als sonstige Einrichtungen sowohl das Universitätsklinikum Greifswald als auch eine Experimentieranlage zur Erforschung der Kernfusionstechnik (Wendelstein 7-X), die in Greifswald vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik betrieben wird. Die aus diesen Einrichtungen resultierenden aktuellen bzw. geplanten Freisetzungen radioaktiver Stoffe führen nur zu geringen Expositionen und damit zu vernachlässigbaren Dosisbeiträgen in der Umgebung des ESTRAL. Die

nächstgelegene kerntechnische Anlage ist das ebenfalls zur EWN gehörende Kernkraftwerk Rheinsberg (KKR) in ca. 130 km Entfernung, das ebenfalls stillgelegt ist und zurzeit zurückgebaut wird.

Für die radiologische Vorbelastung werden im Hinblick auf mehrere zu betrachtende genehmigungs- oder anzeigebedürftige Tätigkeiten die am Standort Lubmin/Rubenow befindlichen kerntechnischen Anlagen (das stillgelegte KGR, die ZAW/ZDW und das ZLN) berücksichtigt. Darüber hinaus werden am Standort Lubmin/Rubenow auch die gegenwärtig im Bau bzw. in Planung befindlichen Anlagen ZLH und BBZ betrachtet, die für die Bearbeitung von radioaktiven Reststoffen und Abfällen vorgesehen sind. Die Ermittlung der Exposition aus dem ESTRAL selbst erfolgt im Kapitel 6.5.

Bei der Ermittlung der Exposition werden grundsätzlich die in den jeweiligen Genehmigungen festgelegten höchstzulässigen Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft und Wasser der am Standort Lubmin/Rubenow befindlichen kerntechnischen Anlagen zu Grunde gelegt. Hinsichtlich der Einhaltung der Grenzwerte werden jeweils die ungünstigsten Einwirkungsstellen für Einzelpersonen der Bevölkerung betrachtet. Für die ungünstigsten Einwirkungsstellen wurde jeweils Daueraufenthalt (8.760 Stunden im Kalenderjahr) angenommen, auch wenn diese sich auf benachbarte Betriebsgeländen befinden.

Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft

Eine radiologische Vorbelastung über den Luftpfad resultiert am Standort Lubmin/Rubenow aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Fortluft über Abluftanlagen und Kamine des KGR, der ZAW/ZDW und des ZLN. Darüber hinaus sind auch mögliche zukünftige Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft aus der ZLH (zurzeit im Bau) sowie aus dem BBZ (derzeit in Planung) zu berücksichtigen.

Unter Einbezug der Ausschöpfung der genehmigten bzw. beantragten Abgabewerte des KGR, der ZAW/ZDW mit der ZLH und des ZLN ergibt sich eine radiologische Vorbelastung über den Luftpfad von 0,143 mSv im Kalenderjahr. Für das in Planung befindliche BBZ wird eine radiologische Vorbelastung von weniger als 0,100 mSv im Kalenderjahr aus Ableitungen über den Luftpfad ermittelt.

Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Wasser

Eine radiologische Vorbelastung über den Wasserpfad am Standort Lubmin/Rubenow resultiert in geringen Mengen (auch hinsichtlich der abgegebenen Aktivität) aus Ableitungen radioaktiver Stoffe aus der ZAW/ZDW mit der ZLH und dem ZLN. Für das geplante BBZ werden keine Ableitungen radioaktiver Stoffe über den Wasserpfad beantragt.

Auf Basis der genehmigten Ableitungen über den Wasserpfad ergibt sich eine Exposition von weniger als 0,082 mSv im Kalenderjahr für die ZAW/ZDW und 0,040 mSv im Kalenderjahr für das ZLN.

Bei der Betrachtung des Wasserpfades sind zusätzlich auch mögliche Vorbelastungen durch Einleitungen weiterer Anlagen und Einrichtungen, wie Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser (z. B. durch Radionuklidausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin), berücksichtigt worden. Die daraus resultierenden Expositionen sind vernachlässigbar gering.

Exposition durch Direktstrahlung

Für den Standort Lubmin/Rubenow sind potenzielle Beiträge aus Direktstrahlung ausgehend vom KGR, dem ZLN, dem Gebäudekomplex ZAW/ZDW sowie der im Bau befindlichen ZLH und dem geplanten BBZ als Vorbelastung zu berücksichtigen.

Abdeckend ergibt sich auf Grundlage von kumulativen Abschirmberechnungen aus allen relevanten Anlagen für den Gesamtstandort eine maximale Exposition von weniger als 0,370 mSv im Kalenderjahr an der ungünstigsten Einwirkungsstelle. Die Ermittlung der Exposition an der ungünstigsten Einwirkungsstelle wurde dabei abdeckend durchgeführt, d. h. auch unter der Annahme, dass sich jeweils zeitgleich 74 Castor-Behälter in der Halle 8 des ZLN und im ESTRAL befinden. Für die ungünstigste Einwirkungsstelle wurde eine Aufenthaltsdauer von 8.760 Stunden im Kalenderjahr (Daueraufenthalt) angenommen.

Zusammenfassung der radiologischen Vorbelastung

Die radiologische Vorbelastung am Standort Lubmin/Rubenow aus Ableitungen mit der Luft und Wasser sowie Direktstrahlung ist in der Tabelle 2.2 zusammengefasst. Konservativ werden die verschiedenen Beiträge der einzelnen Emittenten summiert, obwohl die Orte der höchsten Exposition durch Ableitungen über den Luft- und Wasserpfad sowie die Aufenthaltsbereiche für die Direktstrahlung sich jeweils an verschiedenen Einwirkungsstellen befinden. Da bei realen Lebensgewohnheiten eine summarische Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung als extrem unwahrscheinlich anzusehen ist, ist die Summierung der Dosiswerte deshalb konservativ.

Tabelle 2.2: Zusammenfassung der radiologischen Vorbelastung am Standort Lubmin/Rubenow aus Ableitungen und Direktstrahlung

Anlage	Jährliche Exposition [mSv]		
	Ableitungen mit Luft	Ableitungen mit Wasser*	Direktstrahlung
KGR	0,143	keine Abgaben	< 0,370
ZAW/ZDW/ZLH		< 0,082	
ZLN		0,040	
BBZ	< 0,100	keine Abgaben	
Summe Pfad	< 0,243	< 0,122	< 0,370
Gesamtsumme	< 0,735		

* Die Expositionen aus Vorbelastungen durch Einleitungen weiterer Anlagen und Einrichtungen, wie Forschungseinrichtungen und Krankenhäuser (z. B. durch Radionuklid Ausscheidungen von Patienten der Nuklearmedizin) sind vernachlässigbar gering und daher nicht aufgeführt.

Die radiologische Vorbelastung bei Ableitungen über den Luftpfad beträgt für alle zu betrachtenden Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow weniger als 0,243 mSv im Kalenderjahr. Für Ableitungen über den Wasserpfad ergibt sich in der Summe eine radiologische Vorbelastung von weniger als 0,122 mSv im Kalenderjahr. Damit wird sichergestellt, dass die Einhaltung des Dosisgrenzwertes von jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung nach § 99 Abs. 1 StrlSchV /L-5/ aus Ableitungen über den Luft- und Wasserpfad am Standort Lubmin/Rubenow jederzeit gewährleistet ist. Bei der Direktstrahlung ergibt sich unter der kumulativen Berücksichtigung der Expositionen aus allen relevanten Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow eine radiologische Vorbelastung von weniger als 0,370 mSv im Kalenderjahr.

Insgesamt ergibt sich aus allen genehmigten, beantragten und geplanten Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow eine radiologische Vorbelastung von weniger als 0,735 mSv im Kalenderjahr über die Pfade Ableitung (Luft und Wasser) und Direktstrahlung. Die Einhaltung des Dosisgrenzwertes von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung gemäß § 80 Abs. 1 StrlSchG /L-2/ wird im Kapitel 6.5 für den Standort Lubmin/Rubenow unter Berücksichtigung des Beitrags des ESTRAL dargestellt.

Umgebungsüberwachung

Am Standort Lubmin/Rubenow und in seiner näheren Umgebung werden darüber hinaus durch Umgebungsüberwachungsprogramme entsprechend der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /L-17/ die Genehmigungswerte für Ableitungen überwacht und die Einhaltung der Grenzwerte für die Exposition überprüft. Dazu werden am Standort Lubmin/Rubenow bereits seit 1998 an festgelegten Orten Überwachungsmessungen der luft- und wassergetragenen radioaktiven Emissionen sowie

Messungen der Gamma- und Neutronenstrahlung durchgeführt und in festen Intervallen ausgewertet. Die Ergebnisse dieser Umgebungsüberwachung zeigen, dass die bisherigen Beträge der durch die Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow hervorgerufenen Expositionen im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlung liegen.

Die derzeitige Lage der Messpunkte für die Umgebungsüberwachung des EWN-Geländes (ZLN und KGR) sind für die Umgebung des ZLN und des Standortes des ESTRAL in der Abbildung 2.13 dargestellt. An den Messpunkten mit Messcontainern (Messcontainer 1 und 2) werden Gamma- und Neutronen-Ortsdosisleistungsmessungen sowie die Aerosolluftaktivität der Luft gemessen. An den Messpunkten für die Dosimeter (Dosimeter 1 bis 10) werden Messungen der Gamma- und Neutronen-Ortsdosis durchgeführt. Im Rahmen der Errichtung des ESTRAL werden die derzeitigen Messpunkte des EWN-Geländes an die neue Situation am Standort angepasst.

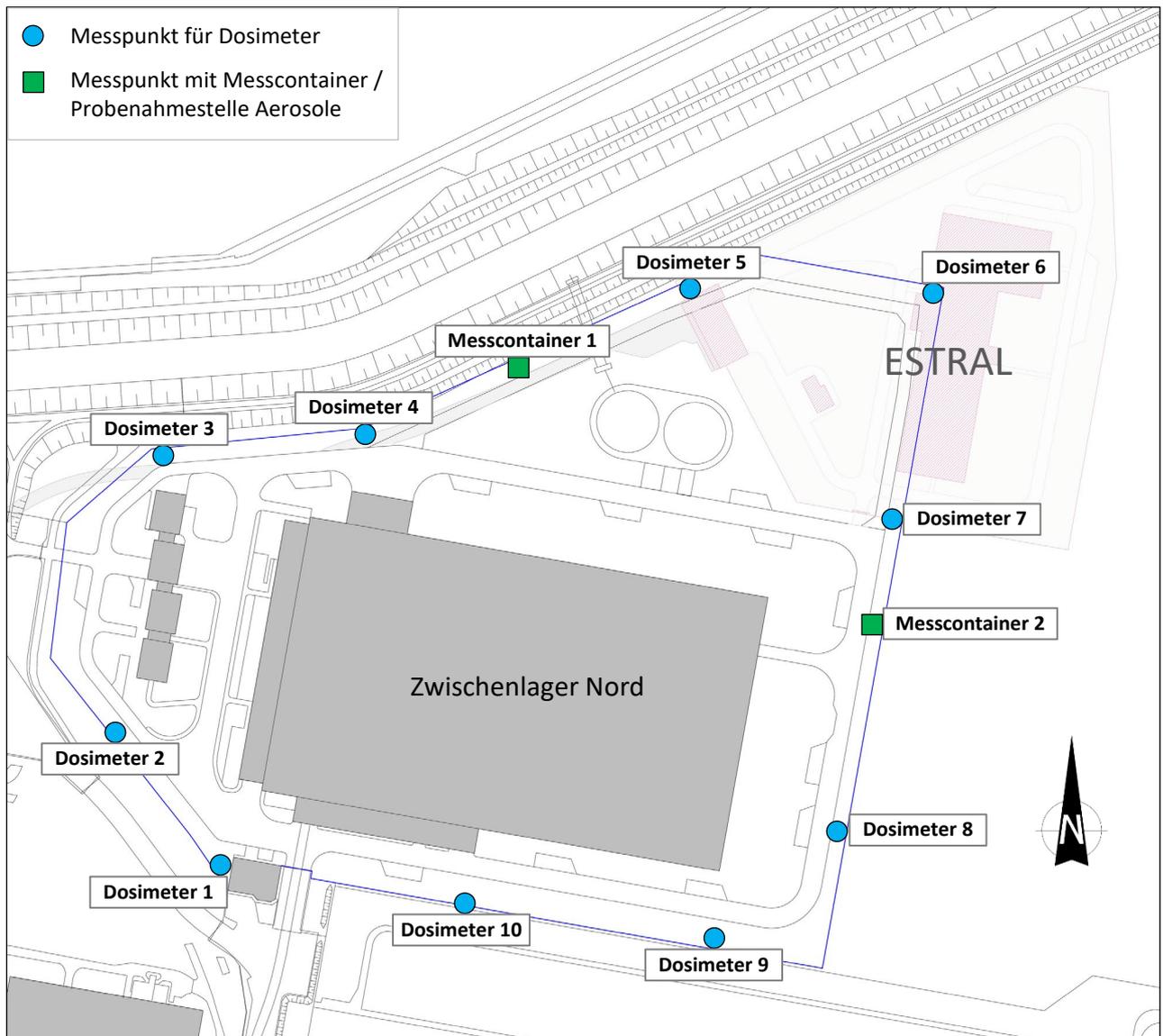


Abbildung 2.13: Derzeitige Lage der Messpunkte in der Umgebung des ZLN und des Standortes des ESTRAL zur Umgebungsüberwachung des EWN-Geländes

3 Beschreibung der Anlage

Das ESTRAL wird im östlichen Bereich des EWN-Geländes, nordöstlich vom ZLN, errichtet. Für das ESTRAL wird ein eigenes Betriebsgelände ausgewiesen, welches von einer Zaunanlage umschlossen und damit vor unberechtigtem Zutritt geschützt wird. Das Betriebsgelände des ESTRAL innerhalb der Zaunanlage wird als Überwachungsbereich entsprechend § 52 StrISchV /L-5/ eingerichtet und umfasst ca. 32.000 m².

Zum ESTRAL gehören:

- das Lagergebäude,
- ein Wachgebäude,
- ein Nebenanlagengebäude und
- die Außenanlagen einschließlich der Zaunanlage.

Zufahrt und Zutritt zum Betriebsgelände des ESTRAL erfolgen von Westen über das Wachgebäude. Somit wird ein kontrollierter Zu- und Ausgang von Personen, Fahrzeugen und Materialien gewährleistet. Das ESTRAL ist mit allen erforderlichen infrastrukturellen Einrichtungen ausgestattet. Vereinzelt werden die am Standort Lubmin/Rubenow vorhandenen Ver- und Entsorgungsmöglichkeiten genutzt.

Eine Übersicht über das Betriebsgelände des ESTRAL mit Darstellung der Gebäude und der Außenanlagen geben die Abbildung 3.1 (Lageplan) und Abbildung 3.2 (3D-Ansicht).

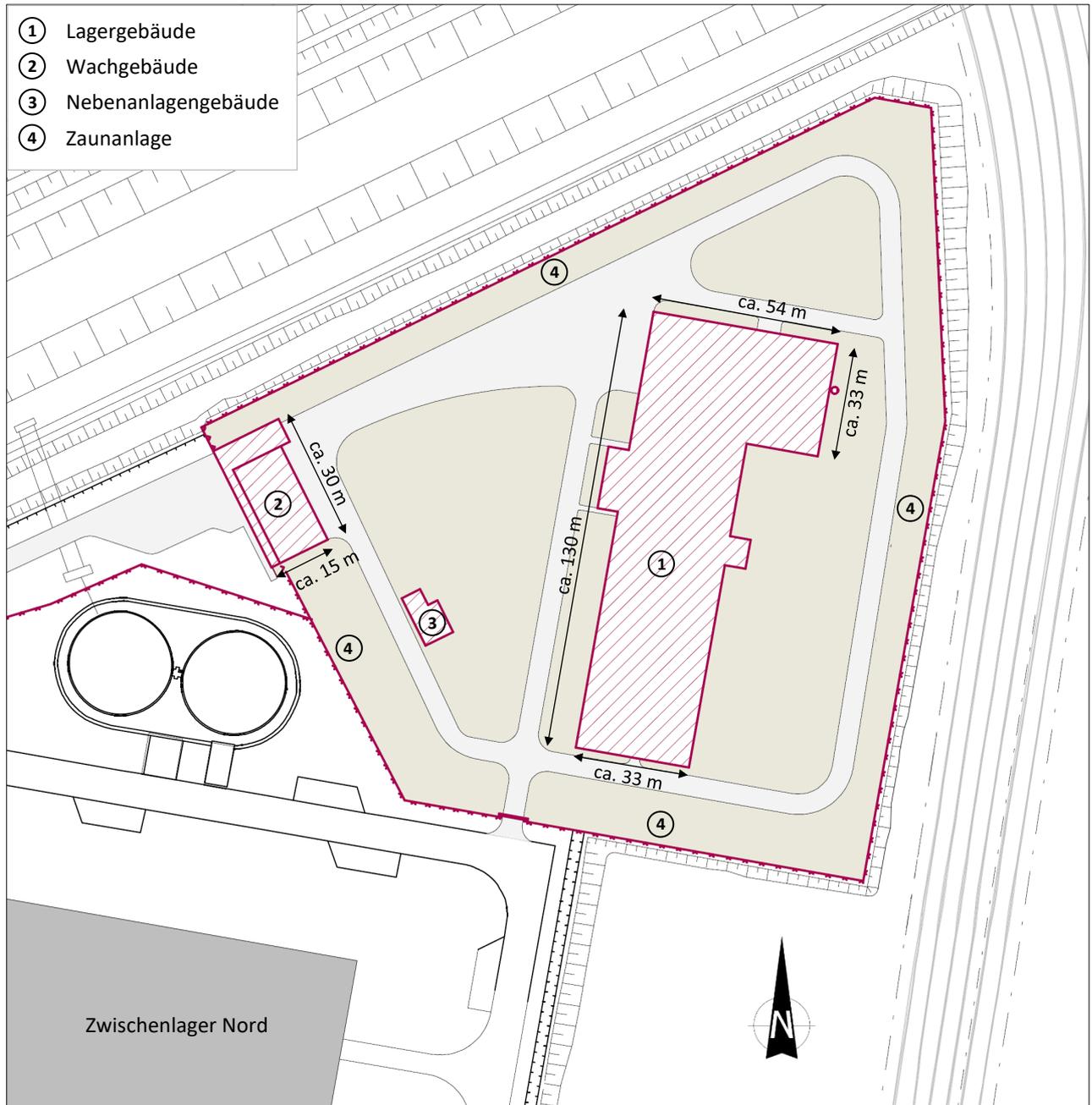


Abbildung 3.1: Lageplan des Betriebsgeländes ESTRAL mit Darstellung der Gebäude und der Außenanlagen



Abbildung 3.2: 3D-Ansicht des Betriebsgeländes ESTRAL mit Darstellung des Lagergebäudes und des Wachgebäudes

3.1 Bauliche Anlagen

3.1.1 Lagergebäude

Das Lagergebäude wird mit der Längsseite in Nord-Süd-Ausrichtung als monolithischer Stahlbetonbau mit 1,80 m dicken Außenwänden und 1,80 m dicker Decke errichtet. Die Herstellung der Betonkonstruktion erfolgt in Ortbetonbauweise. Die äußeren Abmessungen des Lagergebäudes betragen:

- Länge ca. 130 m
- Breite ca. 54 m (ohne Fluchtkoffer)
- Höhe ca. 24 m

Zum Lagergebäude gehört ein Kamin mit einer Höhe von ca. 30 m.

Das Lagergebäude gliedert sich in die folgenden Bereiche:

- Lagerbereich,
- Wartungsbereich mit Werkstatt,
- Transportkorridor,
- Verladebereich und
- Sozial- und Infrastrukturbereich mit sicherungstechnischen Einrichtungen.

In der folgenden Grundriss- und Schnittdarstellung (Abbildung 3.3 und Abbildung 3.4) wird der Aufbau des Lagergebäudes dargestellt. Die Abbildung 3.5 zeigt das Lagergebäude in einer 3D-Ansicht.

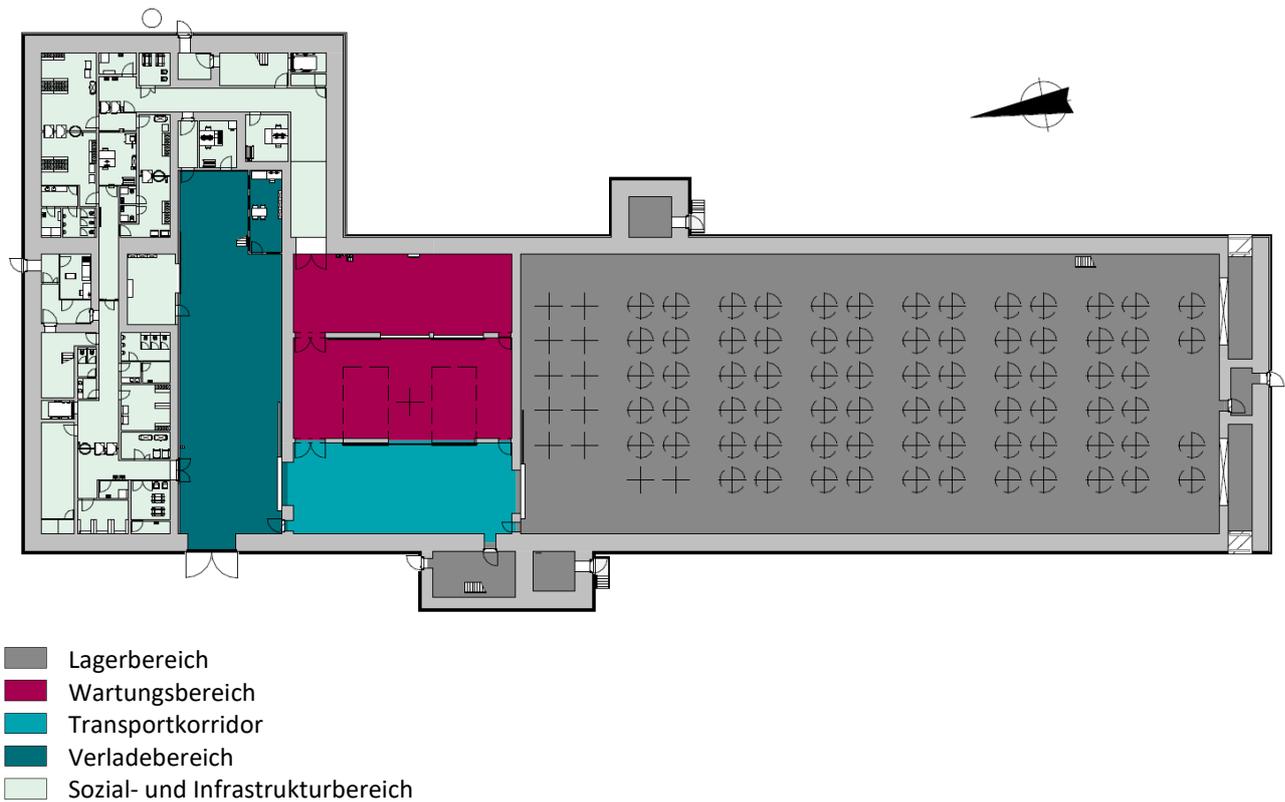


Abbildung 3.3: Grundriss für die 0,00 m-Ebene des Lagergebäudes

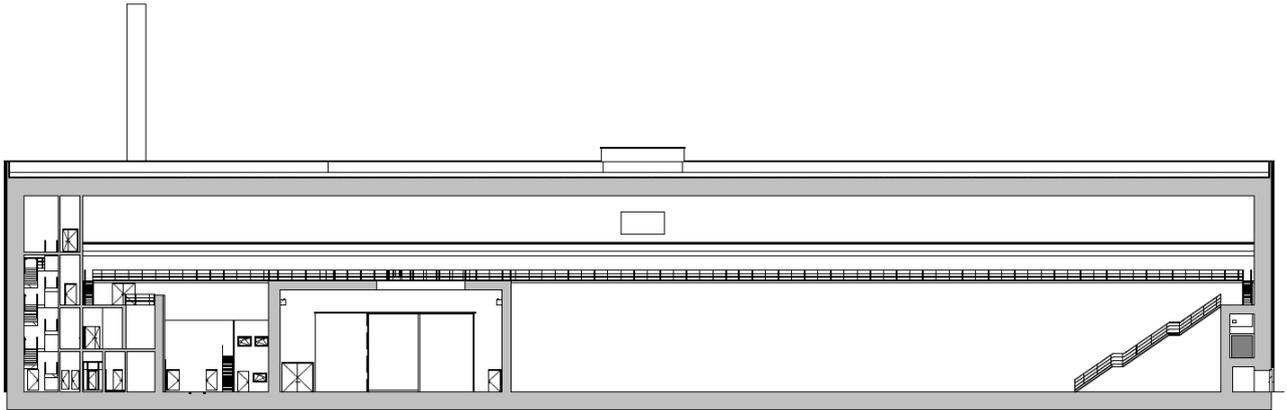


Abbildung 3.4: Längsschnitt des Lagergebäudes



Abbildung 3.5: 3D-Ansicht des Lagergebäudes

Lagerbereich

Im Lagerbereich werden die 74 Castor-Behälter sicher aufbewahrt. Der Lagerbereich hat eine Länge von ca. 73 m und eine Breite von ca. 30 m bei einer nutzbaren Lagerfläche von ca. 2.200 m². Der Lagerbereich umfasst 74 Stellplätze in 13 Reihen in Querrichtung zur Lagerlängsachse. Neben den 74 Stellplätzen für die 74 Castor-Behälter sind noch zwölf Ausweichplätze vorgesehen, auf die maximal zwölf der 74 Castor-Behälter temporär umgelagert werden können, wenn dies aus betrieblichen Gründen erforderlich werden sollte (z. B. für Wartungsarbeiten am Gebäude). Im oberen Bereich der Längswände befinden sich die Kranbahnschienen, auf denen der Lagerhallenkran verfährt. Jeder Behälterstellplatz kann direkt mit dem Lagerhallenkran erreicht werden.

Im unteren Bereich der südlichen Stirnwand des Lagerbereiches befinden sich auf beiden Seiten Zuluftöffnungen, über die die Zuluft in den Lagerbereich einströmt. Am gegenüberliegenden Ende des Lagerbereiches befinden sich seitlich, im oberen Bereich des Lagergebäudes zwei Abluftöffnungen, über die die erwärmte Luft nach dem Prinzip der Naturzuglüftung aus dem Lagerbereich abströmt. Das Prinzip der Wärmeabfuhr im Lagerbereich ist in Abbildung 6.1 schematisch dargestellt (siehe Kapitel 6.2).

Wartungsbereich mit Werkstatt

Der Wartungsbereich liegt zwischen dem Verlade- und Lagerbereich. Hier können Arbeiten an den Castor-Behältern, wie z. B. Reparaturen am Doppeldeckel-Dichtsystem oder Korrosionsschutzmaßnahmen, durchgeführt werden. In der Werkstatt werden die Komponenten für die Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten gelagert (z. B. mobile Abschirmwände, Fügedeckel, Kranprüfgewichte). Der Wartungsbereich ist mit dem Transportkorridor über ein Winkeltor verbunden. Die Abluft des Wartungsbereiches wird gefiltert über den Kamin an die Außenatmosphäre abgeleitet.

Transportkorridor

Der Transportkorridor verbindet den Verladebereich mit dem Lagerbereich. Diese Bereiche sind durch Schiebetore getrennt, jedoch oberhalb der Schiebetore raumtechnisch offen und damit Lüftungstechnisch nicht voneinander getrennt. Die Castor-Behälter werden mit dem Lagerhallenkran vom Verladebereich durch den Transportkorridor in den Lager- oder Wartungsbereich gebracht.

Verladebereich

Im Verladebereich erfolgt die Annahme und Abgabe der Castor-Behälter. Hier werden die Castor-Behälter mit dem Lagerhallenkran vom Schwerlastplattformwagen abgeladen und von dort vorzugsweise direkt in den

Lagerbereich gebracht oder, wenn ggf. noch Arbeiten an den Castor-Behältern erforderlich sein sollten, in den Wartungsbereich gestellt. Der Verladebereich ist sowohl nach außen als auch zum Transportkorridor mit schweren Toren abgetrennt. Der Verladebereich kann mit Schwerlastfahrzeugen befahren werden und wird für einen Gleisanschluss für einen zukünftigen Abtransport der Castor-Behälter vorbereitet. Die Zufahrt zum Betriebsgelände erfolgt auf der Westseite des Lagergebäudes.

Sozial- und Infrastrukturbereich

Im Sozial- und Infrastrukturbereich sind die Elektro- und Leittechnik, die Lüftungsanlagen, die Strahlenschutzlabore und sicherungstechnische Einrichtungen sowie Umkleide- und Sanitärräume und Personenschleusen untergebracht. Zusätzlich gibt es verschiedene Lagerräume für Material und Werkzeuge. Der Personenzugang zum Sozial- und Infrastrukturbereich erfolgt über den Eingangsbereich des Lagergebäudes im Norden.

3.1.2 Wachgebäude

Im Wachgebäude werden vom Personal des Objektsicherungsdienstes (Wachpersonal) die Aufgaben der Anlagensicherung und der Zutrittskontrolle wahrgenommen. Hier wird der Ein- und Ausgang von Personen sowie die Zufahrt von Materialtransporten kontrolliert und bei Vorliegen entsprechender Voraussetzungen gestattet. Das Wachgebäude ist ständig besetzt.

Das Wachgebäude befindet sich westlich in ca. 76 m Entfernung vom Lagergebäude an der öffentlichen Zufahrtsstraße des ESTRAL unmittelbar an der Zaunanlage. Es steht in direktem baulichem Zusammenhang mit der Zaunanlage und der Schleuse für Materialtransporte. Das Wachgebäude wird als zweigeschossiges Gebäude in Massivbauweise errichtet. Die äußeren Abmessungen des Wachgebäudes betragen:

- Länge ca. 30 m
- Breite ca. 15 m
- Höhe ca. 11 m

3.1.3 Nebenanlagengebäude

Im Nebenanlagengebäude befindet sich die elektrische Versorgungsstation für das Lager- und das Wachgebäude. Darin sind zwei Mittelspannungstransformatoren, die Netzersatzanlage und die Niederspannungsabgänge untergebracht. Durch die Transformatoren wird die elektrische Energie des Mittelspannungsnetzes auf die benötigte Niederspannung transformiert und über die Niederspannungsabgänge in die jeweiligen Gebäude verteilt. Die Netzersatzanlage, bestehend aus einem Dieselgenerator sowie einem Dieseltank, dient

als Absicherung der Stromversorgung im Falle eines Netzausfalles. Außerdem werden im Nebenanlagengebäude die Maschinen für die Pflege der Außenanlagen gelagert.

Das Nebenanlagengebäude wird in Massivbauweise hergestellt und befindet sich westlich in ca. 58 m Entfernung vom Lagergebäude. Die Abmessungen des Nebenanlagengebäudes betragen:

- Länge ca. 16 m
- Breite ca. 9 m
- Höhe ca. 4 m

3.1.4 Außenanlagen

Im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes werden diverse Außenanlagen errichtet. Dazu gehören:

Zaunanlage

Das Betriebsgelände wird durch die Zaunanlage von öffentlichen Flächen oder anderen angrenzenden Anlagen und Grundstücken abgetrennt.

Zufahrt / Personenzugang

Westlich vom Lagergebäude befinden sich im direkten baulichen Zusammenhang mit der Zaunanlage und dem Wachgebäude die Zufahrt und der Personenzugang für das Betriebsgelände des ESTRAL. Die Zu- und Ausfahrt für Materialtransporte erfolgt über eine Fahrzeugschleuse. Der Personenzu- und -ausgang erfolgt über das Wachgebäude selbst.

Zusätzlich ist ein Zufahrtstor an der südlichen Seite der Zaunanlage für Einsätze und Notfälle vorhanden. Dieses ist verschlossen und wird im Bedarfsfall geöffnet. Das südliche Tor wird auch für die Umlagerung der Castor-Behälter vom ZLN in das ESTRAL verwendet (siehe auch Kapitel 5.2.1.1.)

Verkehrsflächen und -wege

Im Außenbereich des Betriebsgeländes befinden sich Verkehrsflächen und -wege, welche mit Schwerlastfahrzeugen befahren werden können.

Messcontainer

Für die Umgebungsüberwachung werden auf der Innenseite der Zaunanlage Messcontainer aufgestellt. In den Containern sind mehrere Komponenten zur radiologischen Überwachung integriert (Gamma- und Neutronen-Ortsdosisleistungsmessung, Aerosolmessung).

Überflurhydranten

Im Außenbereich befinden sich Überflurhydranten für die Feuerlöschwasserversorgung. Der Anschluss des Feuerlöschwassers erfolgt an das EWN-Netz.

3.2 Technische Anlagen

3.2.1 Maschinentechnik

Türen und Tore

Türen und Tore im ESTRAL besitzen je nach Erfordernis eine Abschirmfunktion, eine Brandschutzfunktion und erfüllen die Anforderungen der Sicherungsfunktion. Die Türen und Tore im ESTRAL werden abhängig von ihrem Einbauort und ihrem Verwendungszweck entsprechend den gültigen Gesetzen, Ordnungen, Normen und Richtlinien ausgeführt.

In der westlichen Außenwand des Verladebereiches des Lagergebäudes wird ein schweres, zweiflügeliges Außentor eingebaut. Über das Außentor kommen die Castor-Behälter in den Verladebereich des Lagergebäudes. Das Außentor gewährleistet die Lüftungstechnische Trennung zwischen Kontrollbereichsatmosphäre und Umgebungsluft. Aus radiologischen Gründen wird das Außentor mit einer ausreichenden Abschirmwirkung versehen.

Im Lagergebäude werden zwei einflügelige, motorisch angetriebene Schiebetore installiert, welche die Öffnungen zwischen dem Verladebereich und dem Transportkorridor bzw. zwischen dem Transportkorridor und dem Lagerbereich verschließen. Über die geöffneten Schiebetore werden die Castor-Behälter mit dem Lagerhallenkrane vom Verladebereich über den Transportkorridor in den Lagerbereich gebracht. Das Schiebetor zum Lagerbereich wird aus radiologischen Gründen entsprechend der notwendigen Abschirmwirkung ausgelegt.

Der Wartungsbereich wird vom Transportkorridor durch ein elektrisch verfahrbares Winkeltor getrennt. Das Winkeltor verfährt auf einer unteren und oberen Fahrschiene und besteht aus einem waagerechten und einem senkrechten Torblatt, die miteinander verbunden sind. Über das Winkeltor gelangt der Castor-Behälter für die Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten in den Wartungsbereich.

Krananlagen

Der Lagerhallenkran, der zwischen dem Verladebereich und dem Lagerbereich verfährt, ist ein Zweiträger-Brückenkran mit einer Nennlast von 1.600 kN und einem Hilfshub von 200 kN. Mit Hilfe des Lagerhallenkran werden die verschiedenen Castor-Behälter vom Verladebereich zum jeweiligen Stellplatz im Lagerbereich transportiert. Zudem kann mit dem Lagerhallenkran ein Castor-Behälter für Instandhaltungsarbeiten in den Wartungsbereich gebracht werden. Der Haupthub des Lagerhallenkran ist gemäß KTA 3902, Abschnitt 4.3 (Krane, Winden, Laufkatzen und Lastaufnahmeeinrichtungen mit erhöhten Anforderungen) /L-18/ und nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere den geltenden Unfallverhütungsvorschriften ausgelegt. Der Hilfshub ist als Einschienenlaufkatze entsprechend KTA 3902, Abschnitte 3.0 (Allgemeine Bestimmungen) /L-18/ ausgelegt und seitlich am Brückenträger positioniert.

Ein Einträger-Brückenkran wird jeweils im Wartungsbereich und in der Werkstatt mit einer Nennlast von 125 kN sowie in der Werkstatt am Verladebereich mit einer Nennlast von 32 kN installiert. Mittels der Krananlagen werden die im Rahmen von Instandhaltungsarbeiten zu handhabenden Behälterbauteile (z. B. Schutzplatte, Sekundärdeckel) transportiert. Die Auslegung der Krananlagen erfolgt gemäß KTA 3902, Abschnitt 3.0 /L-18/ und nach den anerkannten Regeln der Technik, insbesondere den geltenden Unfallverhütungsvorschriften.

Arbeitsbühne

Im Wartungsbereich ist eine mehrteilige Arbeitsbühne vorgesehen, von der aus Instandhaltungsarbeiten am Castor-Behälter ausgeführt werden können. Die Arbeitsbühne kann an den Durchmesser und die Höhe des jeweiligen Castor-Behälters angepasst werden.

3.2.2 Elektrotechnik

Normalstromversorgung

Die Versorgung des ESTRAL mit elektrischer Energie erfolgt über eine vorhandene 6-kV-Einspeiseleitung aus dem EWN-Netz. Die elektrische Versorgungsstation für das Lager- und Wachgebäude ist im Nebenanlagengebäude untergebracht.

Die Betriebseinrichtungen werden mit einer Spannung von 400 V / 230 V betrieben. Hierfür stehen Verteilrichtungen zur Verfügung.

Ersatzstromversorgung

Beim Ausfall der Normalstromversorgung im ESTRAL steht eine stationäre Eigenversorgungsanlage mit Tankanlage (Netzersatzanlage) zur Verfügung. Für die Versorgung der ersatznetzberechtigten Verbraucher ist ein Diesellaggregat vorhanden, das innerhalb des Nebenanlagengebäudes untergebracht ist. Das Aggregat dient der Aufrechterhaltung eines Ersatznetzbetriebes bei Netzausfall für mindestens 72 Stunden. Die ersatznetzberechtigten Verbraucher im ESTRAL sind die folgenden wesentlichen Anlagen:

- Einrichtungen der Kommunikationstechnik,
- Einrichtungen der Prozessleittechnik,
- Teile der Lüftungsanlagen,
- Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung,
- Anlagensicherung,
- Brandmeldeanlagen und Brandschutztechnik und
- Einrichtungen der Strahlenschutzüberwachung.

Unterbrechungsfreie Stromversorgung

Die unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) besteht aus mehreren getrennten Systemen, ist batteriegestützt und befindet sich im Lagergebäude. Zwei USV dienen jeweils zur elektrischen Versorgung der Komponenten der Anlagensicherung und der Brandmeldeanlage. Für das Behälterüberwachungssystem (BÜS) ist eine USV mit einer Überbrückungszeit von 16 h vorgesehen. Eine weitere USV dient zur elektrischen Versorgung der Komponenten der Leit- und Kommunikationstechnik sowie der Strahlungsüberwachung. Die Sicherheitsbeleuchtung ist mit einer eigenen USV ausgestattet. Alle USV sind für eine Überbrückungszeit von einer Stunde ausgelegt. Die Batterien werden über die betriebliche Spannungsversorgung aufgeladen. Bei Ausfall

der betrieblichen Spannungsversorgung können die Batterien über die Netzersatzanlage (NEA) aufgeladen werden.

Beleuchtung

Neben der Betriebsbeleuchtung innerhalb des Lagergebäudes ist entlang der Rettungswege eine Sicherheits-/Fluchtwegbeleuchtung ausgeführt. So ist ein sicheres Verlassen des Lagergebäudes beim Ausfall der Normalstromversorgung immer möglich.

Im Außenbereich des ESTRAL erfolgen bei Dunkelheit eine ausreichende Beleuchtung der Ringstraße einschließlich der Schleusen und Zufahrten sowie eine Zusatzbeleuchtung an den Außentüren und an den Außentoren. Die Zaunanlage, die Flächen im Außenbereich innerhalb der Zaunanlage sowie die Außenwände (Fassaden) der Gebäude werden nicht an- bzw. ausgestrahlt, sondern nur im Bedarfsfall vollständig ausgeleuchtet.

Erdungs- und Blitzschutzanlage

Der gesamte äußere und innere Blitzschutz ist nach dem Blitzschutzonenprinzip aufgebaut. Der Außenbereich des ESTRAL sowie die Gebäude sind in verschiedene Blitzschutzonen aufgeteilt und entsprechend den Zonen individuell in das Schutzkonzept eingebunden.

Als Erdungs- und Blitzschutzanlage wird eine Fundamenterdung der Gebäude in Verbindung mit einem Ring- und Maschenerdensystem verwendet. Die Blitzschutzanlage ist in Form einer auf dem Dach installierten Fangeinrichtung (Fanggitter) aufgebaut. Die seitlich am Gebäude geführten Ableiter werden über Erdungsleitungen mit dem Fundament- und Ringerdensystem verbunden. Die Ausführung der elektrischen Blitzschutzanlagen erfolgt in Anlehnung an die KTA-Regel 2206 /L-19/.

Als Kernstück des inneren Blitzschutzes ist der Potentialausgleich anzusehen. Aus diesem Grund werden alle metallischen Installationen und Komponenten innerhalb des ESTRAL über den Potentialausgleich mit der Erdungsanlage verbunden. Dazu gehören:

- Krananlagen,
 - Lüftungsanlagen,
 - Tore und Türen,
 - Geländer und Gerüste,
 - Rohrleitungen (Wasser, Abwasser),
-

- Kabeltrassen, Kabeltragekonstruktionen,
- Schaltschränke, Installationskästen und
- Hilfskonstruktionen.

Zusätzlich werden an den Übergangsbereichen der Blitzschutzzone (z. B. Gebäudeeintritt) Überspannungsschutzorgane eingebaut, die ein Verschleppen von Überspannungen in geschützte Bereiche verhindern.

Darüber hinaus erfolgt ein Potentialausgleich der Bestandsgebäude auf dem EWN-Betriebsgelände mit dem ESTRAL.

Photovoltaik-Anlage

Zur Einhaltung des Gebäudeenergiegesetzes /L-20/ ist eine Photovoltaik-Anlage vorgesehen. Diese wird entweder auf dem Dach des Lagergebäudes oder des Nebenanlagengebäudes installiert.

3.2.3 Leittechnik

Übergeordnete Leittechnik

Das System der übergeordneten Leittechnik hat die Aufgabe, wichtige Betriebs- und Störmeldesignale von Systemen und Komponenten des ESTRAL anzuzeigen und zu dokumentieren. Das übergeordnete Leittechniksystem bietet dem zuständigen Personal Informationsmöglichkeiten zur

- Erfassung von Betriebszuständen und Meldungen,
- Umsetzung und Einbindung der Betriebs- und Anlagensignale in grafischen Oberflächen und
- Bereitstellung der Datenkommunikation zwischen den Peripherien.

Mit Hilfe der übergeordneten Leittechnik werden innerhalb kürzester Zeit Fehler erkannt, so dass vom zuständigen Personal entsprechende Maßnahmen eingeleitet werden können.

Kommunikationsanlagen

Das ESTRAL ist mit mehreren, unabhängig voneinander funktionierenden Kommunikationssystemen ausgestattet. Eine zentrale Bedeutung nimmt dabei die Telefon- und Lautsprecheranlage ein. Die Kommunikationsanlagen dienen der Sicherstellung des innerbetrieblichen sowie externen Informationsflusses.

Brandmeldeanlage

Im ESTRAL wird eine eigenständige Brandmeldeanlage (BMA) installiert. Die BMA detektiert einen Brand bereits im Entstehungsstadium und meldet diesen sowohl an die sicherungstechnischen Einrichtungen des ESTRAL als auch an die Werkfeuerwehr der EWN. Die Brandmeldeanlage ist mit einer eigenen, systeminternen USV ausgerüstet.

Behälterüberwachungssystem

Mit Hilfe des Behälterüberwachungssystems werden die im ESTRAL einzulagernden Castor-Behälter kontinuierlich auf Dichtheit überwacht (siehe auch Kapitel 4). Das Behälterüberwachungssystem ist mit einer eigenen, systeminternen USV ausgerüstet.

Strahlungsüberwachung

Die Einrichtungen zur Strahlungsüberwachung wie Personenüberwachung, Raum- und Arbeitsplatzüberwachung sowie Emissions- und Immissionsüberwachung werden im Kapitel 5.4.2 dargestellt.

3.2.4 Lüftungstechnik

Die einzelnen Bereiche des Lagergebäudes werden unterschiedlich belüftet. Der Sozial- und Infrastrukturbereich und der Wartungsbereich mit Werkstatt werden über Lüftungsanlagen zwangsbelüftet. Die Lüftungsanlagen temperieren die Räume und stellen den erforderlichen Luftwechsel sicher, um die Wärmelasten in den Technik- und Schaltanlagenräumen abzuführen. Die Frischluft wird von außen über Filter und Schalldämpfer angesaugt und entsprechend aufbereitet den einzelnen Räumen zugeführt. Dabei wird eine klare räumliche Trennung zwischen konventioneller und nuklearer Lüftung im Lagergebäude gewährleistet. Der Lagerbereich, der Verladebereich und der Transportkorridor werden passiv über Naturkonvektion belüftet.

Die Funktionen der Lüftung werden im Folgenden beschrieben:

Konventionelle Lüftung

Raubereiche, in denen Kontaminationen mit radioaktiven Stoffen ausgeschlossen sind, werden mit einer konventionellen Lüftungsanlage versorgt. Dies sind unter anderem die Räume der Elektro- und Leittechnik sowie der Zuluftanlagen und die Umkleide- und Sanitäräume.

Nukleare Lüftung

Raumbereiche, in denen Kontaminationen mit radioaktiven Stoffen nicht ausgeschlossen sind, werden an eine nukleare Lüftungsanlage angeschlossen. Dies sind der Wartungsbereich inkl. Werkstatt und die dem Wartungsbereich funktional zugehörigen Räume (vgl. Kontrollbereich 2 im Kapitel 5.4.1 in Abbildung 5.1). Die nukleare Lüftungsanlage gewährleistet eine Unterdruckstaffelung und die Sicherstellung einer nach innen gerichteten Luftströmung und damit die Absaugung der luftgetragenen Kontamination. Über eine Abluftanlage wird die Abluft aus den Räumen abgeführt und über den Kamin an die Umgebungsatmosphäre kontrolliert, d. h. mit Hilfe von Messungen auf Einhaltung der beantragten Abgabewerte, abgegeben. Dabei wird die Rückhaltung von Aerosolen in Filterstufen sichergestellt.

Naturzug

Die Wärmeabfuhr im gesamten Lagerbereich erfolgt passiv, d. h. ohne Lüftungsanlage, durch Naturkonvektion an die Umgebungsluft. Die durch Zuluftöffnungen einströmende Außenluft kühlt dabei die Behälteroberfläche und strömt angewärmt durch Abluftöffnungen im oberen Bereich des Lagergebäudes nach dem Prinzip der Naturzuglüftung wieder aus (siehe Kapitel 6.2). Sowohl im Bereich der Zuluft- als auch der Abluftöffnungen sind jeweils Wetterschutz- und Objektschutzgitter vorgesehen. Zur Vermeidung von Kondensatbildung (Taupunktunterschreitung) an den Innenseiten der massiven Betonstrukturen des Gebäudes kann im Bedarfsfall eine Zuluft-Entfeuchtungsanlage zugeschaltet werden. Der Lagerbereich ist lüftungstechnisch nicht von dem Transportkorridor und dem Verladebereich getrennt, so dass ein Luftaustausch zwischen diesen Bereichen oberhalb der Schiebetore stattfindet.

3.3 Anlagensicherung

Das Sicherungskonzept und die daraus folgenden Sicherungsmaßnahmen zum Schutz des ESTRAL und der Lagerbehälter unterliegen der Geheimhaltung. Sie sind nicht Bestandteil dieses Sicherheitsberichtes, sondern werden in einem gesonderten Bericht zur Anlagensicherung des ESTRAL beschrieben (Verschlusssache).

Der erforderliche Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter (SEWD) wird durch bauliche, technische sowie organisatorische und personelle Sicherungsmaßnahmen gewährleistet. Die Sicherungsmaßnahmen stellen für die unterstellte Bedrohung die Einhaltung der folgenden SEWD-Schutzziele sicher:

- Eine Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge erheblicher Direktstrahlung oder infolge der Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe aus Kernbrennstoffen vor Ort muss verhindert werden können („Freisetzung“);
- Eine einmalige oder wiederholte Entwendung von Kernbrennstoff in Mengen, mit denen ohne Wiederaufarbeitung und Anreicherung die Möglichkeit der unmittelbaren Herstellung einer kritischen Anordnung gegeben ist, muss verhindert werden können („Entwendung“);
- Eine einmalige oder wiederholte Entwendung von Kernbrennstoff in Mengen, mit denen eine Gefährdung von Leben und Gesundheit infolge erheblicher Direktstrahlung oder Freisetzung einer erheblichen Menge radioaktiver Stoffe aus Kernbrennstoffen an einem anderen Ort möglich ist, muss verhindert werden können („Freisetzung nach Entwendung“).

3.4 Brandschutz

3.4.1 Brandschutzkonzept

Für das ESTRAL wird gemäß den ESK-Leitlinien /L-6/ in sinngemäßer Anwendung der KTA 2101.1 /L-21/ ein Brandschutzkonzept erstellt. Das Brandschutzkonzept stellt die Summe von aufeinander abgestimmten Brandschutzmaßnahmen dar, um einen zu erwartenden Brandschaden zu verhindern bzw. auf ein verantwortbares Maß zu reduzieren. Dabei basiert das Konzept auf einer Kombination von Maßnahmen von vorbeugendem und abwehrendem Brandschutz.

3.4.2 Vorbeugende Brandschutzmaßnahmen

Die Maßnahmen zum vorbeugenden Brandschutz umfassen alle baulichen, technischen und organisatorischen Maßnahmen, welche die Entstehung und die Ausbreitung von Bränden im ESTRAL sowie deren Auswirkungen verhindern oder begrenzen.

Die wesentlichen Maßnahmen des vorbeugenden baulichen Brandschutzes sind:

- Minimierung der Brandlasten durch Verwendung nichtbrennbarer Baustoffe gemäß DIN-Normen,
 - Einrichten von Flucht- und Rettungswegen und
 - Bildung von Brandbekämpfungsabschnitten zur räumlichen Eingrenzung einer Brandausbreitung.
-

Die wesentlichen Maßnahmen des vorbeugenden anlagentechnischen Brandschutzes zur frühzeitigen Lokalisierung einer Brandentstehung sind:

- die Installation von Brandmeldern und
- die Einrichtung einer Brandmeldeanlage.

Die wesentlichen Maßnahmen des vorbeugenden organisatorischen Brandschutzes sind:

- Personelle Organisation des Brandschutzes und
- Maßnahmen zur Verhütung von Bränden durch Begrenzung von Brandlasten.

3.4.3 Abwehrende Brandschutzmaßnahmen

Die Maßnahmen zum abwehrenden Brandschutz für das ESTRAL basieren im Wesentlichen auf dem Einsatz der Werkfeuerwehr der EWN, bei welcher im Brandfall über die Brandmeldeanlage alle Brandmeldungen auflaufen. Darüber hinaus stehen weitere externe Hilfsstellen unter Verwendung der vorhandenen Brandbekämpfungseinrichtungen zur Verfügung. Hierfür sind für das ESTRAL im Wesentlichen folgende Maßnahmen realisiert:

- Vorhalten von Flächen für die Feuerwehr,
- Einrichtung einer Feuerlöschwasserversorgung (Überflurhydranten),
- Realisierung der Löschwasserrückhaltung im Gebäude durch bauliche Maßnahmen und
- Vorhalten mobiler Feuerlöschschrüstungen mit unterschiedlichen Löschmitteln.

3.5 Ver- und Entsorgung

3.5.1 Frischwasserversorgung

Das ESTRAL wird sowohl mit Trinkwasser als auch mit Feuerlöschwasser versorgt. Das hierfür notwendige Wasser wird aus den vorhandenen Systemen des EWN-Standortes über erdverlegte Rohrleitungen an zwei Stellen entnommen und in die entsprechenden Rohrleitungssysteme des ESTRAL-Netzes eingespeist. Das Wasserversorgungssystem der EWN ist an das öffentliche Trinkwassernetz angeschlossen. Löschwasser für die Brandbekämpfung steht an einzelnen Überflurhydranten auf dem Betriebsgelände des ESTRAL zur Verfügung.

3.5.2 Abwasserentsorgung

Die im Kontrollbereich anfallenden Abwässer sind als potenziell kontaminiert anzusehen. Sie werden getrennt gesammelt, z. B. in Tankcontainern (Intermediate Bulk Container / IBC), und an die Konditionierungsanlagen der EWN zur fachgerechten Behandlung übergeben. Eine direkte Ableitung von kontaminierten Abwässern aus dem Kontrollbereich des ESTRAL ist nicht vorgesehen.

Die außerhalb des Kontrollbereiches anfallenden Abwässer, z. B. aus den Waschräumen oder Toiletten, werden im Gebäude den Abwasserrohrleitungen zugeführt und durch ein Kanalisationssystem an das zentrale EWN-Abwassernetz abgegeben. Von dort wird das Abwasser über Grundleitungen in das öffentliche Abwassernetz eingeleitet.

3.5.3 Technische Gase

Für die Arbeiten an den Castor-Behältern im Wartungsbereich werden die technischen Inertgase Helium und Stickstoff benötigt. Die Gase werden zu jeweils zwei Flaschen in der angrenzenden Werkstatt in einem zugelassenen Gasflaschenschrank gelagert. Von dort wird das Gas über Rohrleitungen zu den Entnahmestellen im Wartungsbereich geleitet.

3.5.4 Niederschlagsentwässerung

Das anfallende Niederschlagswasser von den Dachflächen des Lagergebäudes, den umlaufenden Straßen und den befestigten Flächen wird über feste Einleitstellen (z. B. Sammelrinnen/Gullys) gesammelt und über einen neu herzustellenden Regenwasserauslauf in den nördlich des ESTRAL-Betriebsgeländes gelegenen Einlaufkanal abgegeben. Die wasserrechtliche Erlaubnis hierfür wird beantragt.

3.5.5 Beheizung

Die Beheizung im Lagergebäude erfolgt ausschließlich für die Räume des Wartungsbereiches und des Sozial- und Infrastrukturbereiches über eine entsprechend dimensionierte Heizungsanlage. Die notwendige Wärmeenergie wird in Form von Heizwasser durch die am EWN-Standort vorhandene Nahwärmeversorgung bereitgestellt.

4 Castor-Behälter und Inventare

Im ESTRAL sollen ausschließlich die 74 bereits beladenen Castor-Behälter zwischengelagert werden, die derzeit in Halle 8 des ZLN im Rahmen einer § 6 AtG-Genehmigung aufbewahrt werden. Die Einlagerung weiterer Castor-Behälter in das ESTRAL ist nicht vorgesehen. Bis zur Umlagerung der Castor-Behälter in das ESTRAL wird die kontinuierliche Überwachung der Castor-Behälter auch im ZLN gewährleistet.

Konkret handelt es sich um die folgenden Castor-Behälter:

- 61 CASTOR® 440/84,
- 1 CASTOR® 440/84 mvK (mit verändertem Korb),
- 3 CASTOR® KRB-MOX,
- 5 CASTOR® HAW 20/28 CG und
- 4 CASTOR® KNK.

In den Castor-Behältern werden Kernbrennstoffe und aktivierte Core-Bauteile aus verschiedenen Anlagen und Einrichtungen des Bundes aufbewahrt. Die Kernbrennstoffe sind in Brennelementen, Sonderbrennelementen, Brennstäben, Glaskokillen und Stahlrohren enthalten. Die Anzahl und die Inhalte der Castor-Behälter bleiben gegenüber der für das ZLN genehmigten Aufbewahrung unverändert.

Aufgrund des Abklingverhaltens der Aktivität während der bisherigen Lagerdauer liegen die Antragswerte für das Aktivitätsinventar und die Wärmeleistung unter den bisher für das TBL des ZLN genehmigten Werten. Die Schwermetallmasse, die für ESTRAL maximal beantragt wurde, bleibt dagegen unverändert.

Die Aufbewahrungsdauer der Castor-Behälter im ESTRAL bleibt auf 40 Jahre ab Verschluss des jeweiligen Castor-Behälters beschränkt, so wie es nach aktuellem Regelwerk und derzeitiger Nachweisführung genehmigungsfähig ist. Von den 74 Castor-Behältern wurde der erste 1996, der letzte 2011 verschlossen, d. h. die 40-jährige Aufbewahrungsdauer endet behälterspezifisch zwischen 2036 und 2051.

4.1 Allgemeine konstruktive Merkmale der Castor-Behälter

Alle Castor-Behälter sind durch eine ähnliche konstruktive Gestaltung charakterisiert. Über diese Grundmerkmale hinaus ist die konkrete Ausführung, z. B. die Höhe und der Durchmesser des Castor-Behälters oder die Ausführung der Kühlrippen, vom Inventar abhängig.

Aus den in den ESK-Leitlinien /L-6/ aufgeführten grundlegenden Schutzziele (siehe Kapitel 1.4) ergeben sich die sicherheitstechnischen Anforderungen für das ESTRAL. Die Castor-Behälter übernehmen aufgrund ihrer Konstruktion die wesentlichen passiven Sicherheitsfunktionen hinsichtlich der Einhaltung der Schutzziele. Die sich daraus ergebenden Sicherheitsanforderungen an die Castor-Behälter werden im bestimmungsgemäßen Betrieb sowie für die zu unterstellenden Auslegungsstörfälle und auslegungsüberschreitenden Ereignisse erfüllt. Dies wird in der Sicherheits- und Ereignisanalyse nachgewiesen. Die Ergebnisse sind in Kapitel 6 bzw. 7 dargestellt.

Alle Castor-Behälter halten höchsten mechanischen und thermischen Einwirkungen stand. Die Herstellung der Castor-Behälter erfolgte auf der Grundlage eines nach DIN ISO 9000 ff /L-22/ zertifizierten Qualitätsmanagementsystems (QM-System). Bei der Herstellung sowie Fertigung der Castor-Behälter und der zugehörigen Komponenten wurden die einschlägigen Regelwerke zur Qualitätssicherung beachtet. Die Einhaltung der qualitätssichernden Maßnahmen wird entsprechend den ESK-Leitlinien /L-6/ vom Hersteller durch ein Qualitätssicherungssystem einschließlich eines Qualitätssicherungsprogrammes gewährleistet.

Der prinzipielle Aufbau eines Castor-Behälters ist in Abbildung 4.1 dargestellt.

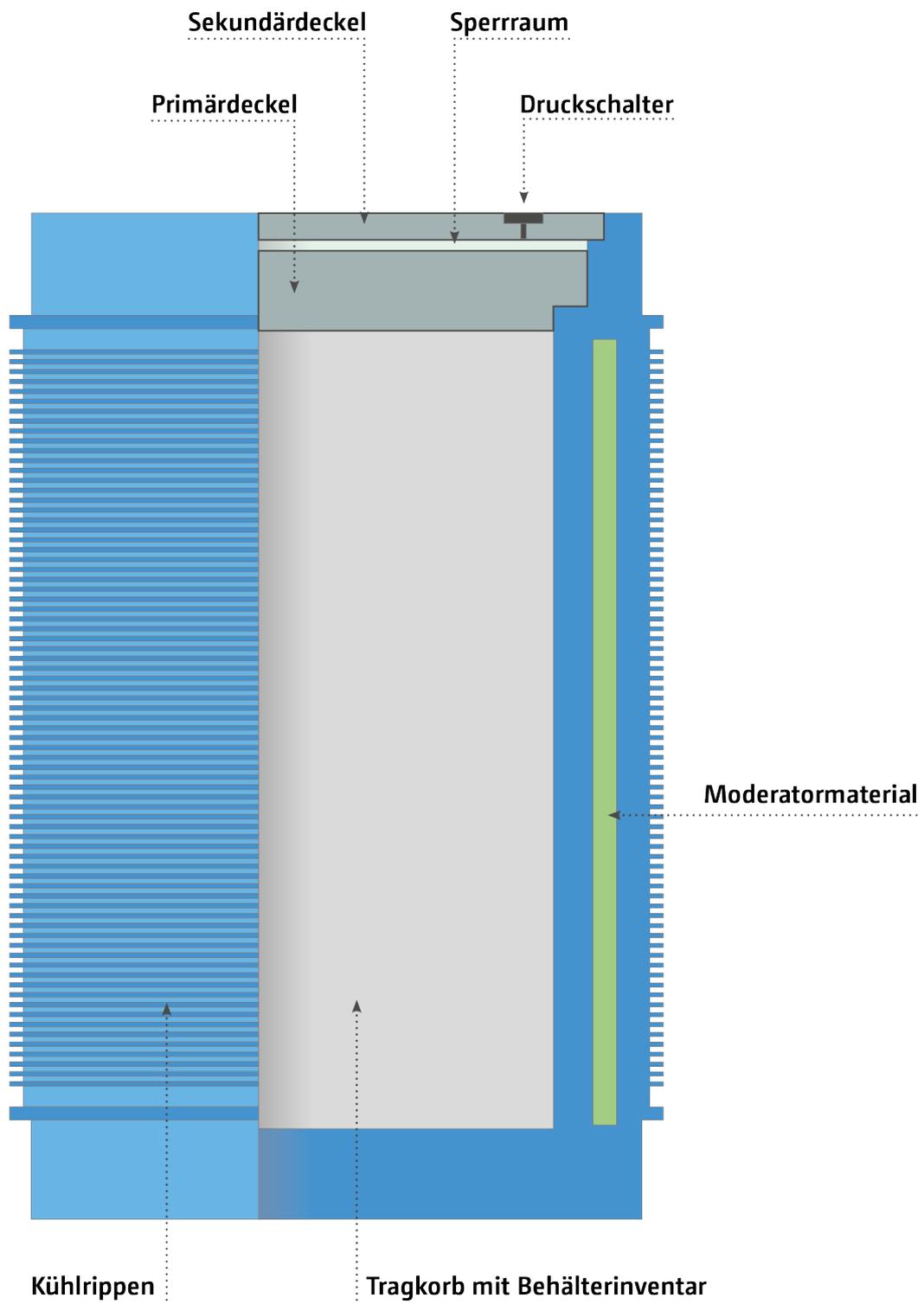


Abbildung 4.1: Prinzipdarstellung des Aufbaus eines Castor-Behälters am Beispiel der Bauart CASTOR® 440/84 (ohne Schutzplatte)

Die folgende Beschreibung ist in die wesentlichen konstruktiven Behälter-Merkmale bezüglich Abschirmung, Dichtheit, Wärmeabfuhr und Unterkritikalität sowie sonstige Merkmale der Behälterbestandteile gegliedert.

4.1.1 Abschirmung

Die Castor-Behälter bestehen aus einem dickwandigen zylindrischen Behälterkörper aus speziellem Gusseisen (Sphäroguss). In das metallische Gefüge des Behälterkörpers ist kugelförmiger Graphit eingebettet – sogenannter Kugelgraphit. Dadurch erhält der Werkstoff ein gutes Streck- und Dehnverhalten (duktiles Verhalten), das dem von Stahl entspricht. Der Behälterkörper wird in einem Stück gegossen.

Alle Castor-Behälter weisen eine hohe Abschirmwirkung auf. Die vom Inventar ausgehende Alpha- und Betastrahlung wird durch die Behälterwandung vollständig abgeschirmt. Gamma- und Neutronenstrahlung werden stark abgeschwächt.

Der Kugelgraphit trägt durch seinen Kohlenstoffgehalt zur Neutronenabschirmung bei. Je nach Behälterbauart wird für die Abschirmung von Neutronenstrahlung zusätzlich Moderator material mit hoher Wasserstoffdichte für das Abbremsen der Neutronen (z. B. Kunststoffstäbe aus Polyethylen) in die Behälterwand des Castor-Behälters eingearbeitet. Zusätzlich können boden- und deckelseitige Kunststoffplatten eingesetzt werden.

Die Langzeitstabilität der Moderator- und Abschirmmaterialien ist bei allen Castor-Behältern gewährleistet.

4.1.2 Dichtheit

Der Castor-Behälter ist mit einem Doppeldeckel-Dichtsystem verschlossen (siehe Abbildung 4.1). Dieses besteht aus zwei übereinander angeordneten Deckeln, dem Primärdeckel und dem Sekundärdeckel. Primärdeckel und Sekundärdeckel bestehen aus Edelstahl und sind unabhängig voneinander mit dem Behälterkörper fest verschraubt. Die Abdichtung der Deckel gegenüber dem Behälterkörper wird jeweils durch Metaldichtungen gewährleistet. Der mit Helium gefüllte Innenraum des Castor-Behälters weist einen Unterdruck gegenüber der Atmosphäre auf. Der Zwischenraum zwischen beiden Deckeln - der sogenannte Sperrraum - ist mit Helium gefüllt und auf einen definierten Überdruck gegenüber dem Behälterinnenraum sowie der Atmosphäre eingestellt. Dieser Druck wird kontinuierlich mit einem Druckschalter überwacht. Für den unwahrscheinlichen Fall, dass die Dichtheit einer der beiden Dichtungen nachlässt, entsteht im Sperrraum ein Druckabfall, der über den Druckschalter an das Behälterüberwachungssystem zuverlässig gemeldet wird. Auch die

Funktionsfähigkeit der Druckschalter selbst wird überwacht. Im Falle eines Ansprechens des Druckschalters wird gemäß den im Kapitel 5.2.2.2 beschriebenen Verfahren vorgegangen.

Beim Verschrauben der Deckel mit dem Behälterkörper bildet die Metalldichtung durch definierte Anpresskräfte eine dichte Barriere. Damit wird die zulässige Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ für jede Dichtbarriere unabhängig erreicht. Der Behälterinnenraum ist so gegenüber der Umgebung dicht verschlossen. Die Metalldichtungen sind langzeitstabil gegenüber ionisierender Strahlung und temperaturbeständig gegenüber der im Castor-Behälter vorhandenen Zerfallswärmeleistung.

Bisher ist weder an den 74 Castor-Behältern in Halle 8, noch an einem anderen in Deutschland zwischengelagerten Castor-Behälter (derzeit über 1.200 Stück) ein Nachlassen der Dichtheit aufgetreten.

4.1.3 Wärmeabfuhr

Die durch das radioaktive Inventar verursachte Zerfallswärme, durch die sich die Castor-Behälter von innen aufheizen, wird aus dem Innern des Castor-Behälters an die Behälteroberfläche transportiert. Die Wärme wird von dort an die umgebende Luft, an die benachbarten Castor-Behälter und an die Wände sowie Bodenplatte im Lagerbereich abgegeben. Zur Verbesserung des konvektiven Wärmeübergangs zur umgebenden Luft sind die meisten Castor-Behälter mit Kühlrippen versehen, die die für die Wärmeabfuhr wirksame Oberfläche des Castor-Behälters vergrößern. Die Behälter der Bauart CASTOR® KNK und CASTOR® KRB-MOX haben keine Kühlrippen, weil diese aufgrund der sehr geringen Wärmeleistungen des Inventars nicht erforderlich sind.

4.1.4 Unterkritikalität

Die Castor-Behälter sind so ausgelegt, dass die eingelagerten Kernbrennstoffe in jedem, wenn auch nur theoretisch denkbaren Fall unterkritisch bleiben. Der berechnete Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} muss dabei den Wert von 0,95 unterschreiten. Der Nachweis der Unterschreitung dieses Wertes für jeden Castor-Behälter mit seinem spezifischen Inventar und Tragkorb sowie seiner spezifischen Beladung war bereits Grundlage der Genehmigung zur Beladung und Einlagerung der Castor-Behälter in das TBL des ZLN.

4.1.5 Sonstige Merkmale

Tragkorb

Im Behälterinnenraum ist ein Tragkorb vorhanden, der auf das jeweilige Inventar zugeschnitten ist. Der Tragkorb gewährleistet durch seine konstruktive Auslegung eine stabile Positionierung des Inventars im Behälterinnenraum.

Tragzapfen

Für die Handhabung der Castor-Behälter sind deckel- und bodenseitig je zwei aus Edelstahl gefertigte Tragzapfen formschlüssig in den Behältermantel eingepasst und an diese angeschraubt.

Schutzplatte

Über dem Doppeldeckel-Dichtsystem ist während der Lagerung eine Schutzplatte montiert (Lagerkonfiguration). Die Schutzplatte schützt vor Einwirkungen von Schmutz und Feuchtigkeit und außerdem vor mechanischen Beschädigungen. Bei den 74 umzulagernden Castor-Behältern wurde die Schutzplatte bereits bei der Einlagerung in das ZLN angebracht und bleibt auch im ESTRAL weiter montiert. Die aus Stahl bestehende Schutzplatte besitzt eine Elastomerdichtung und überdeckt das Deckelsystem. Die Anschlusskabel des Druckschalters sind durch die Schutzplatte durchgeführt. Die Schutzplatte hat keine Sicherheitsfunktion.

Korrosionsschutz

Auf der Außenseite ist der Behälterkörper mit einer mehrlagigen Beschichtung vor Korrosion geschützt. Der Korrosionsschutz dient weiterhin einer guten Dekontaminierbarkeit der Behälteroberfläche.

4.2 Castor-Behälter im ESTRAL

Im Folgenden werden die CASTOR-Behälterbauarten im ESTRAL konkret beschrieben hinsichtlich ihrer Abmessungen, Massen, Inventare und Wärmeleistungen. Die in Kapitel 4.1 beschriebenen grundsätzlichen Konstruktionsmerkmale gelten uneingeschränkt auch für die im ESTRAL einzulagernden Behälterbauarten.

4.2.1 CASTOR® 440/84

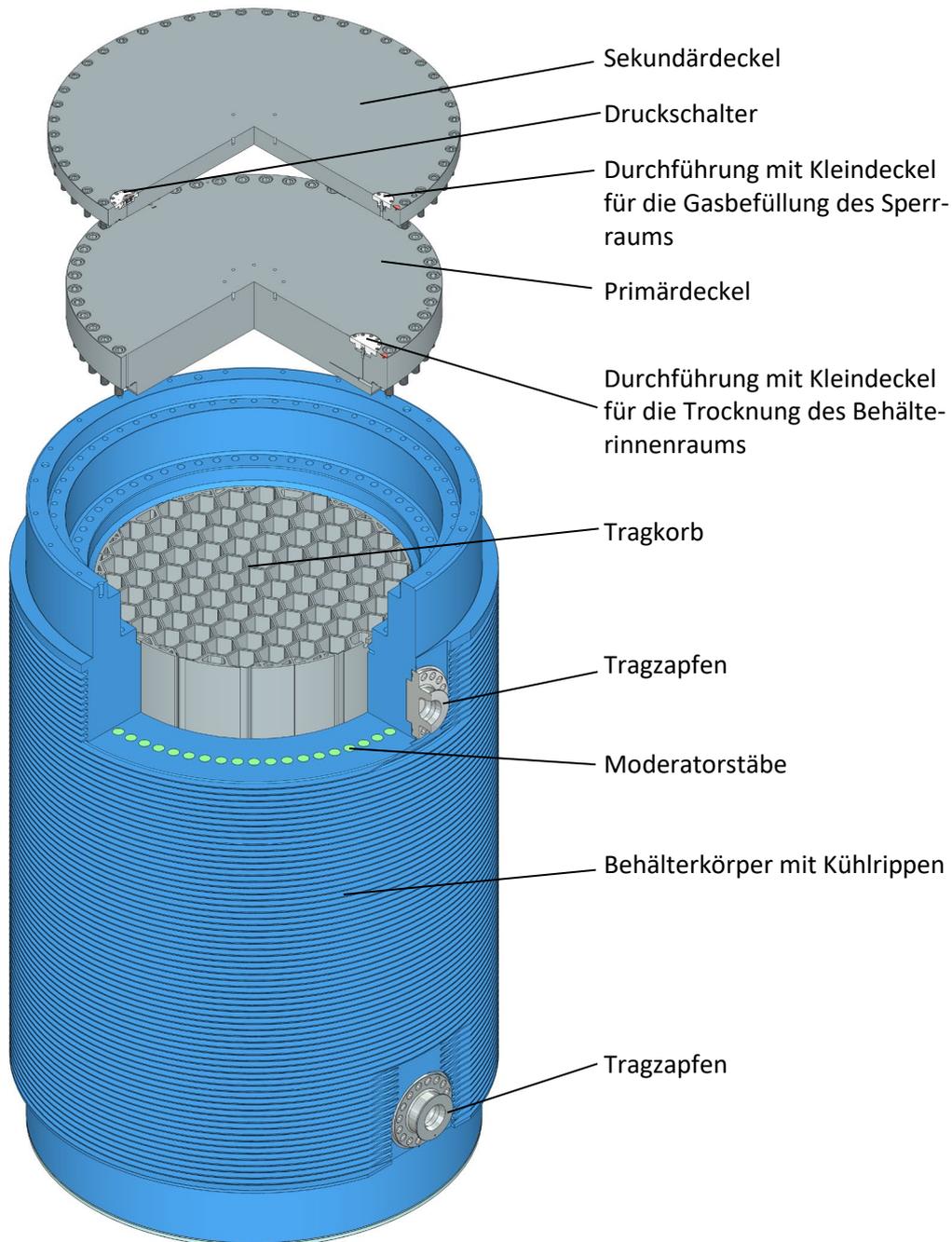


Abbildung 4.2: 3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® 440/84 (ohne Schutzplatte)

Die folgende Tabelle enthält die Parameter für die Behälter der Bauart CASTOR® 440/84:

Tabelle 4.1: Parameter der Behälterbauart CASTOR® 440/84 beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)

Parameter	Wert
Anzahl	61 Stück
max. Masse	116 Mg
Durchmesser	266 cm
Höhe	416 cm
Höhe (ohne Schutzplatte)	408 cm
max. Gesamtaktivitätsinventar eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$1,0 \times 10^{17}$ Bq
max. Wärmeleistung eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$\leq 7,5$ kW
Max. Kernbrennstoffgehalt eines Castor-Behälters	9.841 kg SM
Maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} bei konservativem Ansatz (max. Behälterbeladung)	0,916

Der Tragkorb in den Behältern der Bauart CASTOR® 440/84 ist für eine Standardbeladung mit 84 Brennelementen (BE) mit jeweils 126 Brennstäben je BE der Reaktoren WWER-440 und WWER-70 ausgelegt (Hinweis: 440 steht für die elektrische Leistung von 440 MWe der Reaktoren des Kernkraftwerks Greifswald (KGR) und 70 für die elektrische Leistung von 70 MWe des Kernkraftwerks Rheinsberg (KKR)). Die BE der Reaktoren KGR und KKR weisen denselben hexagonalen Querschnitt auf, weichen aber in den Einzelheiten des Aufbaus und der Anreicherung voneinander ab.

Die 61 Castor-Behälter wurden mit insgesamt 5.019 BE beladen. 58 Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 sind mit je 84 BE beladen. Zwei Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 enthalten auch aktivierte Core-Bauteile und nur 52 bzw. 19 BE. Ein Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 enthält neben 76 BE auch verschweißte Stahlrohre an acht Positionen des Tragkorbs. Diese enthalten Pu-Be-Quellen (Plutonium-Beryllium-Quellen) und uranhaltigen Ionisationskammern. Die Core-Bauteile, die Pu-Be-Quellen und die Ionisationskammern sind aufgrund der von den Brennelementen abweichenden Geometrie mit Zusatzkonstruktionen in den Tragkörben sicher angeordnet.

Der erste Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 wurde 1996, der letzte 2006 verschlossen.

4.2.2 CASTOR® 440/84 mvK

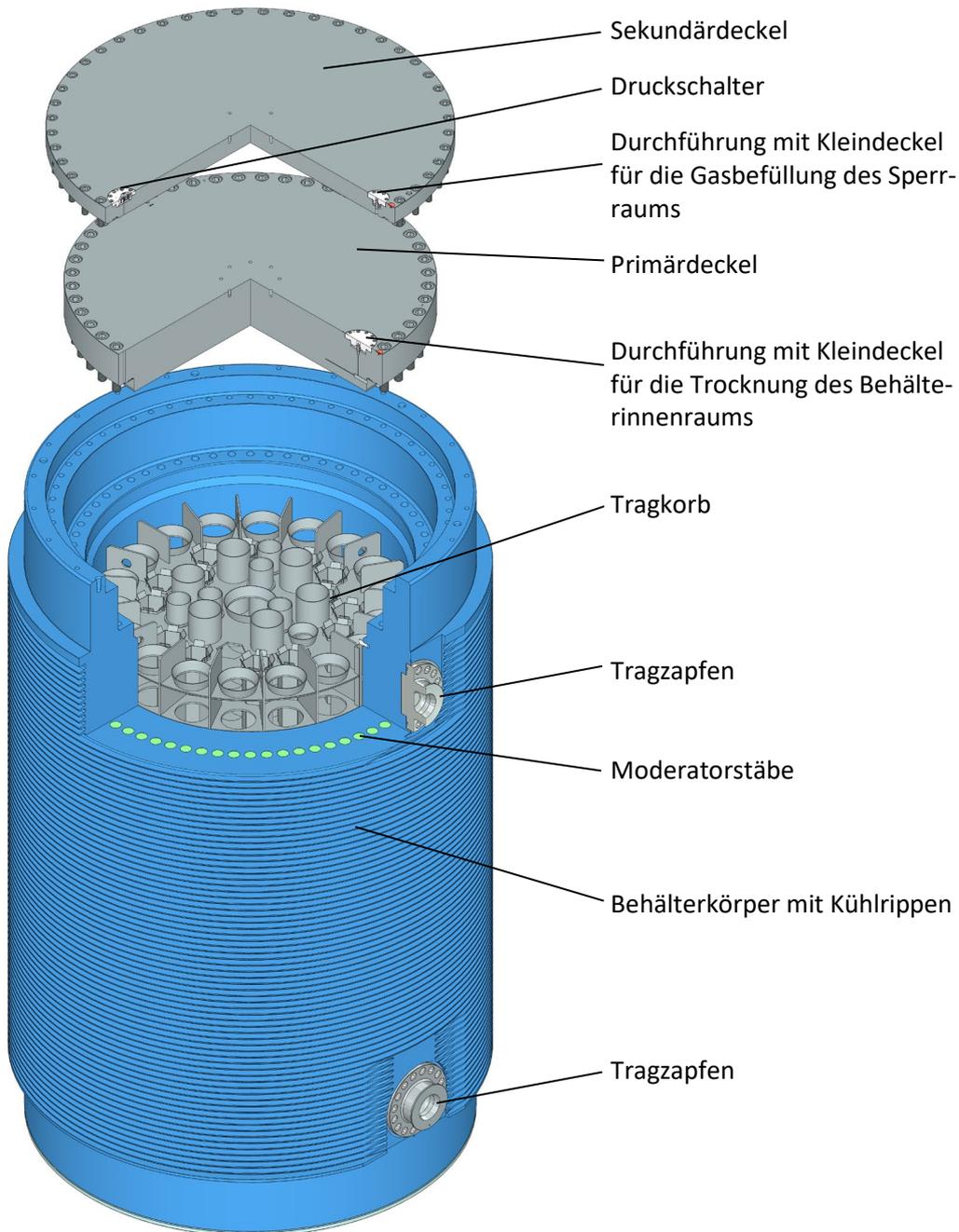


Abbildung 4.3: 3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® 440/84 mvK (ohne Schutzplatte)

Folgende Tabelle enthält die Parameter des Behälters der Bauart CASTOR® 440/84 mvK:

Tabelle 4.2: Parameter der Behälterbauart CASTOR® 440/84 mvK beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)

Parameter	Wert
Anzahl	1 Stück
max. Masse	103 Mg
Durchmesser	266 cm
Höhe	416 cm
Höhe (ohne Schutzplatte)	408 cm
max. Gesamtaktivitätsinventar eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$1,2 \times 10^{16}$ Bq
max. Wärmeleistung eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	≤ 1 kW
Max. Kernbrennstoffgehalt eines Castor-Behälters	2.844 kg SM
Maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} bei konservativem Ansatz (max. Behälterbeladung)	0,703

Der Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 mvK (mit verändertem Korb) ist mit BE, Core-Bauteilen und Pu-Be-Quellen beladen. Dieser hat einen geometrisch veränderten Tragkorb mit Beladepositionen unterschiedlicher Geometrien. Darin sind 26 defekte Brennelemente des Reaktors WWER 70 aus Rheinsberg mit speziellen Zusatzkonstruktionen zur Fixierung der Brennelemente enthalten. Auf 16 Beladepätzen wurden außerdem aktivierte Core-Bauteile und Pu-Be-Quellen eingestellt, die ebenfalls mit Zusatzkonstruktionen sicher in Position gehalten werden.

Der Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 mvK wurde 2000 verschlossen.

4.2.3 CASTOR® KRB-MOX

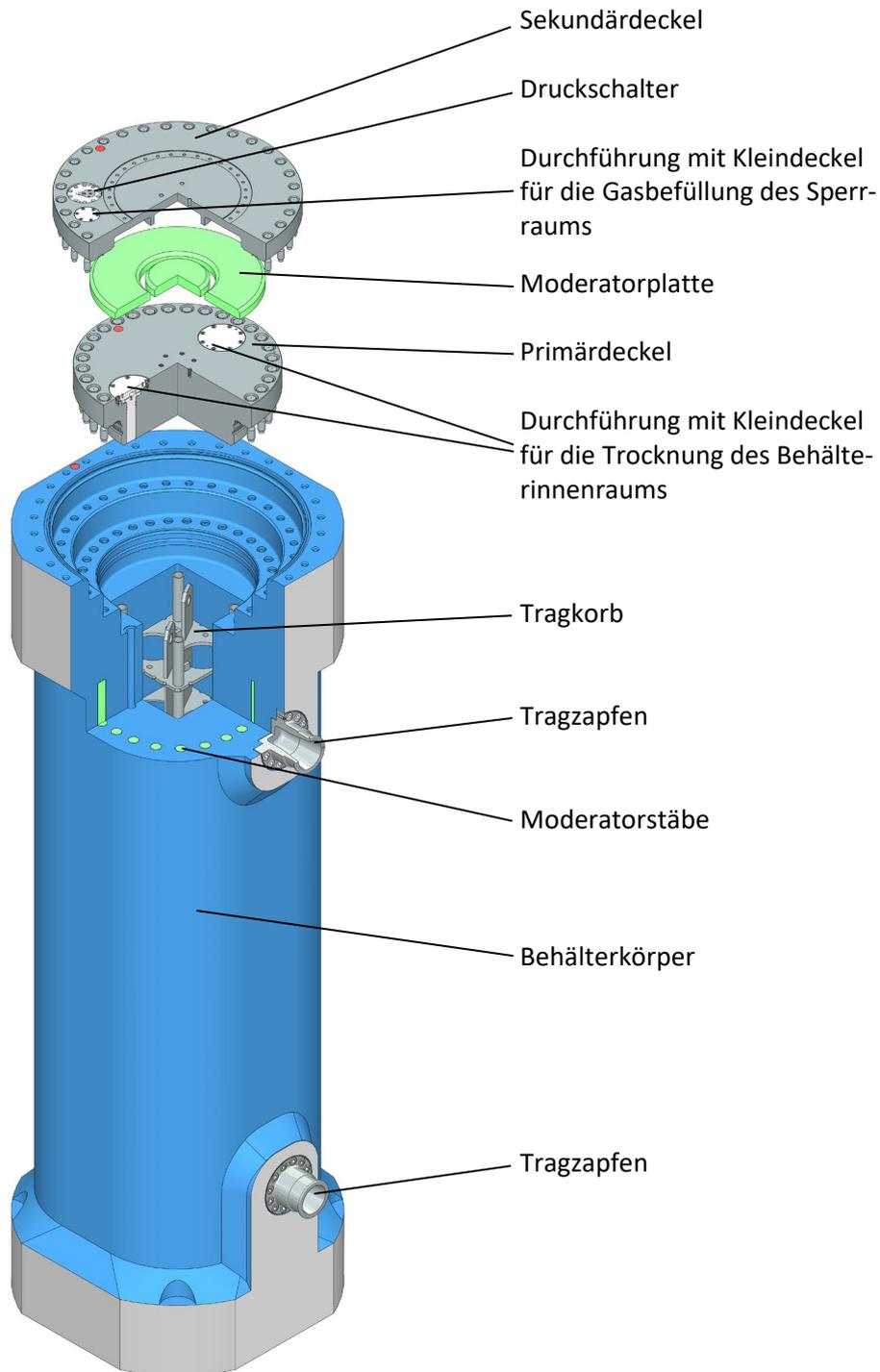


Abbildung 4.4: 3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® KRB-MOX (ohne Schutzplatte)

Folgende Tabelle enthält die Parameter für die Behälter der Bauart CASTOR® KRB-MOX:

Tabelle 4.3: Parameter der Behälterbauart CASTOR® KRB-MOX beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)

Parameter	Wert
Anzahl	3 Stück
max. Masse	56 Mg
Durchmesser	159 cm
Höhe	496 cm
Höhe (ohne Schutzplatte)	490 cm
max. Gesamtaktivitätsinventar eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$2,4 \times 10^{14}$ Bq
max. Wärmeleistung eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$\leq 0,03$ kW
Max. Kernbrennstoffgehalt eines Castor-Behälters	116 kg SM
Maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} bei konservativem Ansatz (max. Behälterbeladung)	0,924

Der Behälter der Bauart CASTOR® KRB-MOX wurde ursprünglich für Mischoxid-Kernbrennstoff (MOX) entwickelt, dann aber bei EWN für die Beladung mit defekten BE aus dem Kernkraftwerk Greifswald (KGR) verwendet. Die Behälter besitzen einen geometrisch veränderten Tragkorb mit zwei Beladepositionen. In jedem der drei Behälter der Bauart CASTOR® KRB-MOX ist ein Brennelement in zwei Teilen (Kopf- oder Fußteil) eingestellt. Vor der Beladung wurde jedes Teil in eine Hülse verpackt und mit dieser dann in den Castor-Behälter eingestellt.

Der erste Behälter der Bauart CASTOR® KRB-MOX wurde 2001 verschlossen, der letzte 2002.

4.2.4 CASTOR® HAW 20/28CG

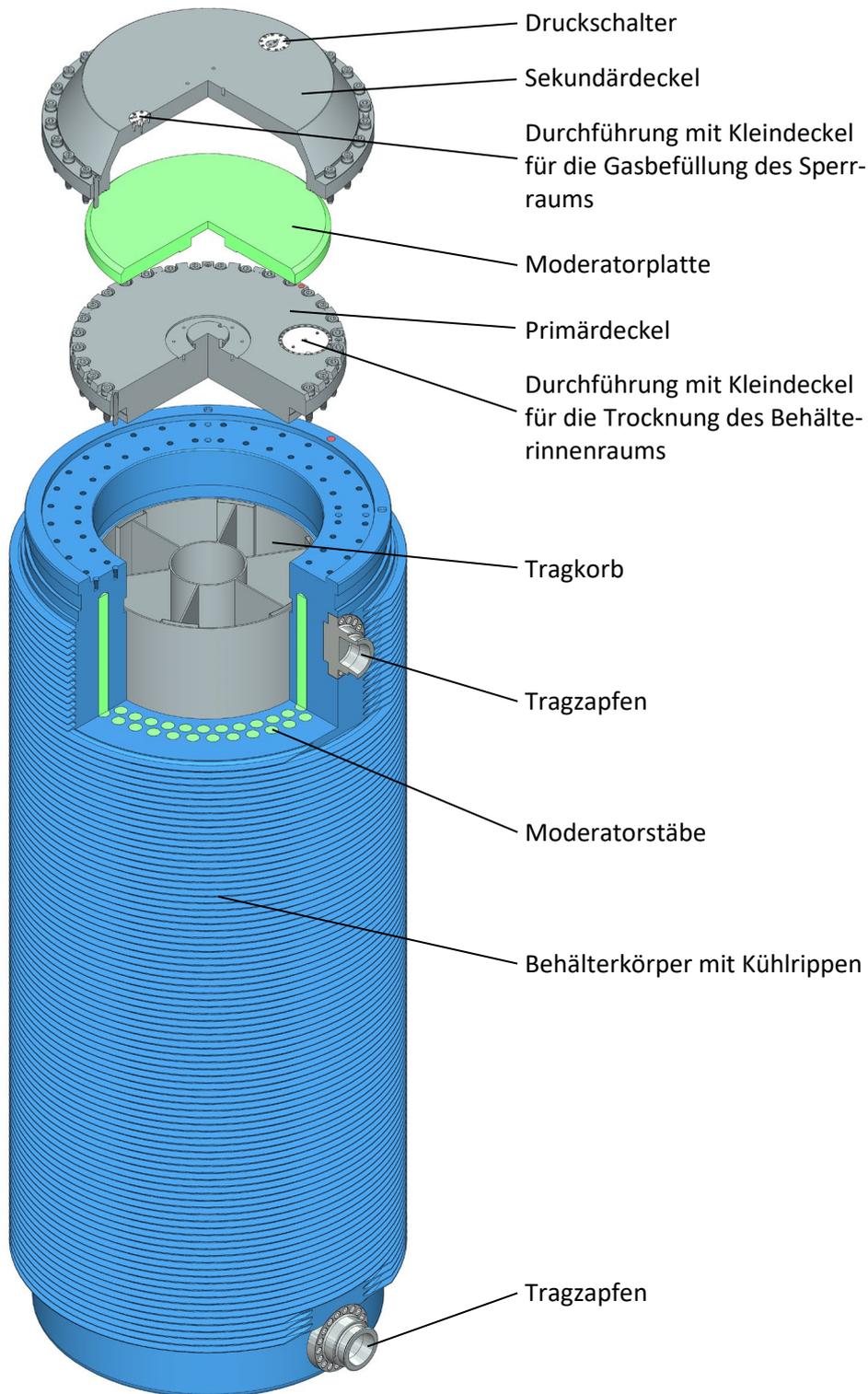


Abbildung 4.5: 3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® HAW 20/28CG (ohne Schutzplatte)

Folgende Tabelle enthält die Parameter für die Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG:

Tabelle 4.4: Parameter der Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28CG beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)

Parameter	Wert
Anzahl	5 Stück
max. Masse	110 Mg
Durchmesser	233 cm
Höhe	612 cm
Höhe (ohne Schutzplatte)	593 cm
max. Gesamtaktivitätsinventar eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$1,5 \times 10^{17}$ Bq
max. Wärmeleistung eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	≤ 11 kW
Max. Kernbrennstoffgehalt eines Castor-Behälters	3,6 kg SM
Maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} bei konservativem Ansatz (max. Behälterbeladung)	0,18

Im Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG befinden sich Glaskokillen aus der Verglasungseinrichtung Karlsruhe (VEK), die bei der Verglasung von 60 m³ HAWC (High Active Waste Concentrate) entstanden sind. Das HAWC war bei der Wiederaufarbeitung in Karlsruhe (1971-1991) angefallen. Glaskokillen sind dichtverschweißte, mit festem hochradioaktivem Glas gefüllte Edelstahlkannen.

Der Tragkorb in den Behältern der Bauart CASTOR® HAW 20/28CG besteht aus einem zentralen Schacht und sechs weiteren Schächten, die gleichmäßig um den Zentralschacht verteilt angeordnet sind. In jedem Schacht können vier Glaskokillen übereinander gestapelt werden. Jeder Castor-Behälter enthält somit 28 Glaskokillen. Insgesamt wurden in den fünf Castor-Behältern 140 Glaskokillen verpackt.

Der erste Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG wurde 2009, der letzte 2011 verschlossen.

4.2.5 CASTOR® KNK

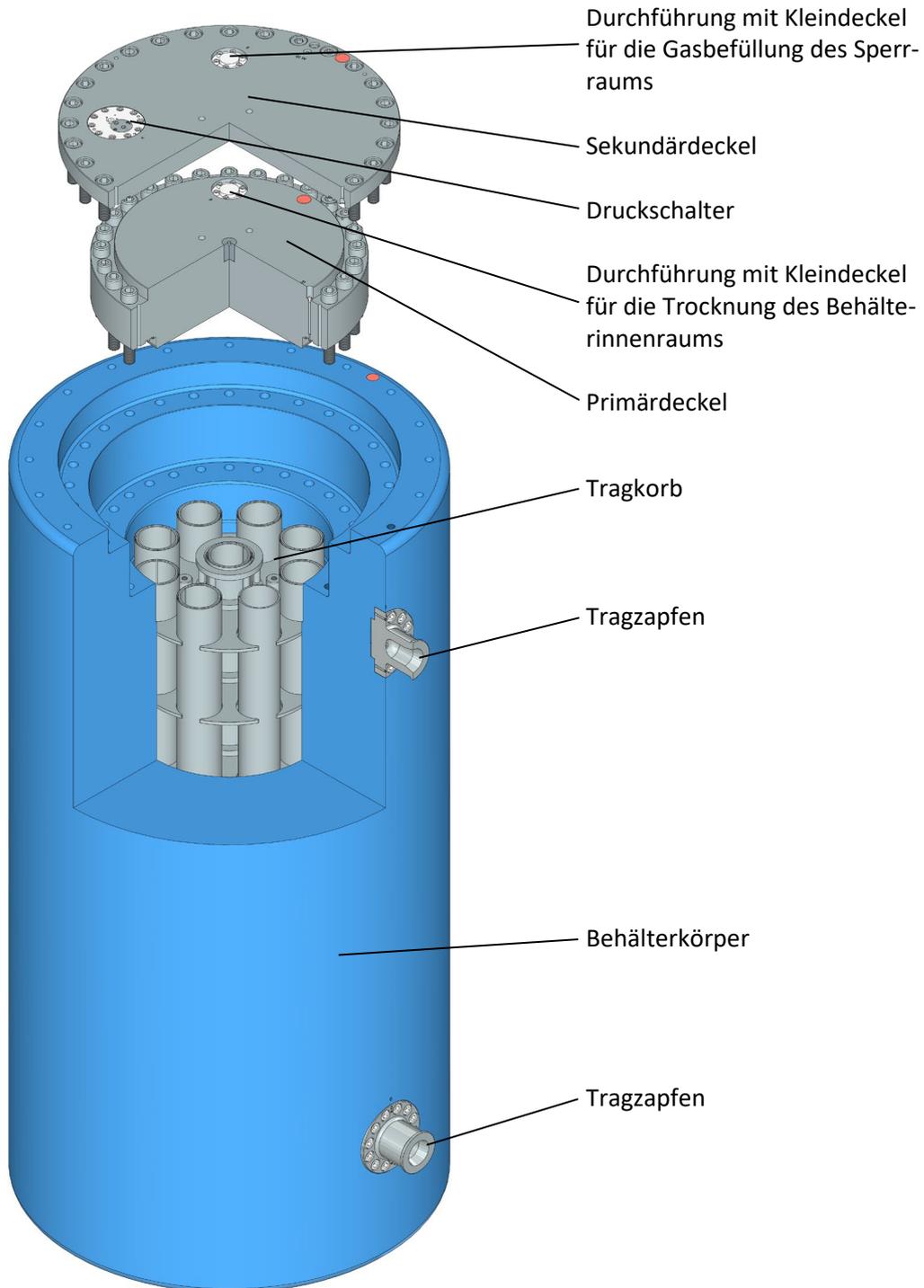


Abbildung 4.6: 3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® KNK (ohne Schutzplatte)

Die Parameter für die Behälter der Bauart CASTOR® KNK sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Tabelle 4.5: Parameter der Behälter der Bauart CASTOR® KNK beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)

Parameter	Wert
Anzahl	4 Stück
max. Masse	26 Mg
Durchmesser	138 cm
Höhe	278 cm
Höhe (ohne Schutzplatte)	274 cm
max. Gesamtaktivitätsinventar eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$3,2 \times 10^{15}$ Bq
max. Wärmeleistung eines Castor-Behälters (zum 01.01.2025)	$\leq 0,45$ kW
Max. Kernbrennstoffgehalt eines Castor-Behälters	160 kg SM
Maximaler Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} bei konservativem Ansatz (max. Behälterbeladung)	0,929

Die Behälter der Bauart CASTOR® KNK sind überwiegend mit Brennstäben aus der Kompakten Natriumgekühlten Kernreaktoranlage in Karlsruhe (KNK) und auch mit wenigen Brennstäben vom ehemaligen nuklearen Forschungsschiff „Otto Hahn“ beladen.

Der Tragkorb besteht aus einem zentralen Führungsrohr und acht Führungsrohren, die gleichmäßig um das Zentralrohr verteilt angeordnet sind. In jedem Führungsrohr befindet sich eine Büchse mit Brennstäben, somit sind in jedem Castor neun Büchsen enthalten. Insgesamt sind in den vier Castoren 36 Büchsen verpackt. Davon enthalten 35 Büchsen KNK-Kernbrennstoff in Form von 2.468 Brennstäben und einem KNK-Testbrennelement. Eine Büchse enthält Kernbrennstoff aus dem ehemaligen nuklearen Forschungsschiff Otto-Hahn in Form von 52 Brennstäben und einer Stahldose mit Defektstäben. Alle Büchsen bestehen aus austenitischem Stahl und sind verschweißt.

Alle Behälter der Bauart CASTOR® KNK wurden 2010 verschlossen.

4.2.6 Zusammenfassung der Aktivitäts- und Kernbrennstoffinventare

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maximalwerte des Aktivitätsinventars und des Kernbrennstoffgehalts je Einzelbehälter und summarisch je Behälterbauart zusammengefasst (berechnet zum 01.01.2025). Die

Gesamtwerte für eine Behälterbauart ergeben sich nicht zwingend aus der Multiplikation der Behälteranzahl mit den Maximalwerten je Einzelbehälter, da das Aktivitätsinventar und der Kernbrennstoffgehalt der Einzelbehälter innerhalb einer Behälterbauart variieren.

Tabelle 4.6: Maximalwerte für das Aktivitätsinventar (berechnet zum 01.01.2025) und den Kernbrennstoffgehalt je Einzelbehälter (zum Zeitpunkt der Einlagerung) und summarisch für die Behälterbauart

Behälterbauart	Anz.	Maximales Aktivitätsinventar eines Einzelbehälters in Bq	Maximales Gesamt-Aktivitätsinventar aller Behälter einer Behälterbauart in Bq	Maximaler Kernbrennstoffgehalt eines Einzelbehälters in Mg SM	Maximaler Kernbrennstoffgehalt einer Behälterbauart in Mg SM
CASTOR® 440/84	61	$1,0 \times 10^{17}$	$3,3 \times 10^{18}$	9,841	580,608
CASTOR® 440/84 mvK	1	$1,2 \times 10^{16}$	$1,2 \times 10^{16}$	2,844	2,844
CASTOR® KRB-MOX	3	$2,4 \times 10^{14}$	$7,2 \times 10^{14}$	0,116	0,339
CASTOR® HAW 20/28 CG	5	$1,5 \times 10^{17}$	$7,5 \times 10^{17}$	0,004	0,017
CASTOR® KNK	4	$3,2 \times 10^{15}$	$1,3 \times 10^{16}$	0,16	0,522
Summe			$4,1 \times 10^{18}$		584,327*
Antragswert			$5,0 \times 10^{18}$		< 585,4

* Wert mit allen Nachkommastellen ermittelt

Die Antragswerte sind konservativ abdeckend. Bei der Gesamtaktivität wurde aufgerundet. Bei der Kernbrennstoff-Masse wurde die genehmigte Schwermetallmasse aus dem ZLN übernommen.

5 Betrieb

5.1 Organisation

5.1.1 Organisationsstruktur und Verantwortungsbereiche

Das ESTRAL wird von der EWN Entsorgungswerk für Nuklearanlagen GmbH (EWN) betrieben. Die EWN wird durch ihre Geschäftsführung vertreten, die die Verantwortung für alle Belange der Gesellschaft trägt. Für den Betrieb des ESTRAL wird eine Strahlenschutzorganisation aufgebaut, die den Anforderungen der §§ 69-75 StrlSchG /L-2/ und der §§ 43-46 StrlSchV /L-5/ entspricht. Die Verantwortlichkeiten und Aufgaben im Bereich Strahlenschutz werden in betrieblichen Regelwerken geregelt. Das Strahlenschutzgesetz /L-2/ bestimmt in § 69 denjenigen, der einer § 6 AtG-Genehmigung bedarf, zum Strahlenschutzverantwortlichen (SSV). Da es sich bei EWN um eine juristische Person handelt, werden deren Aufgaben und Pflichten nach § 69 Abs. 2 StrlSchG /L-2/ durch eine Person der Geschäftsführung der EWN wahrgenommen. Sie wird der Behörde namentlich benannt. Der Strahlenschutzverantwortliche hat insbesondere die Voraussetzungen für die Einhaltung der einschlägigen Gesetze, Verordnungen und Schutzvorschriften des Strahlenschutzes zu schaffen und sicherzustellen.

Der Strahlenschutzverantwortliche hat die für den Betrieb des ESTRAL erforderliche Anzahl von Strahlenschutzbeauftragten (SSB) gemäß § 70 StrlSchG /L-2/ schriftlich zu bestellen. Der Strahlenschutzbeauftragte hat entsprechend § 72 StrlSchG /L-2/ und § 43 StrlSchV /L-5/ für die Einhaltung der Pflichten zu sorgen, soweit ihm die entsprechenden Aufgaben und Befugnisse nach § 70 Abs. 2 StrlSchG /L-2/ übertragen wurden. Zur Durchführung dieser Aufgabe steht ihm qualifiziertes Strahlenschutzpersonal zu Verfügung.

Für die Leitung und Beaufsichtigung des Betriebes des ESTRAL wird von der EWN-Geschäftsführung ein Leiter benannt. Der Leiter ist gegenüber den ihm unterstellten Mitarbeitern weisungsbefugt und dabei für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen, der behördlichen Auflagen, der betrieblichen Regelungen und der Regeln der Technik zuständig. Für die Durchführung der Aufgaben steht dem Leiter des ESTRAL eine Betriebsorganisation zur Verfügung. Sie enthält alle Stellen, die zu einem ordnungsgemäßen und sicheren Betrieb des ESTRAL erforderlich sind. Die fachlichen Aufgaben sind weitgehend an diese Stellen delegiert.

5.1.2 Personal

Das im ESTRAL eingesetzte Personal ist qualifiziert und verfügt über das zur Erfüllung seiner Aufgaben notwendige Fachwissen. Sofern spezielle Fachkundenachweise erforderlich sind, werden diese durch Teilnahme

an Fachkundeveranstaltungen u. a. auf den Gebieten Strahlenschutz, Arbeitssicherheit, Anlagentechnik und Objektsicherung gewährleistet. Der Umfang und die Teilnahme an den Maßnahmen werden dokumentiert.

Vorgesehene Änderungen bei der Bestellung der für die Leitung und Beaufsichtigung der Aufbewahrung verantwortlichen Personen und vorgesehene Änderungen von Zuständigkeits- und Verantwortungsbereichen einschließlich der hierzu übertragenen Befugnisse werden der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde rechtzeitig vor der Ausführung schriftlich zur Zustimmung angezeigt.

5.2 Betrieb des ESTRAL

Der Betrieb umfasst im Wesentlichen die Zwischenlagerung der 74 Castor-Behälter, die von Halle 8 des ZLN in das ESTRAL umgelagert werden. Der eigentliche Betrieb des ESTRAL beginnt mit der Einlagerung des ersten Castor-Behälters aus dem ZLN. Vor der Einlagerung des ersten Castor-Behälters erfolgt die Inbetriebnahme des ESTRAL anhand geeigneter Prüfprogramme. Technische Einrichtungen mit besonderen Anforderungen werden unter Beteiligung eines Sachverständigen einer Funktions- und Abnahmeprüfung unterzogen. Vor Betriebsbeginn werden an den Einrichtungen des ESTRAL Inbetriebsetzungsprüfungen durchgeführt. Mit den Inbetriebsetzungsprüfungen wird der Nachweis erbracht, dass die Einrichtungen des ESTRAL ordnungsgemäß errichtet wurden und für den geplanten Betrieb geeignet sind. Vor der ersten Einlagerung der Castor-Behälter wird anhand geeigneter Modelle der Handhabungs- und Abfertigungsablauf einschließlich der Strahlenschutzmaßnahmen vor Ort erprobt.

Die eigentlichen Betriebsabläufe hinsichtlich der Handhabung der Castor-Behälter im ESTRAL schließen ein:

- die Annahme und Einlagerung der Castor-Behälter,
- die Lagerung der Castor-Behälter und
- die Auslagerung der Castor-Behälter.

Darüber hinaus werden im ESTRAL Instandhaltungsarbeiten gemäß DIN 31051 /L-23/ ausgeführt. Zu den Instandhaltungsarbeiten zählen u. a. die Grundmaßnahmen Wartung, Inspektion (z. B. wiederkehrende Prüfungen (WKP)) und, falls erforderlich, Instandsetzung (Reparatur).

Der Betrieb des ESTRAL endet mit der Stilllegung und der Entlassung aus dem Geltungsbereich des Atomgesetzes (siehe Kapitel 8 zur Stilllegung).

5.2.1 Betriebsabläufe

5.2.1.1 Annahme und Einlagerung der Castor-Behälter

Die 74 Castor-Behälter werden einzeln und auf kürzestem Wege (ca. 425 m) in Schrittgeschwindigkeit innerhalb des EWN-Betriebsgeländes von Halle 8 des ZLN in das ESTRAL gebracht. Dabei handelt es sich ausschließlich um einen innerbetrieblichen Transfer, öffentliche Verkehrswege werden nicht genutzt. Zur Minimierung der Exposition des Personals erfolgt die Umlagerung der Behälter der Bauart CASTOR® 440/84, CASTOR® 440/84 mvK, CASTOR® KRB-MOX und CASTOR® KNK in Lagerkonfiguration, d. h. mit montierter Schutzplatte. Nur die Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG werden aufgrund ihrer Konstruktion ohne Schutzplatte transportiert.

Die Castor-Behälter werden liegend in Transportgestellen auf Schwerlastplattformwagen mit Zugmaschine vom Sicherungsbereich des ZLN in den unmittelbar angrenzenden Sicherungsbereich des ESTRAL gebracht. Dies erfolgt über das südliche Zufahrtstor des ESTRAL-Geländes.

Im Verladebereich erfolgt die Eingangskontrolle der Castor-Behälter durch eine Dokumentationsprüfung der Begleitpapiere. Eingangsmessungen der Oberflächenkontamination und Ortsdosisleistung (ODL) im ESTRAL sind nicht erforderlich und im Sinne der Dosis-Minimierung des Personals zu vermeiden, da die Ausgangsmessungen bei der Auslagerung im ZLN übernommen werden können.

Im Anschluss an die Eingangskontrolle werden die Castor-Behälter mit dem Lagerhallenkran an den deckelseitigen Tragzapfen im Transportgestell aufgerichtet, vom Schwerlastplattformwagen gehoben und bodennah durch die geöffneten Schiebetore in den Lagerbereich gefahren. Die Castor-Behälter werden auf ihre vorgesehenen Stellplätze abgesetzt und an das Behälterüberwachungssystem angeschlossen. Die Aufstellung der Castor-Behälter im Lagerbereich erfolgt entsprechend dem Aufstellungsraster mit fest zugeordneten Stellplätzen (siehe Abbildung 3.3). Nur die Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG werden zunächst zur Wiederherstellung der Lagerkonfiguration in den Wartungsbereich transportiert und im Anschluss ebenfalls auf ihre vorgesehenen Stellplätze im Lagerbereich abgesetzt sowie an das Behälterüberwachungssystem angeschlossen.

Unter Berücksichtigung der betrieblichen Abläufe können ein bis zwei Castor-Behälter pro Woche im ESTRAL eingelagert werden. Die Umlagerung aller 74 Castor-Behälter wird ca. zwei Jahre in Anspruch nehmen.

5.2.1.2 Lagerung der Castor-Behälter

Die Aufbewahrungsdauer bleibt auf 40 Jahre ab Verschluss des jeweiligen Castor-Behälters begrenzt. Während der Lagerung sind an den Castor-Behältern grundsätzlich keine Handhabungs- oder Arbeitsschritte erforderlich. Ausgenommen hiervon sind Instandhaltungsarbeiten gemäß DIN 31051 /L-23/ wie z. B. Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an den Castor-Behältern, welche im Wartungsbereich durchgeführt werden (siehe Kapitel 5.2.2).

5.2.1.3 Auslagerung der Castor-Behälter

Die Aufbewahrung erfolgt mit dem Ziel der Ablieferung an eine vom Bund eingerichtete Anlage zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle. Sobald die Anlage zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle annahmefähig ist und der Bund die Castor-Behälter zur Endlagerung abrufen, werden diese vom Behälterüberwachungssystem getrennt und in den Wartungsbereich gefahren. Dort erfolgt die Vorbereitung der Castor-Behälter für den Abtransport. Danach werden die Castor-Behälter mit dem Hallenkran aus dem Wartungsbereich in den Verladebereich gefahren und im Transportgestell auf dem Schwerlastwagen abgelegt. Die nach Verkehrsrecht zugelassenen Stoßdämpfer werden boden- und deckelseitig angebracht. Vor Abtransport werden die Castor-Behälter auf Einhaltung der verkehrsrechtlichen Vorschriften und der Annahmebedingungen des Transportziels geprüft. Aus heutiger Sicht wird der Abtransport vorzugsweise über die Schiene erfolgen. Nach dem Abtransport des letzten Castor-Behälters befinden sich keine Kernbrennstoffe mehr im ESTRAL.

5.2.2 Instandhaltungsarbeiten

5.2.2.1 Allgemeines

Instandhaltungsarbeiten können im ESTRAL an den baulichen und technischen Einrichtungen (z. B. Krananlagen, Lüftungs- und Klimaanlage, Schaltanlagen der Elektroenergieversorgung, Beleuchtung, Personendosimetrie, ODL-Messeinrichtungen, Kommunikationstechnik und Meldeanlagen) durchgeführt werden.

Außerdem können Instandhaltungsarbeiten an den Castor-Behältern durchgeführt werden, u. a. zur Aufrechterhaltung der Lagerfähigkeit oder zur Vorbereitung des Abtransportes.

Im Lagerbereich werden regelmäßig folgende Maßnahmen an den Castor-Behältern durchgeführt:

- Sichtprüfungen und
 - ODL-Messungen.
-

Im Wartungsbereich können u. a. folgende Arbeiten an den Castor-Behältern durchgeführt werden:

- Montage und Demontage der Schutzplatte,
- Ausbesserung des Korrosionsschutzes und des Farbanstriches sowie Konservierungsmaßnahmen und
- Dichtheitsprüfung vor Abtransport.

Jeder Castor-Behälter ist im Lagerbereich an das Behälterüberwachungssystem angeschlossen, um eine kontinuierliche Überwachung des Sperrraums auf Druckverlust durchzuführen. Bei einer Meldung des Behälterüberwachungssystems wird geprüft, ob ein Systemfehler (Drahtbruch, Signalfehler oder Kurzschluss) oder eine Störmeldung eines Druckschalters vorliegt. Liegt eine Störmeldung vor, muss der entsprechende Castor-Behälter vom Behälterüberwachungssystem getrennt und mit dem Lagerhallenkran in den Wartungsbereich gefahren werden. Der Vorgang ist der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde anzuzeigen und muss bei den internationalen Organisationen Europäische Atomgemeinschaft (EURATOM) und International Atomic Energy Agency (IAEA) gemeldet werden.

Im Wartungsbereich wird dann die Reparatur am Doppeldeckel-Dichtsystem durchgeführt. Aufgrund der Langzeitbeständigkeit und der hohen Korrosionsresistenz der Deckeldichtungen ist das Auftreten einer Undichtheit am Deckelsystem äußerst unwahrscheinlich. Sollte der unwahrscheinliche Fall eintreten, dass das Doppeldeckel-Dichtsystem des Castor-Behälters repariert werden muss, greift das im nachfolgenden Kapitel 5.2.2.2 beschriebene Vorgehen.

5.2.2.2 Reparatur des Doppeldeckel-Dichtsystems

Nach dem Abstellen des Castor-Behälters im Wartungsbereich sind zunächst folgende Tätigkeiten vor Durchführung der Reparatur des Doppeldeckel-Dichtsystem erforderlich:

- Radiologische Arbeitsfreigabe,
 - Visuelle Überprüfung am Deckelsystem,
 - Visuelle Kontrolle des Überwachungskabels,
 - Demontage des Überwachungskabels und der Kabeldurchführung und
 - Demontage der Schutzplatte.
-

Im Folgenden wird der Ablauf der Reparatur beschrieben:

Wenn die Störmeldung „Referenzraumdruck tief“ vorliegt, wird nur der Druckschalter geprüft und ggf. ausgewechselt.

Sollte der Druckschalter selbst nicht die Ursache für die Störmeldung sein, sondern tatsächlich ein Nachlassen einer der beiden Deckelbarrieren vorliegen (Störmeldung „Sperrraumdruck tief“), wird zunächst die Dichtung des Sekundärdeckels einer Dichtheitsprüfung unterzogen. Bei einer nicht mehr spezifikationsgerechten Dichtheit wird der Sekundärdeckel entfernt und die Dichtung ausgewechselt. Die Dichtheit des Castor-Behälters und die Abschirmung vor der Strahlung im Innenraum des Castor-Behälters sind dabei durch den Primärdeckel sichergestellt. Besondere Schutzmaßnahmen für das Personal und die Umgebung sind nicht erforderlich.

Bei spezifikationsgerechter Dichtheit des Sekundärdeckels wird der Druckschalter einer Funktionsprüfung unterzogen. Wenn weder der Druckschalter defekt ist, noch die Sekundärdeckeldichtung undicht ist, ist von einer nicht mehr spezifikationsgerechten Dichtheit des Primärdeckels auszugehen. Die Wiederherstellung der zwei Dichtbarrieren erfolgt dann nach einem bewährten Reparaturkonzept. Das Öffnen des Primärdeckels ist dabei nicht erforderlich. Es wird ein für die jeweilige Behälterbauart konstruierter Fügedeckel über dem Sekundärdeckel auf den Behälterkörper aufgelegt und mit dem Behälterkörper dicht verschweißt. Der Druckschalter wird zur Überwachung in den Fügedeckel eingebaut. Über dem Fügedeckel wird erneut eine Schutzplatte montiert, die das Deckelsystem vor äußeren Einflüssen schützt. Zwischen dem Sekundärdeckel und dem Fügedeckel befindet sich ein neugeschaffener Ersatzsperrraum, der mit Helium-Überdruck eingestellt wird. Nach der integralen Dichtheitsprüfung der Fügedeckel-Dichtbarriere ist der Castor-Behälter bereit für die Wiedereinlagerung in den Lagerbereich.

5.3 Betriebsvorschriften

5.3.1 Betriebshandbuch

Der Betrieb des ESTRAL erfolgt auf der Grundlage eines Betriebshandbuches (BHB). Das BHB ist die Unterlage, die alle Anweisungen an das Personal enthält, die für den bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage und zur Beherrschung von Störfällen erforderlich sind. Das BHB wird in Anlehnung an die KTA-Regel 1201 „Anforderungen an das Betriebshandbuch“ /L-24/ aufgebaut.

5.3.2 Prüfhandbuch

Zur Sicherstellung der ordnungsgemäßen Qualität werden regelmäßig Inspektionen und wiederkehrende Prüfungen durchgeführt. Diese sind im Prüfhandbuch (PHB) in Anlehnung an die KTA-Regel 1202 „Anforderungen an das Prüfhandbuch“ /L-25/ zusammengefasst. Das PHB besteht aus Prüfliste und Prüfanweisungen mit Angabe des Prüfindervalls sowie den Anwendungshinweisen.

5.4 Strahlenschutz

Die Zwischenlagerung der Castor-Behälter im ESTRAL besitzt ein hohes Maß an inhärenter Sicherheit. Menschliche Eingriffe sind auf ein Minimum reduziert. Ziel des Strahlenschutzes ist es, Mensch und Umwelt vor schädlichen Wirkungen von ionisierender Strahlung zu schützen. Dazu zählen die Minimierung der Exposition sowohl der im ESTRAL tätigen Personen als auch der Bevölkerung. Der Strahlenschutz im ESTRAL wird gemäß den Anforderungen des Strahlenschutzgesetzes /L-2/ und der Strahlenschutzverordnung /L-5/ sichergestellt. Die Strahlenschutzgrundsätze "Dosisbegrenzung" § 9 StrlSchG /L-2/ und "Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung" § 8 StrlSchG /L-2/ werden eingehalten.

Die wesentlichen Aufgaben des Strahlenschutzes im ESTRAL sind:

- Einhaltung der Dosisgrenzwerte innerhalb und außerhalb des ESTRAL,
- Festlegung und Überwachung der Strahlenschutzbereiche,
- Strahlenschutzüberwachung einschließlich Personen- und Anlagenüberwachung,
- Radiologische Überwachung bei der Behälterannahme und beim Behälterabtransport sowie
- Dokumentation von strahlenschutzrelevanten Vorgängen.

5.4.1 Strahlenschutzbereiche

Im ESTRAL werden gemäß § 52 StrlSchV /L-5/ Strahlenschutzbereiche eingerichtet und entsprechend den §§ 53 und 91 StrlSchV /L-5/ deutlich sichtbar und dauerhaft gekennzeichnet. Hierbei wird in Abhängigkeit der möglichen Exposition zwischen Überwachungsbereichen, Kontrollbereichen und Sperrbereichen unterschieden. Das Lagergebäude umfasst dabei zwei voneinander getrennt zu betretende Kontrollbereiche, welche den Zugang sowohl zum Lagerbereich (Kontrollbereich 1) als auch zum Wartungsbereich (Kontrollbereich 2) gewährleisten. Ein Sperrbereich ist im Lagergebäude nicht erforderlich. Der Zutritt zu den Strahlenschutzbereichen erfolgt entsprechend den Vorgaben des § 55 StrlSchV /L-5/. Die Strahlenschutzbereiche des ESTRAL sind in den nachfolgenden Abbildungen für den Außenbereich und für das Lagergebäude dargestellt.



Abbildung 5.1: Strahlenschutzbereiche des ESTRAL

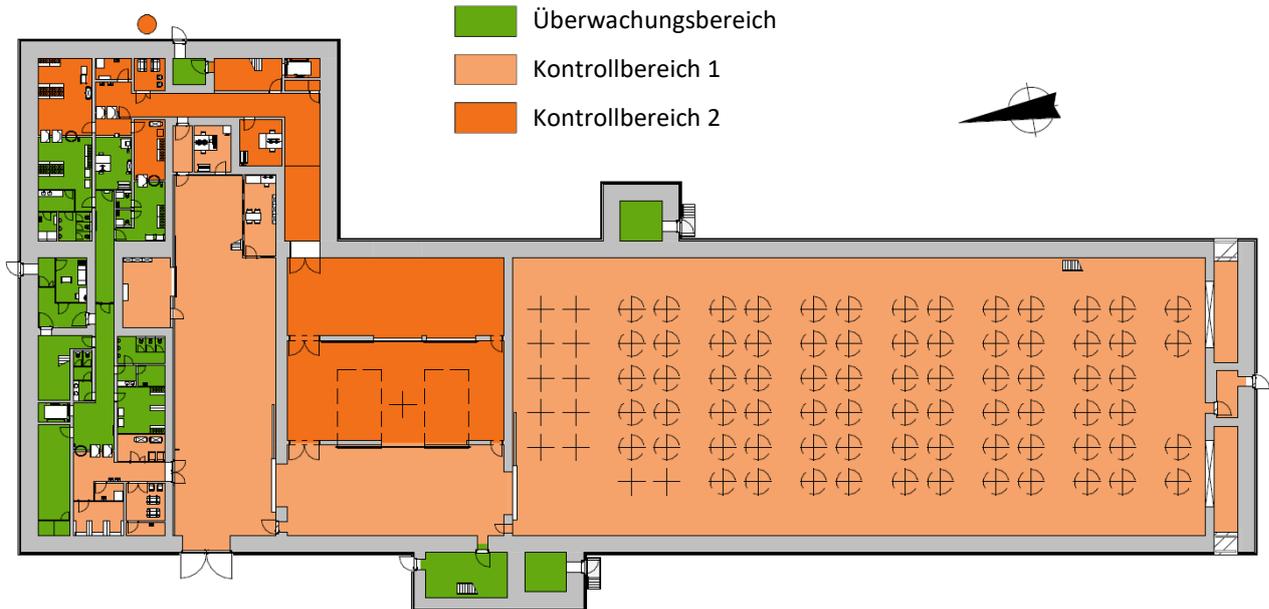


Abbildung 5.2: Strahlenschutzbereiche im Lagergebäude

5.4.1.1 Überwachungsbereiche

Strahlenschutzbereiche sind einzurichten als Überwachungsbereich, wenn in betrieblichen Bereichen, die nicht zum Kontrollbereich gehören, Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv oder höhere Organ-Äquivalentdosen als 50 mSv für die lokale Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können (§ 52 Abs. 2 Ziffer 1 StrlSchV /L-5/). Maßgebend bei der Festlegung der Grenze des Überwachungsbereiches ist eine Aufenthaltszeit von 40 Stunden je Woche und 50 Wochen im Kalenderjahr.

Für das ESTRAL werden als Überwachungsbereich allgemein zugängliche Bereiche innerhalb des Lagergebäudes sowie der gesamte Außenbereich bis zur Grenze des ESTRAL-Betriebsgeländes eingerichtet. Der Zugang zum Überwachungsbereich des ESTRAL wird durch die Einrichtungen der Anlagensicherung beschränkt.

5.4.1.2 Kontrollbereiche

Strahlenschutzbereiche sind einzurichten als Kontrollbereich, wenn Personen im Kalenderjahr eine effektive Dosis von mehr als 6 mSv oder höhere Organ-Äquivalentdosen als 15 mSv für die Augenlinse oder 150 mSv für die lokale Haut, die Hände, die Unterarme, die Füße und Knöchel erhalten können (§ 52 Abs. 2 Ziffer 2 StrlSchV /L-5/). Maßgebend bei der Festlegung der Grenze des Kontrollbereiches ist eine Aufenthaltszeit von 40 Stunden je Woche und 50 Wochen im Kalenderjahr.

Im Lagergebäude werden zwei Kontrollbereiche nach § 52 StrlSchV /L-5/ eingerichtet. Der Kontrollbereich 1 bzw. 2 wird grundsätzlich nur über einen der beiden Kontrollbereichszugänge im Sozial- und Infrastrukturbereich betreten. Zum Kontrollbereich haben nur Personen ständig Zutritt, die dort betriebliche Aufgaben wahrnehmen müssen und die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- Sie sind nach § 71 StrlSchV /L-5/ entweder der Kategorie A oder der Kategorie B der beruflich exponierten Personen zugeordnet,
- sie unterliegen der Personenüberwachung nach § 64 StrlSchV /L-5/ einschließlich der nach § 77 StrlSchV /L-5/ erforderlichen ärztlichen Überwachung,
- für sie bestehen keine Beschäftigungsverbote nach § 70 StrlSchV /L-5/ und
- sie sind gemäß § 63 StrlSchV /L-5/ unterwiesen.

Anderen Personen ist der Zutritt zum Kontrollbereich nur in Begleitung durch fachkundiges Personal gestattet. Für jede im Kontrollbereich beschäftigte Person werden die strahlenschutzrelevanten Daten in einer Strahlenschutzdatei geführt.

Das Verlassen des Kontrollbereichs erfolgt außer im Gefahrfall über den Kontrollbereichsein- und -ausgang im Sozial- und Infrastrukturbereich. Das Verlassen des Kontrollbereiches ist im Gefahrfall über die Fluchtkoffer und Fluchttüren möglich. Das Verhalten im Gefahrfall wird im Betriebshandbuch geregelt.

5.4.1.3 Sperrbereiche

Strahlenschutzbereiche sind einzurichten als Sperrbereich, wenn in einem Bereich die Ortsdosisleistung höher als 3 mSv pro Stunde sein kann; ein Sperrbereich ist Teil des Kontrollbereichs (§ 52 Abs. 2 Ziffer 3 StrlSchV /L-5/).

Maximale Ortsdosisleistungen ergeben sich im Lagerbereich zwischen den Castor-Behältern und im Wartungsbereich während der Instandhaltungsarbeiten an einem Castor-Behälter. Diese unterschreiten in jedem Fall 3 mSv/h und liegen damit unter der Ortsdosisleistung eines Sperrbereiches gemäß § 52 Abs. 2 Ziffer 3 StrlSchV /L-5/. Im ESTRAL werden nur Castor-Behälter mit einer maximalen Ortsdosisleistung an der Behälteroberfläche von 0,022 mSv/h (Gammastrahlung) bzw. 0,065 mSv/h (Neutronenstrahlung) gehandhabt. Eine Einrichtung einzelner Räume als Sperrbereich entsprechend § 52 Abs. 2 Ziffer 3 StrlSchV /L-5/ ist damit nicht erforderlich.

5.4.2 Strahlungsüberwachung

Das ESTRAL wird zum Schutz des Personals und der Umwelt vor ionisierender Strahlung mit Einrichtungen zum Strahlenschutz ausgerüstet. Diese Einrichtungen gliedern sich in die Bereiche:

- Personenüberwachung,
- Raum- und Arbeitsplatzüberwachung und
- Emissions- und Immissionsüberwachung.

Die Personenüberwachung dient der Ermittlung der Personendosis für Personen innerhalb des Kontrollbereiches und bei bestimmten Erfordernissen auch im Überwachungsbereich. Darüber hinaus dient sie der Verhinderung einer unzulässigen Exposition durch Warnung bei Überschreiten eines der auszuführenden Tätigkeit entsprechend voreingestellten Schwellenwertes sowie der Dokumentation der Messwerte und der Überprüfung der Kontamination an Haut oder Kleidung von Personen, die den Kontrollbereich verlassen.

Die Raum- und Arbeitsplatzüberwachung hat die Aufgabe, die radiologischen Randbedingungen für die durchzuführenden Tätigkeiten festzustellen und ggf. Maßnahmen zur Reduzierung von Kontamination und Personendosis zu ergreifen (Abschirmungen, Dekontaminationen etc.). Zur Überwachung der Räume und Arbeitsplätze im ESTRAL werden sowohl fest installierte Messgeräte als auch mobile Geräte eingesetzt.

Die Emissions- und Immissionsüberwachung wird entsprechend der Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI) /L-17/ durchgeführt. Die Ableitungen über den Luftpfad aus dem ESTRAL werden entsprechend den Forderungen des § 103 StrlSchV /L-5/ überwacht. Ableitungen über den Wasserpfad gibt es keine. Im Außenbereich werden Messcontainer zur Umgebungsüberwachung aufgestellt, mit denen Messungen der Gamma- und Neutronen-Ortsdosisleistungen sowie Aerosolmessungen durchgeführt werden. Die Messungen zur Bestimmung der Gamma- und Neutronen-Ortsdosis in der Umgebung des ESTRAL erfolgen mit Hilfe von Dosimetern an verschiedenen Messpunkten an der Zaunanlage des ESTRAL.

5.4.3 Radiologische Überwachung bei Behälterannahme und -abtransport

Radiologische Messungen der Oberflächenkontamination und Ortsdosisleistung bei der Behälterannahme im ESTRAL sind nicht erforderlich, da die Messergebnisse der Ausgangsprüfung des ZLN als Eingangsprüfung des ESTRAL verwendet werden können. Dadurch wird eine unnötige Exposition des Personals im Sinne des § 8

StrISchG /L-2/ vermieden. Es wird lediglich eine Eingangskontrolle der Castor-Behälter durch Dokumentationsprüfung der Begleitpapiere vorgenommen.

Vor dem Abtransport der Castor-Behälter an eine Anlage zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle erfolgen radiologische Messungen der Oberflächenkontamination und der Ortsdosisleistung sowie eine Kontrolle der Einhaltung der verkehrsrechtlichen Vorschriften und der Annahmebedingungen des Transportziels.

5.5 Qualitätssicherung

5.5.1 Allgemeines

Die Planung, Auslegung und Errichtung sowie die Inbetriebsetzung und der Betrieb des ESTRAL erfolgen in Anlehnung an die festgelegten Grundsätze und Forderungen zur Qualitätssicherung (QS) der KTA 1401 /L-26/ sowie auf Grundlage eines Qualitätsmanagements (QM) nach DIN EN ISO 9000 ff /L-22/. Auch bei der Herstellung und Fertigung der Castor-Behälter und der zugehörigen Komponenten sowie bei der Beladung der Castor-Behälter wurden die einschlägigen Regelwerke zur Qualitätssicherung beachtet (siehe Kapitel 4.1).

Das Qualitätsmanagement umfasst die Gesamtheit aller organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Sicherung der Qualität. Die wesentlichen Festlegungen zur Qualitätssicherung sind im Betriebshandbuch des ESTRAL enthalten. Soweit keine speziellen Anforderungen an die kerntechnische Sicherheit oder den Strahlenschutz zu stellen sind, werden die allgemeinen technischen Normen (konventionelles Regelwerk) angewandt.

Die Einhaltung der qualitätssichernden Maßnahmen wird entsprechend den ESK-Leitlinien /L-6/ vom Hersteller durch ein Qualitätssicherungssystem einschließlich eines Qualitätssicherungsprogrammes gewährleistet.

5.5.2 Qualitätssicherung bei der Planung, Errichtung und Inbetriebnahme

Die Planung und Errichtung des ESTRAL sowie die Einrichtung und Inbetriebnahme der Systeme und Komponenten werden durch Kontrollen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie der zuständigen Bauaufsichtsbehörde begleitet und abgenommen.

Grundlage bei der Planung, Fertigung und Inbetriebnahme der Systeme und Komponenten im ESTRAL ist eine Klassifizierung entsprechend ihrer jeweiligen Funktion und Wichtigkeit in die Qualitätsklassen QN (nuklear)

und QK (konventionell), die auch die jeweiligen Anforderungen an das Qualitätsmanagement-System (QM-System) der Lieferanten vorgibt.

Für die Planung des ESTRAL werden dem anerkannten Stand der Technik entsprechende Berechnungsmethoden und Konstruktionen angewendet sowie Fertigungs- und Prüfmethoden berücksichtigt. Die Qualitätssicherung sicherheitstechnisch relevanter Einrichtungen und Systeme erfolgt u. a. durch Vorprüfung der Unterlagen und fertigungs- und baubegleitende Kontrollen sowie durch Funktions- und Abnahmeprüfungen.

Bei Feststellung von Abweichungen von der festgelegten Qualität, z. B. durch die Prüfung, werden die Ursachen ermittelt und Maßnahmen zur Behebung der Abweichungen ergriffen. Nach Behebung der Abweichungen erfolgt eine erneute Prüfung und bei positivem Prüfergebnis die Freigabe.

5.5.3 Qualitätssicherung im Betrieb

Durch die Betriebsorganisation des ESTRAL wird sichergestellt, dass sicherheitstechnisch relevante Maßnahmen und Entscheidungen nur von entsprechend qualifizierten Personen durchgeführt werden. Durch Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen des Personals ist gewährleistet, dass die erforderlichen Kenntnisse und Fähigkeiten vorhanden sind bzw. erhalten bleiben und weiterentwickelt werden.

Im Betriebshandbuch sind der bestimmungsgemäße Betrieb im ESTRAL und die Handhabung sowohl der Einrichtungen und Systeme als auch der Castor-Behälter geregelt.

Während des Betriebes werden wiederkehrende Prüfungen und Instandhaltungsmaßnahmen im ESTRAL durchgeführt. Dies stellt die ordnungsgemäße Funktion der Systeme, Komponenten sowie der Gebäude und der Castor-Behälter sicher. Instandhaltungsmaßnahmen an den Castor-Behältern, wie z. B. Inspektion oder Funktionsprüfungen, dienen der Aufrechterhaltung der Lagerfähigkeit oder der Vorbereitung des Abtransportes der Castor-Behälter. Im Prüfhandbuch ist festgeschrieben, an welchen Systemen, Komponenten und Gebäudeteilen sowie Castor-Behältern wiederkehrende Prüfungen durchgeführt werden müssen. Weiterhin sind im Prüfhandbuch die Zuständigkeiten für die Durchführungen von wiederkehrenden Prüfungen, der Umfang der Sachverständigen- oder Gutachterbeteiligung sowie die Zeitintervalle der Durchführung festgelegt.

5.5.4 Dokumentation der qualitätssichernden Maßnahmen

Alle Unterlagen für das ESTRAL werden gekennzeichnet und sind eindeutig identifizierbar. Vor der Freigabe der Unterlagen erfolgt eine interne Prüfung. Die Archivierung der relevanten Unterlagen erfolgt auf der

Grundlage eines Dokumentationshandbuchs. Die Lenkung aller Dokumente ist zur Etablierung, Sicherung und Qualitätsüberwachung des Informationsflusses erforderlich. Zum Zweck der Kenntnis- und Erfahrungssicherung sowie zur Rückverfolg- und Nachweisbarkeit werden alle lenkungspflichtigen Unterlagen archiviert.

5.6 Anfallende sonstige radioaktive Stoffe

5.6.1 Feste radioaktive Stoffe

Feste radioaktive Stoffe fallen beim Betrieb des ESTRAL nur in geringen Mengen an. Die Menge an festen radioaktiven Stoffen wird auf der Grundlage vorliegender Erfahrungen aus dem ZLN auf ca. 1 m³ im Kalenderjahr geschätzt. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um inhomogene radioaktive Stoffe, wie z. B. Textilien, Schutzbekleidung und Wischtestpapiere sowie Materialien, die bei Reparatur- und Austauscharbeiten anfallen, wie z. B. Kabel, Elektronik oder Batterien. Die radioaktiven Stoffe werden in verschließbaren, nicht brennbaren Behältnissen im Kontrollbereich gesammelt und im ESTRAL aufbewahrt. Nach einer Vorabmessung werden die radioaktiven Stoffe eingeteilt in radioaktive Reststoffe zur Freimessung oder in radioaktiven Abfall zur Entsorgung und an die entsprechenden Anlagen der EWN zur weiteren Bearbeitung abgegeben.

5.6.2 Flüssige radioaktive Stoffe

Flüssige radioaktive Stoffe fallen beim Betrieb des ESTRAL nur in geringen Mengen an, z. B. Abwässer aus dem aktiven Umkleidebereich und Kondensat aus der Lüftungsanlage. Die geschätzte Menge an flüssigen radioaktiven Stoffen beträgt ca. 9 m³ im Kalenderjahr. Die flüssigen radioaktiven Stoffe werden getrennt gesammelt, z. B. in Tankcontainern (Intermediate Bulk Container / IBC), beprobt und an die Konditionierungsanlagen der EWN zur fachgerechten Behandlung übergeben. Eine Ableitung der Abwässer aus dem ESTRAL erfolgt nicht.

5.7 Eigenständigkeit des ESTRAL

Bei Zwischenlagern, die sich in direkter Nachbarschaft zu weiteren in Betrieb befindlichen kerntechnischen Anlagen befinden, ist es zulässig, infrastrukturelle Einrichtungen oder Dienstleistungen gemeinsam zu nutzen. Die EWN stellt für den Betrieb des ESTRAL folgende infrastrukturelle Einrichtungen zur Mitnutzung zur Verfügung:

- Medienver- und -entsorgung einschließlich elektrischer Versorgung,
 - Entsorgung von Betriebsabfällen,
 - Archivierung,
-

- Ausbildung,
- Qualitätssicherungsüberwachung,
- Objektsicherungsdienst,
- Verwaltung und
- Werkfeuerwehr.

Darüber hinaus stellt die EWN entsprechendes Personal für den Betrieb des ESTRAL zur Verfügung. Dazu zählt u. a.:

- Strahlenschutzpersonal,
- Erste-Hilfe-Personal und
- Personal für die Durchführung der betrieblichen Aufgaben (z. B. Instandhaltung und Transport).

Bei einer gemeinsamen Nutzung ist dafür gesorgt, dass der Betrieb des ESTRAL nicht in sicherheitstechnisch unzulässiger Weise beeinträchtigt wird.

5.8 Notfallschutz

Entsprechend den ESK-Leitlinien /L-6/ ist für das ESTRAL ein anlageninterner Notfallplan auszuarbeiten. Im Notfallplan werden die Vorkehrungen für radiologische und nicht-radiologische Ereignisse beschrieben. Diese sind:

- Maßnahmen zur Vorbereitung auf Notfälle,
- Regelungen zum Personal, den Zuständigkeiten und Vorkehrungen und
- Maßnahmen zur Bewertung der Auswirkungen des Ereignisses.

Die bei außergewöhnlichen Ereignissen zu treffenden Maßnahmen sind zudem in der Alarmordnung des Betriebshandbuchs festgelegt.

5.9 Periodische Sicherheitsüberprüfung

Für das ESTRAL wird gemäß § 19a Abs. 3 AtG /L-1/ regelmäßig alle zehn Jahre eine Überprüfung und Bewertung der nuklearen Sicherheit durchgeführt. Bei dieser periodischen Sicherheitsüberprüfung wird überprüft, ob die Anlage weiterhin dem Stand von Wissenschaft und Technik entspricht.

Maßgebende Regelungen und Anforderungen für die Durchführung und Dokumentation einer periodischen Sicherheitsüberprüfung ergeben sich aus den ESK-Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen /L-27/. Diese beinhalten:

- die regelmäßige Überprüfung des Lagergebäudes durch Begehung,
- die Anfertigung eines Zustandsberichts mit besonderer Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Gebäudeteile,
- die Durchführung wiederkehrender Setzungsmessungen,
- die Auswertung der Messungen und Prüfergebnisse und
- die Festlegung und Durchführung geeigneter Instandsetzungsmaßnahmen.

Maschinentechnische, elektrotechnische sowie leit- und kommunikationstechnische Einrichtungen des ESTRAL unterliegen regelmäßigen Inspektions- und Wartungsarbeiten.

5.10 Alterungsmanagement

Zur Beherrschung der Alterungseffekte während der beantragten Nutzungsdauer des ESTRAL sind ein Alterungsmanagementkonzept vorzulegen und Maßnahmen entsprechend den Empfehlungen der ESK zum Alterungsmanagement /L-27/ u. a. durchzuführen für:

- Technische und bauliche Einrichtungen
 - Maschinentechnische Einrichtungen,
 - Elektro- und leittechnische Einrichtungen,
 - Bauwerke und bauliche Einrichtungen und
- Spezifikations- und Dokumentationsunterlagen.

Das Überwachungskonzept zum Alterungsmanagement umfasst:

- Festlegung und Anpassung von Maßnahmen zur Überwachung der technischen Alterung für das Sicherheitssystem und die sonstigen sicherheitstechnisch wichtigen Systeme und deren Komponenten,
 - Durchführung der festgelegten Maßnahmen zur Überwachung der technischen Alterung im ESTRAL,
 - Durchführung von Maßnahmen zur Beherrschung von Alterungsmechanismen und
 - Überprüfung und Anpassung des Überwachungskonzeptes und der Maßnahmen zur Beherrschung von Alterungsmechanismen.
-

Maßnahmen zur Überwachung der Alterungsmechanismen werden im Betriebshandbuch und Prüfhandbuch des ESTRAL festgelegt.

Durch die während des Betriebes vorzusehenden Maßnahmen im Rahmen des Alterungsmanagements werden die notwendigen Voraussetzungen dafür geschaffen, dass der technisch einwandfreie Zustand der Castor-Behälter kontinuierlich (siehe auch Kapitel 5.2.2 zu Instandhaltungsarbeiten) nachgewiesen bzw. überprüft werden kann.

6 Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb

Im vorliegenden Kapitel erfolgt eine Sicherheitsanalyse für den bestimmungsgemäßen Betrieb des ESTRAL hinsichtlich der Einhaltung der in Kapitel 1.4 genannten Schutzziele unter Berücksichtigung der im Kapitel 4.1 dargestellten sicherheitsrelevanten Auslegungsmerkmale der Castor-Behälter. Die Einhaltung der Schutzziele wird mit Hilfe rechnerischer Nachweise unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und kerntechnischen Regelwerke sichergestellt.

Der bestimmungsgemäße Betrieb umfasst die Betriebsvorgänge Normalbetrieb und anomaler Betrieb. Unter Normalbetrieb wird der funktionsfähige Zustand der Systeme verstanden (ungestörter Betriebszustand). Der anomale Betrieb umfasst Betriebsvorgänge, die bei Fehlfunktion von Anlagenteilen oder Systemen ablaufen (gestörter Zustand, Betriebsstörungen). Der anomale Betrieb ist gemäß den ESK-Leitlinien /L-6/ gegenüber den auslegungsbestimmenden Störfällen sowie den auslegungsüberschreitenden Ereignissen abgegrenzt. Da der anomale Betrieb im Rahmen des bestimmungsgemäßen Betriebes zu berücksichtigen ist, erfolgt auch die Ermittlung der Exposition aus dem anomalen Betrieb im vorliegenden Kapitel 6. Die technische Beschreibung der zum anomalen Betrieb gehörenden Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme ist im Kapitel 7.3.1.3 zusammen mit den Störfällen beschrieben.

6.1 Sicherer Einschluss der radioaktiven Stoffe

Der langfristige sichere Einschluss der radioaktiven Stoffe im ESTRAL wird im Wesentlichen durch die konstruktive Auslegung der Castor-Behälter gewährleistet. Die technischen und konstruktiven Anforderungen sowie Auslegungsmerkmale der Castor-Behälter sind im Kapitel 4.1 beschrieben. Die bestimmenden Gesichtspunkte für einen sicheren Einschluss werden im Folgenden dargestellt.

Das Kapitel 6.1.1 erläutert die Dichtbarrieren der Castor-Behälter. Der aus dem Aktivitätsinventar in den Innenraum der Castor-Behälter gelangende Anteil der Aktivität ist im Kapitel 6.1.2 abgeleitet. Im Kapitel 6.1.3 wird die Freisetzung in die Umgebung und die daraus resultierende Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung bestimmt.

Aus den Betrachtungen resultieren ausschließlich vernachlässigbare Expositionen.

6.1.1 Dichtigkeit der Castor-Behälter

Die Castor-Behälter sind durch das Doppeldeckel-Dichtsystem (Funktionsweise siehe Kapitel 4.1.2) dicht verschlossen und der dichte Einschluss wird während der gesamten Lagerzeit kontinuierlich überwacht. Die eingesetzten Metaldichtungen bilden eine Dichtbarriere zwischen Behälterkörper und Deckel und die zulässige Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ wird so für jede der Dichtbarrieren unabhängig erreicht. Außerdem gibt es ein bewährtes Vorgehen zur Reparatur des Doppeldeckel-Dichtsystems (siehe Kapitel 5.2.2.2). Im Falle eines Nachlassens der Dichtigkeit kann somit jederzeit ein intaktes Doppeldeckel-Dichtsystem wiederhergestellt werden. Eine unzulässige Freisetzung von Aktivität in die Umgebung ist daher ausgeschlossen.

6.1.2 Freisetzung von Aktivität in den Behälterinnenraum

In den Castor-Behältern sind Kernbrennstoffe und aktivierte Core-Bauteile enthalten. Die Kernbrennstoffe sind in einer festen Matrix eingebunden und von einer metallischen Hülle umschlossen. Durch Schädigungen der metallischen Hülle können gasförmige Nuklide und flüchtige Verbindungen in den Behälterinnenraum gelangen. Für die in Kapitel 4.2 genannten Inventare in den 74 Castor-Behältern, welche im Folgenden nach Kategorien zusammengefasst wurden, erfolgt eine Bewertung der möglichen theoretischen Freisetzung der Aktivität in den Behälterinnenraum:

- **Brennstäbe in Brennelementen**

In den Behältern der Bauarten CASTOR® 440/84 bzw. 440/84 mvK und KRB-MOX befinden sich WWER-Brennelemente (BE). Jeder Brennstab besteht aus einem Brennstabhüllrohr, in dem der Kernbrennstoff in Pelletform eingeschlossen ist. In den Brennstäben bilden sich beim radioaktiven Zerfall gasförmige Nuklide und flüchtige Verbindungen, die teilweise aus den Pellets in die Spaltgas-Sammelräume entweichen und beim Vorliegen von Hüllrohrschäden in den Behälterinnenraum gelangen.

Vor der Beladung der Castor-Behälter im KGR und im KKR wurden die Brennelemente auf Dichtigkeit geprüft. Dabei wurden an einigen Brennelementen Hüllrohrschäden festgestellt. Während des Lagerbetriebs des TBL des ZLN sowie des ESTRAL ist kein systematisches Hüllrohrversagen zu erwarten. Auch infolge der Umlagerung der Castor-Behälter vom TBL des ZLN in das ESTRAL ist kein systematisches Hüllrohrversagen zu erwarten, da die Belastungen der Hüllrohre durch den innerbetrieblichen Transfer gering sind.

Für die Aktivitätsfreisetzung aus den Brennelementen in den Behälterinnenraum sind die gasförmigen Nuklide Tritium (H-3), Krypton (Kr-85), Jod (I-129) und das flüchtige Cäsium (Cs-134 und Cs-137) zu betrachten. Der Freisetzungsmechanismus in die Umgebung und die daraus resultierende Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung werden im Kapitel 6.1.3 dargestellt.

- **Brennstäbe in Büchsen**

In den Behältern der Bauart CASTOR® KNK befinden sich KNK- und OH-Kernbrennstoff in Brennstäben, welche in Büchsen verpackt sind. Die Büchsen sind aus austenitischem Stahl gefertigt und deckel- und bodenseitig verschweißt. Die Brennstäbe bestehen wiederum aus einem Brennstabhüllrohr, in dem der Kernbrennstoff in Pelletform eingeschlossen ist. Mögliche Haarrisse in den Hüllrohren resultieren in einem begrenzten Austritt gasförmiger Nuklide und flüchtiger Verbindungen aus den Brennstäben in die Büchsen. Weiterhin wird ungeachtet der Verschweißung der Büchsen eine Freisetzung der Aktivität in den Behälterinnenraum unterstellt.

Für die Aktivitätsfreisetzung aus den Büchsen in den Behälterinnenraum sind die gasförmigen Nuklide Tritium (H-3), Krypton (Kr-85), Jod (I-129) und das flüchtige Cäsium (Cs-134 und Cs-137) zu betrachten. Der Freisetzungsmechanismus in die Umgebung und die daraus resultierende Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung werden im Kapitel 6.1.3 dargestellt.

- **HAW-Glaskokillen**

Die HAW-Glaskokillen sind in den Behältern der Bauart CASTOR® HAW 20/28 CG aufbewahrt. Bei HAW-Glaskokillen handelt es sich um dicht verschweißte Edelstahlkannen, die mit einer festen hochaktiven Glasmatrix gefüllt sind. Die Aktivität ist in der Glasmatrix mit Ausnahme von Diffusionsprozessen fest eingebunden. Die verschweißten Edelstahlkannen verhindern damit eine Freisetzung der beim radioaktiven Zerfall entstehenden geringen Mengen an gasförmigen Nukliden in den Behälterinnenraum. Zur Betrachtung einer möglichen Aktivitätsfreisetzung wird konservativ die Undichtheit einer Glaskokille unterstellt.

Für die Aktivitätsfreisetzung aus den Glaskokillen in den Behälterinnenraum sind die gasförmigen Nuklide Tritium (H-3), Krypton (Kr-85), Jod (I-129) und das flüchtige Cäsium (Cs-134 und Cs-137) zu betrachten. Der Freisetzungsmechanismus in die Umgebung und die daraus resultierende Exposition für Einzelpersonen der Bevölkerung werden im Kapitel 6.1.3 dargestellt.

- **Umschlossene Pu-Be-Quellen (Plutonium-Beryllium-Quellen) / Uranhaltige Ionisationskammern**

In einem Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 und dem Behälter der Bauart CASTOR® 440/84 mvK sind Pu-Be-Quellen und uranhaltige Ionisationskammern eingelagert, die ihrerseits in Stahlrohren dicht verschweißt sind. Diese tragen aufgrund des geringen Aktivitätsinventars und der Abwesenheit von flüchtigen oder gasförmigen Stoffen nicht zur Freisetzung der Aktivität bei.

- **Aktivierte Core-Bauteile**

In aktivierten Core-Bauteilen ist die Radioaktivität im Stahl gebunden (z. B. Co-60). Beim radioaktiven Zerfall werden darüber hinaus keine gasförmigen Nuklide und flüchtigen Verbindungen gebildet. Daher tragen die Core-Bauteile nicht zur Freisetzung von Aktivität bei.

6.1.3 Freisetzung von Aktivität aus dem Behälterinnenraum und resultierende Exposition

Aufgrund des großen Rückhaltevermögens des Dichtsystems der Castor-Behälter sind nur sehr geringe Freisetzungen von Aktivität aus dem Behälterinnenraum in die Umgebung zu erwarten. Im Folgenden werden die Freisetzung von Aktivität aus dem Behälterinnenraum über die jeweiligen Dichtbarrieren und die daraus resultierende Exposition in die Umgebung beschrieben. Die Ermittlung der theoretischen Aktivitätsfreisetzungen aus dem Behälterinnenraum und deren Exposition ist hinsichtlich der beiden verschiedenen Betriebszustände Normalbetrieb und anomaler Betrieb getrennt zu betrachten.

Für den Nachweis der Einhaltung des Dosisgrenzwertes gemäß § 99 Abs. 1 StrlSchV /L-5/ wird die Exposition aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe an den ungünstigsten Einwirkungsstellen in der Umgebung des ESTRAL ermittelt. Die ungünstigsten Einwirkungsstellen sind die Stellen in der Umgebung des Standortes, an denen aufgrund der Verteilung der abgeleiteten radioaktiven Stoffe in der Umwelt durch Aufenthalt oder durch Verzehr dort erzeugter Lebensmittel die höchste Exposition der Referenzperson zu erwarten ist. Hierbei werden die realen Nutzungsmöglichkeiten am Standort berücksichtigt. Für Einzelpersonen der Bevölkerung ist nur das Gelände außerhalb der Zaunanlage des ESTRAL frei zugänglich. Dort wird für die Berechnung der Exposition eine Aufenthaltsdauer von konservativ 8.760 Stunden im Kalenderjahr unterstellt (Daueraufenthalt).

6.1.3.1 Normalbetrieb

Im Normalbetrieb sind alle 74 Castor-Behälter im Lagerbereich gelagert und die beiden Dichtbarrieren (Primärdeckel- und Sekundärdeckel) des Castor-Behälters sind bei allen Behälterbauarten intakt. Die Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pro Barriere wird somit im gesamten Kalenderjahr gewährleistet.

Ausgehend von der maximal möglichen Aktivität der gasförmigen Radionuklide Tritium (H-3), Krypton (Kr-85), Jod (I-129) und der flüchtigen Verbindung Cäsium (Cs-134 und Cs-137) im Behälterinnenraum sowie der Berücksichtigung beider Barrieren ergibt sich eine freigesetzte Aktivität aus den Castor-Behältern, welche bei vollständiger Lagerbelegung für alle 74 Castor-Behälter zu einer effektiven Dosis von weniger als $1,00E-05$ mSv im Kalenderjahr in der Umgebung des ESTRAL führt. Die freigesetzten radioaktiven Stoffe aus dem Lagerbereich werden hierbei passiv durch Naturkonvektion über die beiden seitlichen, im oberen Bereich des Lagergebäudes befindlichen Abluftöffnungen an die Umgebung abgegeben.

Die resultierende Exposition aus dem Lagerbereich ist vernachlässigbar gering. Die Messergebnisse der Umgebungsüberwachung am Standort bestätigen dies dauerhaft seit der Einlagerung der Castor-Behälter im ZLN.

6.1.3.2 Anomaler Betrieb

Ein anomaler Betriebszustand liegt vor, wenn ein Nachlassen einer der beiden Dichtungsbarrieren des Doppeldeckel-Dichtsystems an einem Castor-Behälter auftritt und somit eine spezifikationsgerechte Dichtheit beider Deckel mit der Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nicht mehr gegeben ist. In diesem Fall zeigt das Behälterüberwachungssystem eine Störmeldung an. Im Folgenden werden die hierbei möglichen Szenarien beim anomalen Betrieb im Lager- und Wartungsbereich beschrieben.

Lagerbereich

Für den anomalen Betriebszustand im Lagerbereich wird ein Spontanversagen der Dichtungsbarriere des Sekundärdeckels unterstellt. Die Dichtungsbarriere des Primärdeckels besitzt unverändert die Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Als relevant für die Aktivitätsfreisetzung gilt der Zeitraum bis die entsprechende Störmeldung über das Behälterüberwachungssystem angezeigt wird. Für die Reparatur wird der Castor-Behälter in den Wartungsbereich gebracht.

Daraus ergibt sich bei Annahme der maximal möglichen Aktivität der flüchtigen Radionuklide im Behälterinnenraum und nur einer intakten Dichtungsbarriere am Primärdeckel eine freigesetzte Aktivität aus den Castor-Behältern, welche zu einer effektiven Dosis von weniger als $1,00E-04$ mSv im Kalenderjahr in der Umgebung des ESTRAL führt. Die freigesetzten radioaktiven Stoffe aus dem Lagerbereich werden wie im Normalbetrieb über die beiden seitlichen, im oberen Bereich des Lagergebäudes befindlichen Abluftöffnungen an die Umgebung abgegeben.

Die aus dem anomalen Betrieb des Lagerbereichs resultierende Exposition liegt im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlung. Somit ist der Dosisbeitrag vernachlässigbar gering.

Wartungsbereich

Im Wartungsbereich wird zunächst geprüft, an welcher der beiden Dichtungsbarrieren des Doppeldeckel-Dichtsystems die spezifizierte Dichtheit nicht mehr gegeben ist (vgl. Kap. 5.2.2.2).

Sekundärdeckel

Bei einer nicht mehr spezifikationsgerechten Dichtheit an der Dichtung des Sekundärdeckels erfolgt eine Druckentlastung des Sperrraumes und damit eine Spülung der im Sperrraum vorhandenen Aktivität in das Abluftkanalsystem des Wartungsbereiches. Die Dichtungsbarriere des Sekundärdeckels hat bei diesem Vorgang keine Funktion mehr. Nach der Spülung des Sperrraums wird der Sekundärdeckel entfernt und die Dichtung ausgewechselt. Während dieses Zeitraums ist die Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ an der Dichtungsbarriere des Primärdeckels weiterhin gewährleistet.

Aus der maximal möglichen Aktivitätsfreisetzung der flüchtigen Radionuklide aus dem Behälterinnenraum über die intakte Dichtungsbarriere am Primärdeckel und aus der Spülung des Sperrraums resultiert eine maximale Aktivitätsfreisetzung in die Raumluft des Wartungsbereiches von $4,41\text{E}+07 \text{ Bq}$. Die radioaktiven Stoffe in der Abluft aus dem Wartungsbereich werden über die nukleare Lüftungsanlage (Absaugung der luftgetragenen Kontamination) abgeführt und über den Kamin des Lagergebäudes in die Umgebung kontrolliert abgeleitet. Als effektive Dosis resultiert daraus ein Wert von weniger als $1,00\text{E}-03 \text{ mSv}$ im Kalenderjahr in der Umgebung des ESTRAL.

Die aus dem anomalen Betrieb des Wartungsbereiches resultierende Exposition liegt im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlung. Somit ist der Dosisbeitrag vernachlässigbar gering.

Primärdeckel

Bei einer nicht mehr spezifikationsgerechten Dichtheit des Primärdeckels wird gemäß dem bewährten Reparaturkonzept dieser nicht gewechselt, sondern ein zusätzlicher Deckel (Fügedeckel) über dem Sekundärdeckel aufgesetzt und mit dem Behälterkörper verschweißt. Das Doppeldeckel-Dichtsystem ist somit wiederhergestellt. In diesem Szenario wird ebenfalls die Aktivität aus dem Sperrraum freigesetzt, weil eine Spülung des Sperrraums immer stattfindet. Die Standard-Helium-Leckagerate von $\leq 1 \times 10^{-8} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ des Sekundärdeckels ist weiterhin gewährleistet. Die radiologischen Aspekte der Reparatur des Primärdeckels sind von denen des Dichtungswechsels des Sekundärdeckels abgedeckt.

6.2 Sichere Abfuhr der Zerfallswärme

Die sichere Abfuhr der Zerfallswärme aus den im Lagerbereich aufbewahrten Castor-Behältern erfolgt passiv durch Naturkonvektion an die Umgebung (siehe auch Kapitel 3.1.1 und 3.2.4). Hierzu gelangt die Außenluft im unteren Bereich der südlichen Stirnwand über zwei Zuluftöffnungen in den Lagerbereich und wird seitlich mit einem Winkel von 90 Grad in den Lagerbereich direkt zu den Castor-Behältern geführt, wo die Luft erwärmt wird. Am gegenüberliegenden Ende des Lagerbereiches befinden sich seitlich im oberen Bereich des Lagergebäudes zwei Abluftöffnungen, über die die erwärmte Luft nach dem Prinzip der Naturzuglüftung aus dem Lagerbereich abströmt. Das Prinzip der Wärmeabfuhr im Lagerbereich wird in Abbildung 6.1 gezeigt.

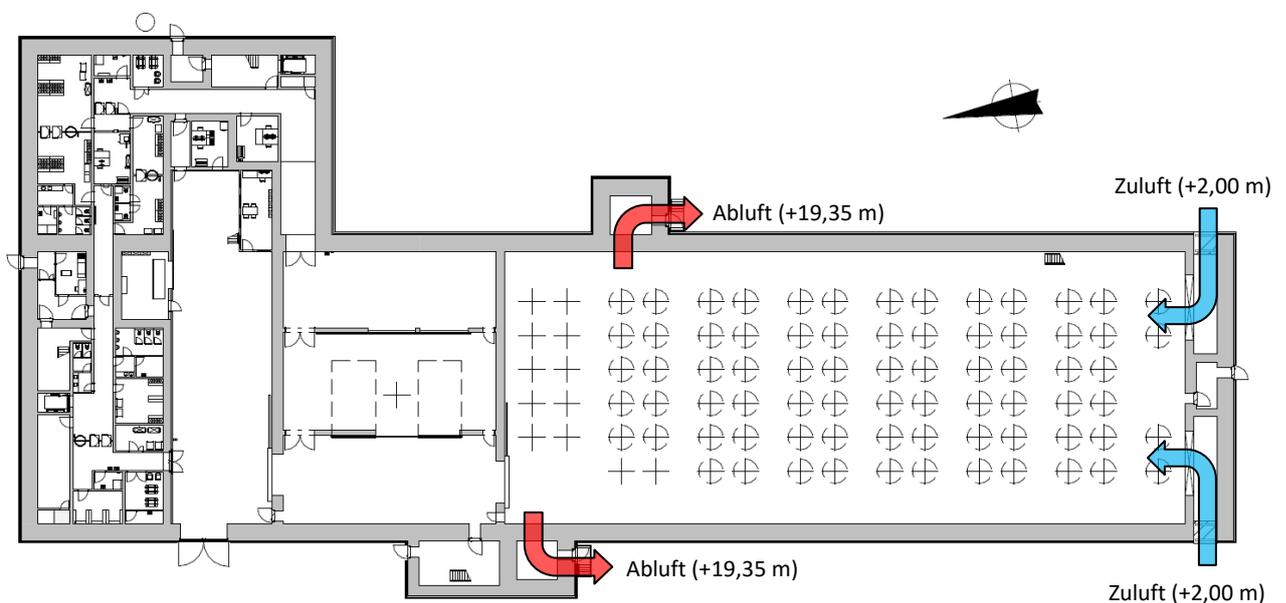


Abbildung 6.1: Wärmeabfuhrprinzip im Lagergebäude

Die technischen und konstruktiven Anforderungen der Castor-Behälter an die sichere Abfuhr der Zerfallswärme sind im Kapitel 4.1.3 beschrieben. Der Nachweis für die sichere Abfuhr der Zerfallswärme aus dem Lagergebäude wird im Folgenden dargestellt.

Die gesamte abzuführende Wärmeleistung liegt unter 400 kW (Antragswert, siehe Kapitel 4.2.6). Für die Naturkonvektion sind mit Hilfe einer numerischen Strömungssimulation die thermodynamischen Verhältnisse im Lagergebäude überprüft und die daraus resultierende Temperaturverteilung im Lagergebäude sowie die Ablufttemperaturen an den Abluftöffnungen ermittelt worden.

Es stellt sich insgesamt eine aufwärts gerichtete Luftströmung ein, die unterhalb der Decke eine Umlenkung hin zur Abluftöffnung erfährt. Die Ergebnisse zeigen, dass die maximalen Auslegungstemperaturen der Beteile des Lagergebäudes sowie die zulässigen Temperaturen der Bauteile der Castor-Behälter nicht überschritten werden. Die Abfuhr der Zerfallswärme aus den im Lagerbereich aufbewahrten Castor-Behältern an die Umgebung ist damit sichergestellt.

Bei der Auslegung der Naturzuglüftung sind ausreichende Sicherheiten für kurzzeitige Hitzeperioden und dauerhafte Temperaturerhöhungen infolge der Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigt worden.

6.3 Sichere Einhaltung der Unterkritikalität

Bei der Aufbewahrung der Kernbrennstoffe in den Castor-Behältern wird sichergestellt, dass die eingelagerten Kernbrennstoffe und ihre Anordnung unterkritisch bleiben. Die technischen und konstruktiven Anforderungen der Castor-Behälter an die sichere Einhaltung der Unterkritikalität sind im Kapitel 4.1.4 beschrieben.

Der Nachweis für die sichere Einhaltung der Unterkritikalität wurde bereits während der Beladung der Castor-Behälter durch die Zusammensetzung des jeweiligen Inventars, die Beladekonfiguration und die Materialeigenschaften des Behälterkörpers und des Tragkorbs sichergestellt. Der effektive Neutronenmultiplikationsfaktor k_{eff} wurde mit qualifizierten Rechenmodellen in Anlehnung an die KTA-Regel 3602 /L-28/ ermittelt. Die Unterkritikalität ist nachgewiesen, wenn der effektive Neutronenmultiplikationsfaktor zuzüglich der doppelten Standardabweichung des Berechnungsergebnisses und anderer systematischer Fehler kleiner als 0,95 ist. Dies ist für jeden der im ESTRAL einzulagernden Castor-Behälter der Fall.

Eine unkontrollierte Kettenreaktion in den Castor-Behältern durch die im Kernbrennstoff erzeugten Neutronen ist damit ausgeschlossen.

6.4 Ausreichende Abschirmung gegen Direktstrahlung

Die Exposition in der Umgebung des ESTRAL wird im Wesentlichen durch die von den Castor-Behältern emittierte Gamma- und Neutronenstrahlung bestimmt. Für die Exposition aus Gamma- und Neutronenstrahlung müssen die Direktstrahlung und die gestreute Strahlung (Skyshine) betrachtet werden.

Die Abschirmung gegen Direktstrahlung wird hauptsächlich durch die Castor-Behälter selbst gewährleistet. Die Gebäudestruktur des Lagergebäudes schirmt die Direktstrahlung noch zusätzlich ab und verhindert größere Skyshine-Effekte in die Umgebung. Die technischen und konstruktiven Anforderungen an die Castor-

Behälter hinsichtlich Abschirmung sind im Kapitel 4.1.1 beschrieben. Der Nachweis für die erforderliche Abschirmung wird im Folgenden dargestellt.

Ortsdosisleistung an den Behälteroberflächen

Die 74 Castor-Behälter sind bereits beladen. Die Anzahl und die Inhalte der Castor-Behälter bleiben gegenüber der für das ZLN genehmigten Aufbewahrung unverändert. Die Ortsdosisleistungen an den Behälteroberflächen der Castor-Behälter im ESTRAL liegen aufgrund des Abklingverhaltens der Aktivität seit der Einlagerung in das ZLN unter den damals gemessenen Werten.

Für die Castor-Behälter ergeben sich auf Grundlage der Messwerte im ZLN bei der Einlagerung die folgenden maximalen Ortsdosisleistungen an den Behälteroberflächen, jeweils gemittelt über die Mantelfläche und die Deckeloberseite:

- Gammastrahlung: 0,022 mSv/h
- Neutronenstrahlung: 0,065 mSv/h

Damit ist die für die Aufbewahrung relevante Ortsdosisleistung der Castor-Behälter durch eine mittlere Ortsdosisleistung an den Behälteroberflächen von insgesamt maximal 0,087 mSv/h aus Gamma- und Neutronenstrahlung abgedeckt. Der Mittelwert der mittleren Ortsdosisleistung an den Behälteroberflächen aller Castor-Behälter liegt bei ca. der Hälfte. Das reale Abklingverhalten seit der Einlagerung bleibt bei den Berechnungen konservativ unberücksichtigt.

Bestimmung der Energiespektren und Quellstärken

Zur Bestimmung der Energiespektren für die Gamma- und Neutronenstrahlung an den Oberflächen der Castor-Behälter wurden Abschirmberechnungen mit einer abdeckenden Konfiguration für alle Behälterbauarten durchgeführt. Für diese Berechnungen wurden die Geometrie- und Materialdaten der Castor-Behälter berücksichtigt. Dabei wurden jeweils abdeckende Quellstärken für die Castor-Behälter ausschließlich aus der Neutronenstrahlung verwendet, welche maximal in einer Ortsdosisleistung von 0,087 mSv/h an der Behälteroberfläche resultieren.

Abschirmung durch das Lagergebäude

Die von den Castor-Behältern ausgehende Strahlung im gesamten Lagerbereich wird durch die entsprechende Auslegung der Wände, Decken, Türen und Tore abgeschirmt. Notwendige Öffnungen der abschirmenden Strukturen finden Berücksichtigung. Die Abschirmwirkung des Lagergebäudes beruht im Wesentlichen auf den großen Wandstärken der baulichen Ausführung:

- Außenwände aus Stahlbeton: ca. 180 cm
- Dachdecke aus Stahlbeton: ca. 180 cm

Ermittlung der Exposition in der Umgebung

Die Ermittlung der Exposition aus Direktstrahlung des ESTRAL erfolgt für eine vollständige Lagerbelegung mit allen 74 Castor-Behältern im Lagerbereich, d. h. für die Situation nach vollständiger Umlagerung der Castor-Behälter in das ESTRAL. Auf Basis der resultierenden Quellstärke der Neutronenstrahlung an den Behälteroberflächen wird die Exposition an den ungünstigsten Einwirkungsstellen, d. h. an der Zaunanlage des ESTRAL, berechnet. Die maximale Exposition durch Direktstrahlung aus dem Lagergebäude beträgt an den ungünstigsten Einwirkungsstellen weniger als 0,100 mSv bei einer Aufenthaltsdauer von 8.760 Stunden im Kalenderjahr (Daueraufenthalt). Die während des innerbetrieblichen Transfers der Castor-Behälter im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes emittierende Gamma- und Neutronenstrahlung wurde bei der Ermittlung der zu erwartenden Exposition an den ungünstigsten Einwirkungsstellen berücksichtigt.

Die effektiven Dosen an den ungünstigsten Einwirkungsstellen an der Zaunanlage des ESTRAL sind für die Lagerung der Castor-Behälter (ohne Betrachtung des innerbetrieblichen Transfers im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes) in der Abbildung 6.2 dargestellt. Ergänzend dazu wird die resultierende Isodosislinie gezeigt, außerhalb derer bei einem angenommenen ganzjährigen Aufenthalt (8.760 Stunden) eine effektive Dosis von 10 μ Sv im Kalenderjahr unterschritten wird (allgemein anerkannte Geringfügigkeitsschwelle, die sich aus § 2 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 AtG /L-1/ i. V. m. § 31 Abs. 2 StrlSchV /L-5/ ergibt). Dass sich die 10 μ Sv/a-Isodosislinie nur geringfügig über das Gelände des ESTRAL hinaus ausdehnt, verdeutlicht dabei die konsequente und wirksame Einhaltung der Strahlenschutzgrundsätze nach § 8 StrlSchG /L-2/ (Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung) und § 9 StrlSchG /L-2/ (Dosisbegrenzung).

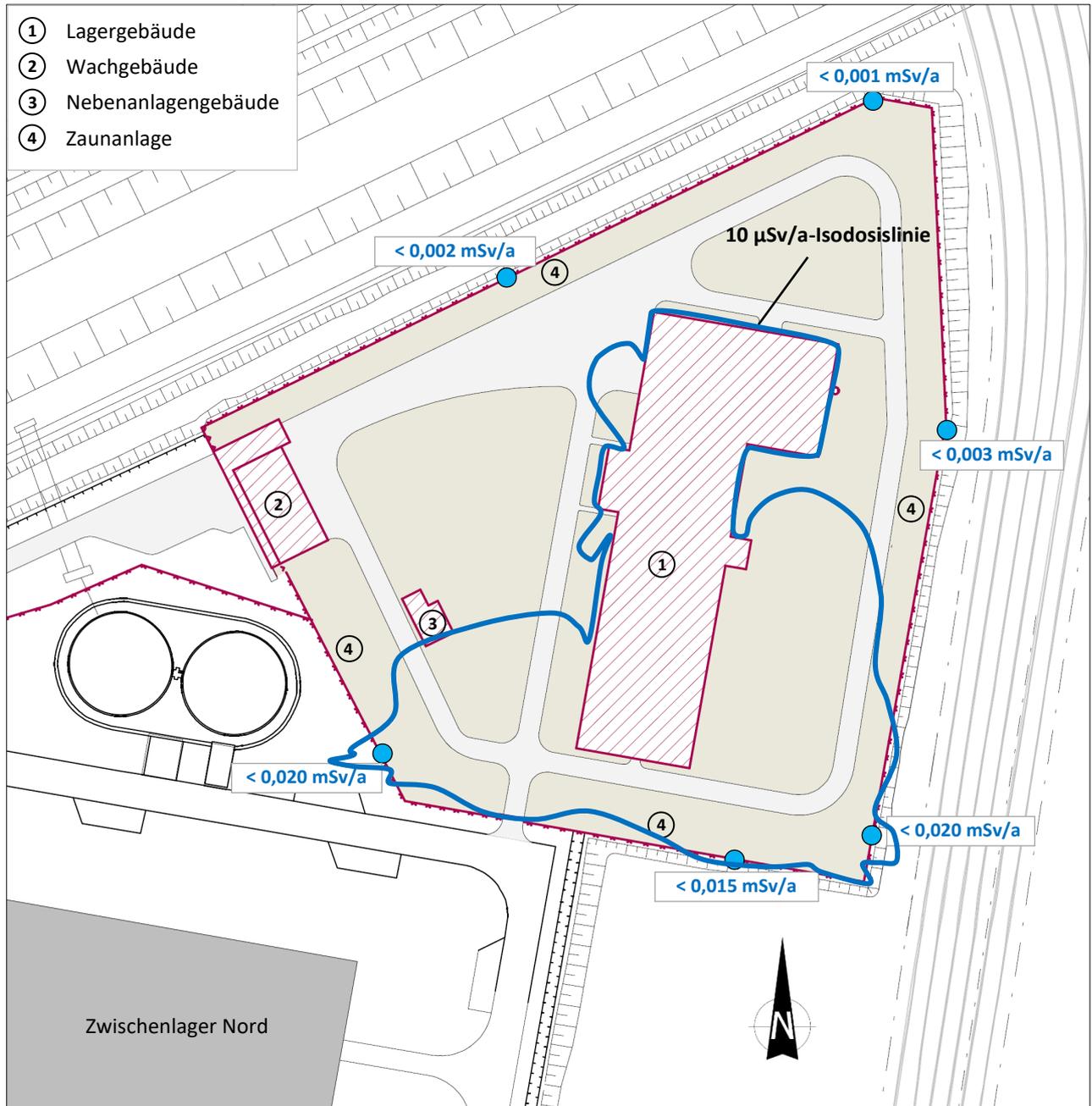


Abbildung 6.2: Effektive Dosis aus Direktstrahlung aus dem Lagergebäude (nur Lagerung der Castor-Behälter, ohne innerbetrieblicher Transfer im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes) an den ungünstigsten Einwirkungsstellen an der Zaunanlage bei einer Aufenthaltszeit von 8.760 Stunden im Kalenderjahr sowie Darstellung der 10 µSv/a-Isodosislinie (allgemein anerkannte Geringfügigkeitsschwelle)

6.5 Vermeidung und Begrenzung der Exposition der Bevölkerung

Für die Einhaltung des Schutzzieles zur Vermeidung und Begrenzung der Exposition der Bevölkerung ist dafür zu sorgen, dass radioaktive Stoffe nicht unkontrolliert aus dem ESTRAL in die Umwelt abgeleitet werden. Weiterhin ist eine ausreichende Abschirmung der ionisierenden Strahlung (Direktstrahlung) durch die Auslegung der Castor-Behälter und ergänzend durch das ESTRAL sicherzustellen.

Für Ableitungen radioaktiver Stoffe mit Luft oder Wasser ist gemäß § 99 Abs. 1 StrlSchV /L-5/ ein Dosisgrenzwert von jeweils 0,3 mSv im Kalenderjahr (effektive Dosis) für Einzelpersonen der Bevölkerung an den ungünstigsten Einwirkungsstellen einzuhalten. Gemäß § 80 Abs. 1 StrlSchG /L-2/ ist die Einhaltung von 1 mSv im Kalenderjahr für Einzelpersonen der Bevölkerung unter Berücksichtigung der summarischen Exposition aus Ableitungen (Luft- und Wasserpfad) nach § 99 StrlSchV /L-5/ und aus Direktstrahlung sowie unter Berücksichtigung der Vorbelastung aus den anderen Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow jederzeit zu gewährleisten.

Grundsätzlich setzt sich die zu erwartende Exposition in der Umgebung des ESTRAL aus folgenden Einzelbeiträgen zusammen:

- Exposition aus den Ableitungen radioaktiver Stoffe über den Kamin des Lagergebäudes (siehe Kapitel 6.1.3),
- Exposition resultierend aus der unmittelbar ausgehenden Direktstrahlung des Aktivitätsinventars der Castor-Behälter im Lagergebäude (siehe Kapitel 6.4) und
- der radiologischen Vorbelastung des Standortes Lubmin/Rubenow (Ableitungen mit Luft und Wasser sowie Direktstrahlung von anderen kerntechnischen Einrichtungen in der Umgebung des ESTRAL (siehe auch Kapitel 2.10)).

Einen Beitrag des ESTRAL zur Exposition über den Wasserpfad gibt es nicht. Das ESTRAL ist so ausgelegt, dass keine Ableitungen von radioaktiven Stoffen mit dem Abwasser erfolgen. Kontrollbereichsabwässer werden gesammelt, z. B. in Tankcontainern (IBC), und an die Konditionierungsanlagen der EWN zur fachgerechten Behandlung übergeben.

Die radiologische Wirkung der Aktivierung der Luft (Argon-41) durch die Neutronenstrahlung, die von den Castor-Behältern ausgeht, ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann.

Die Beiträge des ESTRAL und der restlichen Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow (radiologische Vorbelastung) zur jährlichen Exposition aus Ableitungen mit Luft und Wasser und Direktstrahlung sind in der Tabelle 6.1 zusammengefasst.

Tabelle 6.1: Beiträge des ESTRAL und der restlichen Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow (radiologische Vorbelastung) zur jährlichen Exposition aus Ableitungen mit Luft und Wasser sowie Direktstrahlung

Anlage	Jährliche Exposition [mSv]		
	Ableitungen mit Luft	Ableitungen mit Wasser	Direktstrahlung
ESTRAL	< 0,001	Kein Beitrag	< 0,100
Radiologische Vorbelastung am Standort	< 0,243	< 0,122	< 0,370
Summe bzw. Maximalwert Pfad	< 0,244	< 0,122	< 0,370*
Gesamtsumme	< 0,736		

* Aus dem jeweiligen Beitrag des ESTRAL und der radiologischen Vorbelastung wird keine Summe gebildet, sondern der entsprechende Maximalwert von < 0,370 mSv verwendet. Die Summe der Exposition aus der radiologischen Vorbelastung an den ungünstigsten Einwirkungsstellen an der Zaunanlage des ESTRAL und der maximalen Exposition durch das ESTRAL ist kleiner als die maximale Exposition durch Direktstrahlung an den ungünstigsten Einwirkungsstellen am Standort Lubmin/Rubenow.

Konservativ werden die verschiedenen Beiträge der einzelnen Emittenten summiert, obwohl die Orte der höchsten Exposition durch Ableitungen über den Luft- und Wasserpfad sowie die Aufenthaltsbereiche für die Direktstrahlung sich jeweils an verschiedenen Einwirkungsstellen befinden. Hierbei sind auch die anderen kerntechnischen Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow mit berücksichtigt (siehe Kapitel 2.10 zur radiologischen Vorbelastung).

Die berechneten Expositionen in der Umgebung aus allen Ableitungen mit Luft (< 0,244 mSv) und Wasser (< 0,122 mSv) liegen für den Standort Lubmin/Rubenow jeweils unter dem Grenzwert von 0,3 mSv im Kalenderjahr gemäß § 99 Abs. 1 StrlSchV /L-5/. Für das ESTRAL allein ergibt sich aus dem Teilpfad Ableitungen über den Luftpfad ein Dosiswert von weniger als 0,001 mSv im Kalenderjahr und trägt damit zu keiner wesentlichen Exposition für den Standort Lubmin/Rubenow bei. Da die den Berechnungen zu Grunde liegenden Annahmen konservativ sind, werden die tatsächlich auftretenden Werte weit darunterliegen.

Aus dem Beitrag der Direktstrahlung wurde für den Gesamtstandort auf Grundlage der kumulativen Berücksichtigung der Expositionen aus allen relevanten Anlagen eine Exposition von weniger als 0,370 mSv im Kalenderjahr ermittelt (siehe Kapitel 2.10). Für das ESTRAL allein ergibt sich hinsichtlich Direktstrahlung als

Summe aus der Lagerung der Castor-Behälter und aus dem innerbetrieblichen Transfer im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes eine maximale Exposition von weniger als 0,100 mSv im Kalenderjahr an den ungünstigsten Einwirkungsstellen (siehe Kapitel 6.4). Da der Beitrag der Direktstrahlung durch das ESTRAL an den Einwirkungsstellen der maximalen Exposition kleiner ist als der Beitrag der radiologischen Vorbelastung mit 0,370 mSv im Kalenderjahr, sind die bisher betrachteten ungünstigsten Einwirkungsstellen für die Direktstrahlung am Standort Lubmin/Rubenow weiterhin abdeckend.

Die maximal mögliche effektive Dosis aus allen Beiträgen am Standort Lubmin/Rubenow beträgt für eine Einzelperson der Bevölkerung weniger als 0,736 mSv im Kalenderjahr. Somit ist sichergestellt, dass die Summe der Exposition aus Ableitungen mit Luft und Wasser sowie aus Direktstrahlung unter Berücksichtigung der radiologischen Vorbelastung am Standort Lubmin/Rubenow den Dosisgrenzwert von 1 mSv im Kalenderjahr entsprechend den Vorgaben des § 80 Abs. 1 StrlSchG /L-2/ an keiner Stelle außerhalb des EWN-Geländes überschreitet.

Darüber hinaus zeigt auch die Emissions- und Immissionsüberwachung entsprechend REI /L-17/ am Standort Lubmin/Rubenow, dass die tatsächlichen Werte aus den Umgebungsüberwachungsprogrammen am Standort weit unterhalb der Genehmigungswerte liegen und die bisherigen Beträge der durch das ZLN und die anderen Anlagen am Standort hervorgerufenen Expositionen sich im Schwankungsbereich der natürlichen Strahlung befinden.

6.6 Vermeidung und Begrenzung der Exposition des Betriebspersonals

Im ESTRAL ist dafür zu sorgen, dass die Einhaltung des Schutzzieles zur Vermeidung und Begrenzung der Exposition des Betriebspersonals sichergestellt ist. Die effektive Dosis beruflich exponierter Personen ist entsprechend § 78 StrlSchG /L-2/ auf maximal 20 mSv im Kalenderjahr zu begrenzen.

6.6.1 Allgemeine Schutzmaßnahmen

Durch den sicheren Einschluss des radioaktiven Inventars in den Castor-Behältern ist eine Exposition des Personals durch Inkorporationen ausgeschlossen.

Neben dem sicheren Einschluss der radioaktiven Stoffe ist eine ausreichende Abschirmwirkung der Castor-Behälter die wesentliche Randbedingung zur Einhaltung der Grenzwerte der Exposition für das Personal. Die Alpha- und Betastrahlung werden durch die Behälterwand vollständig abgeschirmt. Die Ortsdosisleistung an der Behälteroberfläche ergibt sich ausschließlich durch Gamma- und Neutronenstrahlung.

Daneben sind auch die Abschirmung durch andere Lagerkomponenten, die Einlagerungsabfolge und die Arbeitsorganisation von Bedeutung. Der Arbeitsablauf spielt für die Exposition des Personals insbesondere bei Handhabungen in der Nähe der Castor-Behälter eine Rolle, z. B. bei Handhabungsvorgängen im Verladebereich und beim Anschluss an das Behälterüberwachungssystem. Als administrative Maßnahme zum Schutz des Personals werden nach § 52 StrlSchV /L-5/ Strahlenschutzbereiche im ESTRAL eingerichtet und gemäß den §§ 53 und 91 StrlSchV /L-5/ deutlich sichtbar und dauerhaft gekennzeichnet. Die Anzahl der im Kontrollbereich tätigen Personen sowie die Aufenthaltsdauer werden so gering wie möglich gehalten. Zur Reduzierung der Exposition für das Betriebspersonal können auch mobile Abschirmungen eingesetzt werden. Darüber hinaus wird das Betriebspersonal im Rahmen der Strahlenschutzüberwachung innerhalb des ESTRAL und außerhalb auf dem ESTRAL-Betriebsgelände überwacht.

6.6.2 Dosisabschätzungen für das ESTRAL

Für den betrieblichen Vorgang der Einlagerung oder Auslagerung eines Castor-Behälters wurden auf Grundlage der Kollektivdosiswerte bei den Einlagerungsvorgängen im ZLN unter konservativen Annahmen Abschätzungen der Dosiserwartungswerte für das Personal im ESTRAL durchgeführt. Die Abschätzungen führen zu folgenden Ergebnissen hinsichtlich der Kollektivdosis für das Betriebspersonal im ESTRAL:

- Für den betrieblichen Vorgang der Einlagerung oder Auslagerung eines Castor-Behälters im ESTRAL ergibt sich, basierend auf den Kollektivdosiswerten bei den Einlagerungsvorgängen im ZLN, eine Kollektivdosis für das Personal von ca. 0,2 mSv pro Castor-Behälter, d. h. für alle 74 Behältereinlagerungen zusammen ca. 15 mSv. Aufgrund der geplanten Vorgehensweise bei der Einlagerung der Castor-Behälter in das ESTRAL ist die zu erwartende Kollektivdosis niedriger als bei der Einlagerung in das ZLN.
- Die zu erwartenden Monatsdosen des Betriebspersonals werden im bestimmungsgemäßen Betrieb im Bereich der auch für das TBL des ZLN gemessenen Dosen des Personals liegen (< 0,2 mSv pro Monat).

Die sonstigen betrieblichen Vorgänge an den Castor-Behältern werden bezüglich der Exposition des Personals nicht gesondert betrachtet. Bei Notwendigkeit dieser Tätigkeiten wird durch entsprechende Planung sichergestellt, dass den Strahlenschutzgrundsätzen nach § 8 StrlSchG /L-2/ (Vermeidung unnötiger Exposition und Dosisreduzierung) und § 9 StrlSchG /L-2/ (Dosisbegrenzung) Rechnung getragen wird. Durch Einsatz von mobilen Abschirmungen kann die auftretende Ortsdosisleistung im Bereich des durchzuführenden Arbeitsschrittes und damit die Dosis für das Personal noch weiter reduziert werden.

7 Ereignisanalyse

Sicherheitstechnisch bedeutsame Ereignisse, welche zu Störfällen führen können, sind bei der technischen Auslegung und dem Betrieb von Zwischenlagern zu betrachten. Die aus Störfällen resultierende Exposition durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe in die Umgebung ist bei der Planung des ESTRAL durch bauliche und technische Schutzmaßnahmen unter Berücksichtigung des potenziellen Schadensausmaßes auf ein Minimum zu begrenzen. Dabei ist die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu treffen. Die erforderliche Vorsorge ist durch die Einhaltung der in Kapitel 1.4 genannten Schutzziele unter Gewährleistung der entsprechenden sicherheitstechnischen Auslegungsmerkmale der eingelagerten Castor-Behälter und des ESTRAL gegeben. Die Einhaltung der Schutzziele wird mit Hilfe rechnerischer Nachweise unter Beachtung der rechtlichen Grundlagen und kerntechnischen Regelwerke sichergestellt.

7.1 Sicherheitsmerkmale der Castor-Behälter

Für die Aufbewahrung von Kernbrennstoffen im ESTRAL müssen die einzulagernden Castor-Behälter die Anforderungen an die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden erfüllen. Dies wird im Rahmen des § 6 AtG-Genehmigungsverfahrens nachgewiesen.

Die 74 Castor-Behälter wurden außerdem vor der Beladung und vor der Einlagerung in Halle 8 des ZLN als Typ B(U)-Versandstück für spaltbare radioaktive Stoffe gemäß IAEA Safety Standards /L-29/ zugelassen. Dabei wurde nachgewiesen, dass die Castor-Behälter mit Stoßdämpfern u. a. den kumulierten Belastungen aus Fallversuchen (Fall aus 9 m Höhe auf ein starres und unnachgiebiges Fundament und aus 1 m Höhe auf die Stirnseite eines Stahldorns) und anschließendem Brandversuch (Branddauer von 30 Minuten bei mittlerer Flammentemperatur von 800 °C) standhalten. Außerdem wurde der Castor-Behälter auch Wassertauchprüfungen (8 Stunden in 15 m Wassertiefe, 1 Stunde in 200 m Wassertiefe) unterzogen. Diese Prüfungen erfolgten durch praktische Versuche, rechnerische Nachweise oder durch eine Kombination dieser beiden Methoden. Es wurde nachgewiesen, dass die Integrität der Castor-Behälter während und nach den Belastungen erhalten bleibt und die Sicherheitsmerkmale der Castor-Behälter weiterhin gewährleistet sind. Für die Inhalte der Castor-Behälter wurde die sichere Unterkritikalität während und nach allen Prüfungen unter abdeckenden Annahmen nachgewiesen.

Für die atomrechtliche Genehmigung sind zusätzlich Nachweise für die Eignung der Castor-Behälter unter den Bedingungen der potenziell zu unterstellenden Ereignisse während der gesamten Lagerzeit zu erbringen. Diese Nachweise wurden für die Lagerung im TBL des ZLN bereits erbracht, müssen jedoch für ESTRAL erneut

erstellt werden, weil sich einerseits ESTRAL baulich vom ZLN unterscheidet und andererseits bei einer Neugenehmigung die Nachweise über die nach dem Stand von Wissenschaft und Technik erforderliche Vorsorge gegen Schäden zu erbringen sind. Die Ergebnisse der für ESTRAL spezifischen Ereignisanalyse sind zusammengefasst in den Kapiteln 7.2 und 7.3 dargestellt.

7.2 Potenzielle Ereignisse

Der Umfang der zu unterstellenden potenziellen Ereignisse ergibt sich fallbezogen unter Berücksichtigung standort- und anlagentechnischer Gegebenheiten und genehmigungsrechtlicher Randbedingungen aus den Festlegungen der ESK-Leitlinien /L-6/.

Gemäß den ESK-Leitlinien /L-6/ ist in einer Analyse zu untersuchen, welche Ereignisse das ESTRAL selbst oder die Castor-Behälter beeinträchtigen können. Hierzu wird die Zwischenlagerung der Castor-Behälter im ESTRAL einschließlich möglicher langfristiger Effekte und Betriebsabläufe systematisch analysiert sowie Erfahrungen aus vergleichbaren Anlagen berücksichtigt.

Bei den Ereignissen wird unterschieden zwischen Einwirkungen von innen (EVI) und Einwirkungen von außen (EVA):

Einwirkungen von innen (EVI):

- Mechanische Einwirkungen
 - Absturz eines Castor-Behälters,
 - Kollision eines Castor-Behälters bei der Handhabung und
 - Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf den Castor-Behälter.
 - Thermische Einwirkungen durch Brand
 - maximal stationär und temporär im ESTRAL befindliche Brandlasten,
 - brennbare Betriebsabfälle und
 - vorübergehend vorhandene potenzielle Brandquellen.
 - Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme
 - Ausfall der Stromversorgung,
 - Ausfall von Komponenten der Hebezeuge und Transportmittel,
 - Ausfall einer Dichtung des Doppeldeckel-Dichtsystems,
 - Ausfall des Behälterüberwachungssystems,
-

- Ausfall von Überwachungseinrichtungen (z. B. Brandmeldeanlage, Strahlenschutzüberwachung und sonstige leittechnische Einrichtungen),
- Schäden an Bauwerken, die zu Beeinträchtigungen von sicherheitstechnisch relevanten Systemen führen können und
- Ausfall von Lüftungsanlagen bzw. aktiver Komponenten zur Unterstützung der Wärmeabfuhr (z. B. im Wartungsbereich).

Einwirkungen von außen (EVA):

- Naturbedingte Einwirkungen
 - Sturm,
 - Regen,
 - Schneefall,
 - Frost,
 - Blitzschlag,
 - Hochwasser nach KTA 2207 /L-11/,
 - Erdbeben und
 - Erdbeben (Lagergebäude nach KTA 2201.1 /L-16/ sinngemäß, Krananlage Lagerbereich gemäß KTA 3902 /L-18/).
- Zivilisatorisch bedingte Einwirkungen
 - Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen,
 - Einwirkungen schädlicher Stoffe,
 - Druckwellen aufgrund chemischer Reaktionen,
 - von außen übergreifende Brände,
 - Bergschäden und
 - Flugzeugabsturz (zufälliger Absturz eines schnell fliegenden Militärflugzeugs).

Diese Einwirkungen werden für ESTRAL einzeln betrachtet und die möglichen Auswirkungen für jedes Ereignis ermittelt. Dabei ist die Einhaltung der in Kapitel 1.4 genannten Schutzziele nachzuweisen.

7.3 Betrachtung der Ereignisse

7.3.1 Einwirkungen von innen (EVI)

7.3.1.1 Mechanische Einwirkungen

Für die im ESTRAL einzulagernden Castor-Behälter sind folgende Ereignisse als mechanische Einwirkungen zu betrachten:

Absturz eines Castor-Behälters

Die Umlagerung jedes einzelnen Castor-Behälters erfolgt als innerbetrieblicher Transfer auf einem kurzen und sicheren Weg in Schrittgeschwindigkeit von Halle 8 des ZLN in das ESTRAL in Anlehnung an die KTA-Regel 3602 /L-28/. Das Überfahren von Hindernissen wird aufgrund der kurzen Entfernung ausgeschlossen. Durch die konstruktiven Auslegungsmerkmale der Castor-Behälter sowie die ausreichende Dimensionierung der für die Umlagerung verwendeten Fahrzeuge ist der Absturz eines Castor-Behälters während des innerbetrieblichen Transfers auszuschließen. Ein Störfall aufgrund mechanischer Einwirkungen während der Umlagerung der Castor-Behälter kann demnach ausgeschlossen werden und wird nicht weiter betrachtet.

Die Castor-Behälter werden mit dem Lagerhallenkran vom Verladebereich zum jeweiligen Stellplatz im Lagerbereich transportiert. Der Lagerhallenkran (Krananlage und Lastaufnahmeeinrichtungen) ist nach den erhöhten Anforderungen der KTA 3902, Abschnitt 4.3 /L-18/ ausgelegt. Des Weiteren erfolgt die Auslegung der Lastanschlagpunkte der Castor-Behälter nach den erhöhten Anforderungen der KTA 3905, Abschnitt 4.3 /L-30/. Die kontinuierliche Einhaltung dieser Anforderungen über die Aufbewahrungsdauer (Betrieb, WKP) wird gemäß den Anforderungen der KTA 3903 /L-31/ sichergestellt. Aufgrund der Einhaltung dieser Anforderungen ist der Absturz eines Castor-Behälters im ESTRAL ausgeschlossen und nicht weitergehend zu analysieren.

Kollision eines Castor-Behälters bei der Handhabung

Die Belastungen aus einem Auf- oder Anprall eines Castor-Behälters an Komponenten (z. B. Tore) und Wände des Lagergebäudes oder an einen anderen Castor-Behälter werden vermieden durch:

- Verriegelungen und Endschalter,
 - die Begrenzung der Fahr- und Hubgeschwindigkeiten des Lagerhallenkranes mit Last und
 - ein gleichmäßiges Anfahren und Bremsen des Lagerhallenkranes.
-

Die Standsicherheit der Castor-Behälter bei Stößen durch andere Castor-Behälter ist selbst bei maximaler Krangeschwindigkeit und Behältermasse gegeben, da die kinetische Energie der stoßenden Castor-Behälter für das Kippen des angestoßenen Castor-Behälters nicht ausreicht.

Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last

Der Lagerhallenkran im Lagerbereich ist nach den erhöhten Anforderungen der KTA 3902, Abschnitt 4.3 /L-18/ ausgelegt, sodass das Herabstürzen einer Last beim Transport von Castor-Behältern und sonstigen Transporten mit dem Lagerhallenkran ausgeschlossen ist. Weiterhin werden im Lagerbereich über den Castor-Behältern keine Lasten mit Krananlagen transportiert.

Im Wartungsbereich und in der Werkstatt werden mit Hilfe der jeweiligen Krananlage die zu handhabenden Behälterbauteile (z. B. Schutzplatte, Sekundärdeckel) für die Instandhaltungsarbeiten transportiert. Da die Auslegung der Krananlagen gemäß KTA 3902, Abschnitt 3.0 /L-18/ erfolgt, ist ein Herabstürzen dieser Behälterbauteile zu betrachten. Abdeckend ist hierbei der Absturz des Sekundärdeckels auf den darunter befindlichen Primärdeckel des Castor-Behälters.

Während des Anhebens des Sekundärdeckels kann dieser aufgrund seines größeren Durchmessers nicht auf den Primärdeckel fallen. Ausschließlich beim anschließenden seitlichen Verfahren kann der Sekundärdeckel beim Versagen des Krans oder des Anschlagmittels schräg auf den Primärdeckel aufprallen. Aufgrund der sehr geringen Hubhöhe des Sekundärdeckels wird die Integrität des Primärdeckels beim Absturz des Sekundärdeckels nicht beeinträchtigt.

Zusammenfassung der mechanischen Einwirkungen

Auswirkungen durch mechanische Einwirkungen, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind im ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.1.2 Thermische Einwirkungen

Die Castor-Behälter sind gegen einen Brand mit einer mittleren Flammentemperatur von 800 °C und einer Dauer von 30 Minuten ausgelegt (Anforderung Typ B(U)-Versandstück für spaltbare radioaktive Stoffe gemäß IAEA Safety Standards /L-29/).

Die bautechnische Ausführung des Lagergebäudes basiert auf nicht brennbaren oder schwer entflammbaren Baustoffen. Brennbare Betriebsstoffe (Brandlasten) im Lagergebäude sind nur in geringem Umfang vorhanden. Innerhalb des Lagergebäudes können daher nur lokal begrenzte Brände auftreten, deren Dauer und Temperaturen deutlich kleiner als die der Zulassung des Castor-Behälters als Typ B(U)-Versandstück für spaltbare radioaktive Stoffe gemäß IAEA Safety Standards /L-29/ zugrunde liegenden Werte sind.

Für die Annahme und Abgabe der Castor-Behälter befindet sich der Schwerlastplattformwagen mit Zugmaschine im Verladebereich, von wo aus die Castor-Behälter mit dem Lagerhallenkrane in den Lagerbereich gebracht werden. Als Auslegungstörfall (höchste Brandlasten) wird ein Brand des Schwerlastplattformwagens mit Zugmaschine im Verladebereich unterstellt. Entstehungsbrände, ggf. durch auslaufenden Kraftstoff, können vom begleitenden Personal, das bei diesen Transportvorgängen immer anwesend ist, mittels Feuerlöcher in fahrbarer Ausführung erfolgreich bekämpft werden. Zusätzlich ist binnen 5 Minuten die Werkfeuerwehr vor Ort, welche unverzüglich verantwortlich die Löscharbeiten übernimmt. Eine unzulässige thermische Lasteinwirkung auf die Castor-Behälter ist demnach ausgeschlossen.

Zusammengefasst ist eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Castor-Behälter als Folge eines Brandes im ESTRAL ausgeschlossen aufgrund

- der Begrenzung von Brandlasten,
- der Behälterkonstruktion,
- des anwesenden Personals bei Ein- und Auslagerungsvorgängen und
- von aktiven und passiven Brandschutzmaßnahmen (automatische Brandmeldeanlage und Druckknopf-Brandmelder, stationäre und mobile Löscheinrichtungen).

Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.1.3 Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme

Während der Lagerung der Castor-Behälter im ESTRAL können folgende zum anomalen Betrieb gehörende Ausfälle und Störungen sicherheitstechnisch wichtiger Komponenten und Systeme (Betriebsstörungen) auftreten:

Ausfall der Stromversorgung

Beim Ausfall der Normalstromversorgung werden die sicherheitsrelevanten Systeme über die Netzersatzanlage und zum Teil zusätzlich mit einer unterbrechungsfreien Stromversorgung versorgt.

Der Ausfall der Stromversorgung hat für die Castor-Behälter sicherheitstechnisch keine Bedeutung, da die Sicherheit der Aufbewahrung der radioaktiven Stoffe durch passive Systeme erhalten bleibt. Das Winkeltor des Wartungsbereichs kann beim Ausfall der Stromversorgung händisch geöffnet werden, damit die Wärmeabfuhr eines ggf. im Wartungsbereich befindlichen Castor-Behälters über die Naturkonvektion im Lagerbereich gewährleistet ist.

Die Sicherheit eines ggf. zu diesem Zeitpunkt an der Krananlage hängenden Castor-Behälters ist auch ohne Stromversorgung gewährleistet. Bei einem Ausfall der Stromversorgung ist ein weiterer Betrieb der Krananlagen im Lager- oder Wartungsbereich nicht möglich. Ein ungewolltes Absenken oder ein Abstürzen eines angeschlagenen Castor-Behälters (oder anderer Lasten) wird durch die Auslegung der Krananlage sicher vermieden. Nach Wiederherstellung der Stromversorgung kann der Betrieb der Krananlage fortgesetzt werden.

Ausfall von Komponenten der Hebezeuge und Transportmittel

Hebezeuge im ESTRAL sind der Lagerhallenkran und die Krananlagen im Wartungsbereich sowie in der Werkstatt am Verladebereich. Der Ausfall der Krananlagen hat keine sicherheitstechnischen Auswirkungen, da zur Einhaltung der Schutzziele keine Handhabungen mit den Krananlagen erforderlich sind. Der Lagerhallenkran ist zudem nach den erhöhten Anforderungen der KTA 3902, Abschnitt 4.3 /L-18/ ausgelegt und die Auslegung der weiteren Krananlagen erfolgt gemäß KTA 3902, Abschnitt 3.0 /L-18/. Die Krananlagen werden mit Selbsthalte- bzw. Bremsvorrichtungen ausgestattet, so dass auch bei Funktionsstörungen während der Handhabungen die Castor-Behälter oder Lasten gesichert sind.

Für die Annahme und Abgabe der Castor-Behälter im Verladebereich wird ein Schwerlastplattformwagen mit Zugmaschine verwendet. Dessen Ausfall hat keine sicherheitstechnischen Auswirkungen. Bei Funktionsstörungen am Schwerlastplattformwagen werden die Transportvorgänge unterbrochen und nach Störungsbehebung fortgesetzt.

Ausfall einer Dichtung des Doppeldeckel-Dichtsystems

Die Dichtungen des Sekundärdeckels und des Primärdeckels am Castor-Behälter werden kontinuierlich auf Dichtheit über das Behälterüberwachungssystem überwacht. Bei einer entsprechenden Störmeldung über das Behälterüberwachungssystem wird der jeweilige Castor-Behälter vom Behälterüberwachungssystem getrennt und zur Prüfung bzw. zur Reparatur in den Wartungsbereich gefahren. Bei einer nicht mehr spezifikationsgerechten Dichtheit des Sekundärdeckels, wird der Sekundärdeckel entfernt und die Dichtung ausgewechselt. Die Dichtheit des Castor-Behälters und die Abschirmung vor der Strahlung des Inventars sind dabei

durch den Primärdeckel sichergestellt. Ist die Dichtung des Primärdeckels undicht, wird diese nicht gewechselt, sondern ein zusätzlicher Deckel (Fügedeckel) über dem Sekundärdeckel aufgesetzt und mit dem Behälterkörper verschweißt. In den Fügedeckel wird der Druckschalter eingesetzt und der neue Zwischenraum zwischen Sekundärdeckel und Fügedeckel mit Helium gefüllt. Das Doppeldeckel-Dichtsystem ist somit wiederhergestellt. Die Wiederherstellung des Doppeldeckel-Dichtsystems ist im Kapitel 5.2.2.2 beschrieben.

Ausfall des Behälterüberwachungssystems

Das Behälterüberwachungssystem überwacht an jedem Castor-Behälter die spezifikationsgerechte Dichtheit der Behälterdichtungen. Das Behälterüberwachungssystem wird bei einem Ausfall der Normal- und der Ersatzstromversorgung von der USV versorgt.

Der Ausfall des Behälterüberwachungssystems an allen oder an einzelnen Castor-Stellplätzen wird vom System erkannt und angezeigt. Ein Ausfall des Behälterüberwachungssystems bedeutet nicht, dass ein Castor-Behälter undicht ist, allerdings würde ein Druckabfall im Sperrraum für die Zeitdauer des Ausfalls des Behälterüberwachungssystems nicht mehr angezeigt werden. Nach Fehleranalyse und Wiederherstellung der Funktionalität des Behälterüberwachungssystems wird der Druck im Sperrraum kontrolliert. Wenn dieser nicht mehr dem Soll-Druck entsprechen würde, wird der Castor-Behälter gemäß dem Vorgehen im Kapitel 5.2.2.2 instandgesetzt.

Bei einem Ausfall des Behälterüberwachungssystems liegt somit keine akute Gefahr der Sicherheit der Aufbewahrung vor, da selbst bei einem theoretischen, gleichzeitigen Versagen einer Dichtbarriere der Unterdruck im Behälterinnenraum und die funktionsfähige zweite Behälterbarriere einer Freisetzung radioaktiver Stoffe entgegenwirken.

Ausfall von Überwachungseinrichtungen

Zu den Überwachungseinrichtungen gehören neben dem Behälterüberwachungssystem auch die Brandmeldeanlage und die Strahlungsüberwachung. Der Ausfall dieser Überwachungseinrichtungen hat für die Castor-Behälter sicherheitstechnisch keine Bedeutung, da die Sicherheit der Aufbewahrung der radioaktiven Stoffe durch passive Systeme erhalten bleibt. Bei einem Ausfall der Brandmeldeanlage oder der Strahlungsüberwachung werden die laufenden Arbeiten im Kontrollbereich unterbrochen, ohne dass die sichere Aufbewahrung der Castor-Behälter beeinträchtigt wird. Für die Überprüfung der Ortsdosisleistungen sowie von Kontaminationen stehen bei einem Ausfall der Strahlungsüberwachung mobile, batteriebetriebene Geräte zur Verfügung.

Schäden an Bauwerken, die zu Beeinträchtigungen von sicherheitstechnisch relevanten Systemen führen können

Das ESTRAL wird als Neubau entsprechend gültiger Regelwerke errichtet und dabei durch Kontrollen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde sowie der Bauaufsichtsbehörde begleitet und abgenommen. Grundlage für die Planung, Auslegung und Errichtung des ESTRAL sind die Grundsätze und Forderungen zur Qualitätssicherung (QS) der KTA 1401 /L-26/ (siehe auch Kapitel 5.5).

Als Schäden gelten beispielsweise Risse oder sonstige Abnutzungserscheinungen an den Bauwerken und baulichen Einrichtungen des ESTRAL, welche bei sichtbaren Abnutzungsspuren rechtzeitig erkannt werden und für die Maßnahmen im Rahmen des Alterungsmanagements sowie entsprechend den Empfehlungen der ESK zum Alterungsmanagement /L-27/ zur Beherrschung der Alterungseffekte durchgeführt werden (siehe auch Kapitel 5.10).

Durch die Maßnahmen im Rahmen des Alterungsmanagements werden die notwendigen Voraussetzungen geschaffen, dass der technisch einwandfreie Zustand des Lagergebäudes kontinuierlich nachgewiesen bzw. überprüft werden kann. Die Sicherheit der Aufbewahrung der Castor-Behälter wird durch passive Systeme erhalten und führt damit zu keinen Freisetzungen radioaktiver Stoffe.

Schäden an Bauwerken des ESTRAL, die zu Beeinträchtigungen von sicherheitstechnisch relevanten Systemen führen und damit die Sicherheit der Aufbewahrung der Castor-Behälter gefährden, sind daher nicht zu erwarten.

Ausfall von Lüftungsanlagen bzw. aktiver Komponenten zur Unterstützung der Wärmeabfuhr

Im Wartungsbereich ist eine Lüftungsanlage zur Unterstützung der Wärmeabfuhr vorhanden. Beim Ausfall der Lüftungsanlage wird das Winkeltor händisch geöffnet und somit die passive Wärmeabfuhr über die Naturkonvektion im Lagerbereich sichergestellt.

Im Lagerbereich erfolgt eine passive Wärmeabfuhr durch Naturkonvektion. Die für den Bedarfsfall vorhandene Zuluft-Entfeuchtungsanlage kann jederzeit wieder in die passive Zuluftzufuhr umschalten.

Der Ausfall der weiteren vorhandenen Lüftungsanlagen hat keine sicherheitstechnische Relevanz.

Zusammenfassung der Ausfälle und Störungen

Zusammengefasst ergibt sich, dass nur beim Ausfall einer der beiden Dichtungsbarrieren des Doppeldeckel-Dichtsystems im Lagerbereich sowie bei den daraus folgenden Instandhaltungsarbeiten am Castor-Behälter im Wartungsbereich Freisetzungen resultieren können. Die Betrachtungen zur Ermittlung der Freisetzung radioaktiver Stoffe bei diesem Szenario sowie die daraus resultierenden radiologischen Auswirkungen sind im Kapitel 6.1 bzw. 6.5 dargestellt. Die daraus ermittelte Exposition ist aufgrund des nicht messbaren Dosisbeitrages vernachlässigbar gering.

7.3.2 Einwirkungen von außen (EVA)

7.3.2.1 Sturm

Bei der bautechnischen Auslegung des ESTRAL werden die für den Standort Lubmin/Rubenow anzusetzenden Windlasten gemäß DIN EN 1991-1-4 /L-32/ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang für Windlasten /L-33/, die die entsprechenden Regeln zur Bestimmung von Windeinwirkungen liefern, berücksichtigt. Der Standort Lubmin/Rubenow ist gemäß /L-33/ der Windzone 2 zugeordnet.

Auswirkungen durch Sturm, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.2 Regen

Das ESTRAL verfügt über ein Entwässerungssystem, mit dem anfallendes Regenwasser abgeführt wird. Dieses wird auch für die Bedingungen von Starkregenereignissen ausreichend dimensioniert.

Die Berechnung des erforderlichen Regenwasserabflusses für den Bemessungsregen erfolgte anhand der DIN 1986-100 /L-34/ unter Verwendung der KOSTRA-DWD 2010/2010R Rasterdaten /L-35/ für die Ortschaft Lubmin.

Auswirkungen durch Regen oder Starkregenereignisse, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.3 Schneefall

Bei der bautechnischen Auslegung des ESTRAL werden die für den Standort Lubmin/Rubenow anzusetzenden Schneelasten gemäß DIN EN 1991-1-3 /L-36/ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang für Schneelasten /L-37/ berücksichtigt. Der Standort Lubmin/Rubenow ist gemäß DIN EN 1991-1-3 /L-36/ der Schneelastzone 3 zugeordnet. Die am Standort zu erwartenden Schneelasten sind durch die Auslegung des Lagergebäudes abgedeckt.

Auswirkungen durch Schneefall oder außergewöhnliche Schneelasten, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.4 Frost

Der Standort Lubmin/Rubenow ist gemäß DIN EN 1991-1-3 /L-36/ in Verbindung mit dem Nationalen Anhang für Schneelasten /L-37/ der Eiszone 1 zugeordnet. Die am Standort zu erwartenden Eislasten sind durch die Auslegung des Lagergebäudes abgedeckt.

Wässer oder wässrige Medien werden für den Betrieb der sicherheitstechnischen wichtigen Systeme und Einrichtungen nicht verwendet. Die Einrichtungen für die anfallenden Abwässer befinden sich im Innenbereich des Lagergebäudes und sind frostgeschützt aufgestellt bzw. werden bei Frost entleert.

Auswirkungen durch Frost oder Eislasten, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.5 Blitzschlag

Bei der Errichtung des ESTRAL werden Maßnahmen für den Blitzschutz in Anlehnung an die KTA 2206 /L-19/ getroffen. Das ESTRAL wird in die Blitzschutzklasse 1 eingestuft. Durch die Erdungs- und Blitzschutzeinrichtungen und die Anbindung an das Erdungsnetz des EWN-Geländes ist Vorsorge gegen die Blitzschlagwirkungen getroffen.

Auswirkungen durch Blitzschlag, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.6 Hochwasser

Der Standort Lubmin/Rubenow befindet sich am Greifswalder Bodden an der Ostseeküste. Hochwasserstände in der Ostsee treten nur bei starken Sturmfluten mit entsprechend großem Wellengang auf. Angaben zum Standort bezüglich einer Hochwassergefährdung sind bereits im Kapitel 2.6 dargestellt worden. Das Gelände des ESTRAL wird baubegleitend auf eine Höhe von mindestens 5,55 m ü. NHN bis ca. 5,95 m ü. NHN aufgeschüttet und liegt damit deutlich über dem Bemessungshochwasserstand für den relevanten Küstenabschnitt von 2,70 m ü. NHN für Spandowerhagen bzw. 2,80 ü. NHN für Lubmin (/L-10/). Die Bemessungshochwasserstände wurden auf Basis der KTA 2207 /L-11/ überprüft und ermittelt. Es ergibt sich, dass die Anforderungen der KTA 2207 /L-11/ bezogen auf das 10.000-jährliche Hochwasser für ESTRAL erfüllt werden und das Lagergebäude nicht hochwassergefährdet ist.

Auswirkungen durch Hochwasser, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.7 Erdbeben

Bei einem Erdbeben gleiten größere Erd- oder Gesteinsmassen unter der Wirkung der Schwerkraft von einem Hang oder Berg ab. Aufgrund der geografischen Lage des Standortes Lubmin/Rubenow sowie des vorhandenen flachen Höhenprofils des Betriebsgeländes und der angrenzenden Gebiete ist ein Erdbeben ausgeschlossen.

Auswirkungen durch Erdbeben, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.8 Erdbeben

Der Standort Lubmin/Rubenow liegt in einem Gebiet mit sehr geringer Seismizität und gehört gemäß DIN EN 1998-1/NA /L-15/ zu keiner Erdbebenzone. Angaben zum Standort bezüglich einer Erdbebengefährdung sind

im Kapitel 2.9 ausführlich dargestellt. Bei der bautechnischen Auslegung des ESTRAL werden die für den Standort Lubmin/Rubenow ermittelten Kenngrößen für das Bemessungserdbeben zu Grunde gelegt, die in Anlehnung an die KTA-Regel 2201.1 /L-16/ bestimmt worden sind. Die Standsicherheit des ESTRAL am Standort Lubmin/Rubenow wird damit im Erdbebenfall gewährleistet.

Das Kippen eines Castor-Behälters ist bei Einwirkung durch das Bemessungserdbeben ausgeschlossen, da der Castor-Behälter gemäß Vergleich der Kipp- und Standmomente im Stand kipp sicher ist.

Der Lagerhallenkran ist gemäß KTA 3902, Abschnitt 4.5 /L-18/ standsicher gegen Erdbeben ohne Last in der Parkposition ausgelegt. Dabei wurde das Bemessungserdbeben gemäß den Angaben im Kapitel 2.9 zu Grunde gelegt. Damit ist ein Absturz der Krananlage ausgeschlossen. Das Auftreten des Bemessungserdbebens bei geöffneten Schiebetoren oder einer Kranfahrt unter Last muss aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit nicht unterstellt werden.

Auswirkungen durch Erdbeben, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.9 Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen

Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen können z. B. Störfälle in den benachbarten kerntechnischen Einrichtungen wie dem KGR, dem Gebäudekomplex ZAW/ZDW, dem ZLN sowie der im Bau befindlichen ZLH und dem geplanten BBZ sein. Zu den möglichen Wechselwirkungen gehören:

Umstürzen des Kamins oder anderer baulicher Einrichtungen

Aufgrund der Entfernung des ESTRAL zu den anderen Anlagen sind Einwirkungen auf das ESTRAL durch den Umsturz der Kaminanlagen des KGR oder des Kamins des Gebäudekomplexes ZAW/ZDW und ZLH oder anderer baulicher Einrichtungen auf dem EWN-Gelände ausgeschlossen.

Turbinenversagen

Da der Leistungsbetrieb im KGR eingestellt ist und das Kraftwerk zurückgebaut wird, sind Einwirkungen durch ein Turbinenversagen ausgeschlossen.

Versagen von Behältern mit hohem Energieinhalt

Eine Beeinträchtigung des ESTRAL durch umherfliegende Teile als Folge eines Versagens von Behältern mit hohem Energieinhalt auf dem EWN-Gelände ist ausgeschlossen, da ein ausreichender Abstand zu den relevanten Anlagen besteht.

Zusammenfassung der Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen

Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen sind nicht gesondert zu betrachten, da die zuvor genannten Anlagen keine Einwirkungen aufgrund ihrer Lage oder Auslegung auf das ESTRAL haben können. Zusätzlich schirmt die massive Bauweise des ESTRAL etwaige Folgen potenzieller Störfälle in den Anlagen des KGR oder im ZLN ab.

Auswirkungen durch Wechselwirkungen mit benachbarten kerntechnischen Anlagen, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.10 Einwirkungen schädlicher Stoffe

Als schädliche Stoffe sind giftige, explosive oder korrosive Gase zu betrachten. Die Betrachtungen zu explosionsfähigen Stoffen erfolgen im Kapitel 7.3.2.11. Mit dem Auftreten von relevanten Mengen giftiger oder korrosiver Gase ist aufgrund der örtlichen Gegebenheiten am Standort Lubmin/Rubenow nicht zu rechnen. In der näheren Umgebung der Anlage gibt es keine Betriebe oder Einrichtungen, die als mögliche Quelle hierfür in Frage kommen.

Auswirkungen durch schädliche, nicht explosive Stoffe, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.11 Druckwellen aus chemischen Reaktionen

Im 10 km Umkreis von ESTRAL sind Anlagen, Einrichtungen oder chemische Betriebe vorhanden, in denen mit explosionsfähigen Stoffen umgegangen wird. Dazu gehören u. a. das Grundöllager im Industriehafen Lubmin sowie die Ostseepipelines Nord Stream 1 und 2, die Europäische Gas-Anbindungsleitung (EUGAL), die Ostsee-Pipeline-Anbindungsleitung (OPAL) und die Nordeuropäische Erdgasleitung (NEL). Darüber hinaus

sind mögliche Transporte gefährlicher Güter auf den angrenzenden Straßen-, Bahn- und Schiffsverkehrswegen (Ostsee) am Standort zu berücksichtigen.

Eine Beeinträchtigung des ESTRAL durch Druckwellen aus chemischen Reaktionen im Grundöllager oder in den Erdgasempfangsanlagen und den Erdgasleitungen ist ausgeschlossen, da ein ausreichender Abstand zu den relevanten Anlagen besteht. Zusätzlich schirmt die massive Bauweise des ESTRAL mögliche Druckwellen aus diesen Anlagen ab. Das ESTRAL wird gegen eine Explosionsdruckwelle gemäß BMI-Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen Druckwellen aus chemischen Reaktionen /L-38/ und damit gegen einen deutlich höheren Explosionsdruck ausgelegt.

Von Transportvorgängen und den dabei transportierten Gütern auf angrenzenden Straßen- und Bahnverkehrswegen resultiert keine Gefährdung für das ESTRAL. In ca. 1.500 m Entfernung befindet sich der Industriehafen Lubmin, an dem auch Öltankschiffe abgefertigt werden. Aufgrund der geringen Wassertiefe und Größe des Hafenbeckens können nur Schiffe mit begrenzten Tonnagen anlegen. Eine Gefährdung für das ESTRAL aufgrund von Gefahrgutschiffen ist ausgeschlossen, da ein ausreichender Abstand zum Industriehafen Lubmin besteht und das ESTRAL gegen eine Explosionsdruckwelle gemäß /L-38/ ausgelegt ist.

Auswirkungen durch Druckwellen aus chemischen Reaktionen, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind beim ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.12 Von außen übergreifende Brände

Der Abstand von ESTRAL zu nächstgelegenen Industrieanlagen, Besiedlungen (Ortsteil Spandowerhagen der Gemeinde Kröslin, Gemeinde Lubmin) und Verkehrswegen (Landesstraße 262, Schienennetz, Peene) ist so groß, dass ein Übergreifen eines von dort ausgehenden externen Brandes auf das ESTRAL ausgeschlossen werden kann.

Das nächstgelegene Waldgebiet, ein Teilstück der Lubminer Heide, befindet sich südöstlich vom ESTRAL in einer Entfernung von ca. 50 m zur Zaunanlage bzw. ca. 80 m zur Außenwand Lagergebäude. Ein Übergreifen eines Waldbrandes auf das ESTRAL wird durch einen ausreichenden Abstand und den realisierten Schutz der Gebäude sowie durch vorhandene Brandschutzeinrichtungen verhindert.

Ein Übergreifen eines Brandes in dem nächstgelegenen Gebäude ZLN auf das ESTRAL kann aufgrund der vorgesehenen Abstände zum ESTRAL ausgeschlossen werden. Dies trifft auch auf die noch weiter entfernten Gebäude am EWN-Standort, wie dem KGR, dem Gebäudekomplex ZAW/ZDW mit der im Bau befindlichen ZLH oder dem geplanten BBZ, zu.

Der Abstand des Lagergebäudes zum geplanten Wachgebäude beträgt ca. 76 m, zum Nebenanlagengebäude ca. 58 m. Innerhalb dieses Abstandes befinden sich keine nennenswerten Brandlasten, die die Weiterleitung eines Brandes zum Lagergebäude ermöglichen.

Für die Außenwände und das Dach des Lagergebäudes werden nicht brennbare bzw. schwer entflammable Baustoffe und -produkte verwendet. Das Übergreifen eines äußeren Brandes auf das Lagergebäude ist auch aus diesem Grunde ausgeschlossen. Dies schließt das Übergreifen eines äußeren Brandes infolge Flugfeuer oder Wärmestrahlung ein.

Insbesondere durch die Anordnung des ESTRAL sowie dessen Abstand zur Zaunanlage des Betriebsgeländes ist sichergestellt, dass ein Übergreifen von zivilisatorisch bedingten anlagenexternen Bränden auf das ESTRAL nicht möglich ist und Brandeinwirkungen aus Bränden in der Umgebung nicht zu Auswirkungen auf das ESTRAL führen.

Auswirkungen durch von außen übergreifende Brände, die eine nennenswerte Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radioologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.13 Bergschäden

Bergschäden umfassen durch bergbauliche Aktivitäten verursachte Schäden an Personen, Gebäuden oder am Grundeigentum infolge von Bodenverformungen oder Bodenbewegungen. Bodenverformungen sind lokal begrenzt. Einwirkungen durch Bodenbewegungen, z. B. Erschütterungen, können auch in einigen Kilometern Entfernung zum Bergbaubetrieb auftreten, werden aber mit zunehmender Entfernung zum Bergbaubetrieb geringer.

Am Standort Lubmin/Rubenow sowie in dessen Umgebung befinden sich keine Bergbau- oder Speicherbetriebe. Der nächstgelegene Bergbau wird im Kalksteinbruch Rüdersdorf östlich von Berlin im Bundesland

Brandenburg betrieben. Der Abstand zum Standort Lubmin/Rubenow beträgt ca. 210 km. Einwirkungen infolge von Bodenverformungen gibt es aufgrund des großen Abstandes zu diesem Bergbaubetrieb für das ESTRAL nicht.

Auswirkungen durch Bergschäden, die eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung zur Folge haben, sind bei ESTRAL ausgeschlossen. Daher ergeben sich keine radiologisch relevanten Auswirkungen auf die Umgebung.

7.3.2.14 Flugzeugabsturz

Gemäß den ESK-Leitlinien ist das Ereignis „Flugzeugabsturz“ (zufälliger Absturz eines schnell fliegenden Militärflugzeuges) in der Regel zu den auslegungsüberschreitenden Ereignissen zu zählen und ausgehend von den Lastannahmen aus den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren /L-39/ zu berücksichtigen. Für den Standort Lubmin/Rubenow wurde dementsprechend der zufällige Absturz eines schnell fliegenden Militärflugzeugs auf das ESTRAL untersucht und die Auswirkungen dieses Flugzeugabsturzes auf das ESTRAL bewertet.

Das Ereignis „Flugzeugabsturz“ ist aufgrund der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit ein auslegungsüberschreitendes Ereignis, für das Maßnahmen zur Schadensreduzierung zu betrachten sind. Derartige Maßnahmen sind dann ausreichend, wenn bei den radiologischen Auswirkungen keine relevanten Schutzmaßnahmen im Notfall gemäß der Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosiswerte-Verordnung - NDWV) /L-40/ erforderlich sind.

Beim Absturz eines schnell fliegenden Militärflugzeugs auf das Lagergebäude sind neben den zu erwartenden mechanischen Einwirkungen auch thermische Einwirkungen infolge eines Treibstoffbrandes zu betrachten. Durch die Auslegung des Lagergebäudes als massive Baukonstruktion mit der gewählten Baustruktur, Betongüte und Bewehrung und der optimierten Lage und Größe von Gebäudeöffnungen werden infolge eines Flugzeugabsturzes die mechanischen Belastungen auf die Castor-Behälter signifikant begrenzt und thermische Belastungen verhindert. Die Standsicherheit des Lagergebäudes ist im Falle eines Flugzeugabsturzes gewährleistet. Weder das Militärflugzeug noch das mitgeführte Kerosin dringen in das Gebäude ein.

Infolge der Gebäudebeanspruchung ergeben sich für die eingelagerten Castor-Behälter mechanische Belastungen resultierend aus lokal begrenzten Abplatzungen der Betonüberdeckung an der Unterseite der Stahlbetondecke. Durch herabstürzende kleinere Betonabplatzungen können geringfügige Beschädigungen des

Doppeldeckeldichtsystems der im Einwirkungsbereich der Betonabplatzungen aufgestellten Castor-Behälter nicht ausgeschlossen werden. Im Sinne einer konservativen Betrachtung wird hierbei das Versagen der Dichtbarriere des Sekundärdeckels unterstellt. Die spezifikationsgerechte Dichtheit des Primärdeckels bleibt uneingeschränkt erhalten. Die in den Castor-Behältern aufbewahrten Inventare werden nicht beschädigt. Die Wärmeabfuhr der Castor-Behälter ist bei diesem Szenario jederzeit gewährleistet.

Die resultierende effektive Dosis ist kleiner als 0,01 mSv für Einzelpersonen der Bevölkerung an der ungünstigsten Einwirkungsstelle in der Umgebung des ESTRAL und liegt weit unterhalb des Dosiswertes von 100 mSv für Evakuierung gemäß § 4 der Notfall-Dosiswerte-Verordnung /L-40/. Daher gibt es bei einem Flugzeugabsturz auf das ESTRAL nur vernachlässigbare radiologische Auswirkungen auf die Umgebung. Frühe Notfall-schutzmaßnahmen sind somit nicht erforderlich.

8 Stilllegung

Nach Abtransport aller Castor-Behälter an eine Anlage zur Endlagerung hochradioaktiver Abfälle wird das ESTRAL stillgelegt.

Die Aktivierung von Gebäudestrukturen und der Anlagentechnik durch die Neutronenstrahlung, die von den Castor-Behältern ausgeht, ist so gering, dass sie vernachlässigt werden kann. Sie liegt um Größenordnungen unterhalb der natürlichen Radioaktivität des Betons.

Durch die Einstufung einiger Bereiche als Kontrollbereich nach § 52 StrlSchV /L-5/ ist eine Freigabe nach § 31 StrlSchV /L-5/ für eine konventionelle Nutzung bzw. für den Abriss erforderlich. Kontaminationen sind nahezu ausgeschlossen, da die radioaktiven Stoffe während der Zwischenlagerung sicher in den Castor-Behältern eingeschlossen waren. Falls Kontaminationen festgestellt werden, werden diese entfernt.

Bei der Einstellung des Betriebes sind keine größeren Mengen radioaktiver Abfälle zu erwarten. Alle ggf. aus dem Betrieb noch vorhandenen oder bei der Stilllegung anfallenden radioaktiven Abfälle werden aus dem ESTRAL gemäß den dann gültigen Regelungen entsorgt. Nach der Durchführung der erforderlichen radiologischen Messungen für die Freigabe kann das ESTRAL aus der atomrechtlichen Aufsicht entlassen und konventionell genutzt oder abgerissen werden.

9 Auswirkungen auf die in § 1a AtVfV genannten Schutzgüter

Für das Vorhaben ist gemäß Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) /L-41/, Anlage 1 Nr. 11.3, bzw. AtG /L-1/ und AtVfV /L-3/ eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) erforderlich. Die UVP umfasst nach § 1a AtVfV /L-3/ die Ermittlung, Beschreibung und Bewertung der für die Prüfung der Zulassungsvoraussetzungen bedeutsamen Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter:

1. Menschen, insbesondere die menschliche Gesundheit,
2. Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt,
3. Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft,
4. kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter sowie
5. die Wechselwirkungen zwischen den in den Nummern 1 bis 4 genannten Schutzgütern.

Grundlage der UVP ist ein Bericht (UVP-Bericht) zu den voraussichtlichen Umweltauswirkungen des Vorhabens nach § 16 UVPG /L-41/. Dieser enthält insbesondere eine detaillierte Beschreibung der Auswirkungen der insgesamt geplanten Maßnahmen zur Errichtung und zum Betrieb des ESTRAL auf die oben genannten Schutzgüter einschließlich ihrer Wechselwirkungen untereinander. Der UVP-Bericht ist im Rahmen des Öffentlichkeitsbeteiligungsverfahrens mit ausgelegt.

Die Ergebnisse des UVP-Berichtes zeigen, dass erhebliche nachteilige Auswirkungen aus den insgesamt geplanten Maßnahmen zur Errichtung und zum Betrieb des ESTRAL auf die o. g. Schutzgüter aus allen zu betrachtenden Wirkungen, Wirkungspfad und Wechselwirkungen nicht zu erwarten sind. Eingriffe in Natur und Landschaft, in die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt sowie Boden werden durch geeignete Maßnahmen vermieden bzw. kompensiert.

Die von § 3 Abs. 1 Nr. 1f AtVfV /L-3/ geforderte Beschreibung der Auswirkungen der dargestellten Direktstrahlung und Abgabe radioaktiver Stoffe auf die in § 1a AtVfV /L-3/ genannten Schutzgüter erfolgt abdeckend durch die Betrachtung hinsichtlich der potentiellen Expositionen auf das Schutzgut Mensch im entsprechenden Kapitel 6.5 des vorliegenden Sicherheitsberichtes.

10 Literaturverzeichnis

- /L-1/ Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz - AtG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3530) geändert worden ist
- /L-2/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966), das zuletzt durch Artikel 2 des Gesetzes vom 20. Mai 2021 (BGBl. I S. 1194) geändert worden ist
- /L-3/ Verordnung über das Verfahren bei der Genehmigung von Anlagen nach § 7 des Atomgesetzes (Atomrechtliche Verfahrensverordnung - AtVfV), in der Fassung der Bekanntmachung vom 3. Februar 1995 (BGBl. I S. 180), die zuletzt durch Artikel 3 der Verordnung vom 11. November 2020 (BGBl. I S. 2428) geändert worden ist
- /L-4/ Landesbauordnung Mecklenburg-Vorpommern (LBauO M-V), in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Oktober 2015, zuletzt geändert durch Gesetz vom 26. Juni 2021 (GVOBl. M-V S. 1033)
- /L-5/ Verordnung zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2036), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 8. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4645) geändert worden ist
- /L-6/ Empfehlung der ESK, „Leitlinien für die trockene Zwischenlagerung bestrahlter Brennelemente und Wärme entwickelnder radioaktiver Abfälle in Behältern.“ Revidierte Fassung vom 10.06.2013
- /L-7/ Geodatenportal des Landes Mecklenburg-Vorpommern (GeoPortal.MV), https://www.geoportal-mv.de/portal/Das_Portal
- /L-8/ Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908) geändert worden ist
-

- /L-9/ Gesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (Naturschutzausführungsgesetz - NatSchAG M-V), vom 23. Februar 2010, (GVOBl. M-V S. 66), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 5. Juli 2018 (GVOBl. M-V S. 221)
- /L-10/ Mecklenburg-Vorpommern - Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, Regelwerk Küstenschutz Mecklenburg-Vorpommern: 2-5 / 2012 Bemessungshochwasserstand und Referenzhochwasserstand
- /L-11/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 2207, „Schutz von Kernkraftwerken gegen Hochwasser“, Fassung 2004-11
- /L-12/ Ingenieurplanung Ost (2010), Gemeinde Rubenow im Amt Lubmin. Landschaftsplan. Erläuterungsbericht (mit sechs zugehörigen Karten)
- /L-13/ Koordinator: Klaus Kruse; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) 2017: Bodenatlas Deutschland - Böden in thematischen Karten
- /L-14/ Koordinator: Klaus Kruse; Hrsg.: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) 2017: Bodenübersichtskarte (1:500.000)
- /L-15/ DIN, Deutsche Norm, DIN EN 1998-1/NA, „Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für den Hochbau“, Fassung 2011-01
- /L-16/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 2201.1, „Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze“, Fassung 2011-11
- /L-17/ Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB), „Richtlinie zur Emissions- und Immissionsüberwachung kerntechnischer Anlagen (REI)“, Fassung vom 07. Dezember 2005 (GMBI. 2006, Nr. 14-17)
-

- /L-18/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3902
„Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken“,
Fassung 2020-12
- /L-19/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 2206,
„Auslegung von Kernkraftwerken gegen Blitzeinwirkungen“,
Fassung 2019-11
- /L-20/ Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und
Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG) vom 8. August 2020 (BGBl. I S.
1728)
- /L-21/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA 2101.1,
Brandschutz in Kernkraftwerken - Teil 1: Grundsätze des Brandschutzes,
Fassung 2015-11
- /L-22/ DIN, Deutsche Norm, EN ISO 9000 ff, Normenreihe,
„Qualitätsmanagementsysteme“
- /L-23/ DIN, Deutsche Norm, DIN 31051,
„Grundlagen der Instandhaltung“,
Fassung 2019-06
- /L-24/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 1201,
„Anforderungen an das Betriebshandbuch“,
Fassung 2015-11
- /L-25/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 1202,
„Anforderungen an das Prüfhandbuch“,
Fassung 2017-11
- /L-26/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 1401,
„Allgemeine Anforderungen an die Qualitätssicherung“,
Fassung 2017-11
-

- /L-27/ Empfehlung der Entsorgungskommission (ESK), „Leitlinien zur Durchführung von periodischen Sicherheitsüberprüfungen und zum technischen Alterungsmanagement für Zwischenlager für bestrahlte Brennelemente und Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle.“, Fassung vom 13.03.2014
- /L-28/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3602, „Lagerung und Handhabung von Brennelementen und zugehörigen Einrichtungen in Kernkraftwerken mit Leichtwasserreaktoren“, Fassung 2003-11
- /L-29/ Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018 Edition, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev. 1), International Atomic Energy Agency (IAEA), Vienna, 28.06.2018
- /L-30/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3905, „Lastanschlagpunkte an Lasten in Kernkraftwerken“, Fassung 2020-12
- /L-31/ KTA-Regel, Sicherheitstechnische Regel des KTA, KTA 3903, „Prüfung und Betrieb von Hebezeugen in Kernkraftwerken“, Fassung 2020-12
- /L-32/ DIN, Deutsche Norm, DIN EN 1991-1-4, „Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“; Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010, Fassung 2010-12
- /L-33/ DIN, Deutsche Norm, DIN EN 1991-1-4/NA, „Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen – Windlasten“, Fassung 2010-12
-

- /L-34/ DIN, Deutsche Norm, DIN 1986-100,
Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung
mit DIN EN 752 und DIN EN 12056,
Fassung 2016-12
- /L-35/ KOSTRA-DWD 2010/2010R,
Koordinierte Starkniederschlagsregionalisierung und -auswertung des DWD
- /L-36/ DIN, Deutsche Norm, DIN EN 1991-1-3,
„Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten“;
Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003/A1:2015,
Fassung 2015-12
- /L-37/ DIN, Deutsche Norm, DIN EN 1991-1-3/NA,
„Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 1: Einwirkungen auf Trag-
werke - Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten“,
Fassung 2019-04
- /L-38/ Bundesministerium des Innern (BMI), „Richtlinie für den Schutz von Kernkraftwerken gegen
Druckwellen aus chemischen Reaktionen durch Auslegung der Kernkraftwerke hinsichtlich ih-
rer Festigkeit und induzierter Schwingungen sowie durch Sicherheitsabstände“, vom 13. Sep-
tember 1976 (BAnz Nr. 179 vom 22.09.1976)
- /L-39/ Reaktor-Sicherheitskommission (RSK)
„Leitlinien für Druckwasserreaktoren; Ursprungsfassung (3. Ausgabe vom 14. Oktober 1981)
mit Änderungen von 15. November 1996“, Fassung 11.96
- /L-40/ Verordnung zur Festlegung von Dosiswerten für frühe Notfallschutzmaßnahmen (Notfall-Dosis-
werte-Verordnung - NDWV) vom 29. November 2018 (BGBl. I S. 2034, 2172)
- /L-41/ Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG), in der Fassung der Bekanntmachung
vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), das durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021
(BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
-

Begriffsbestimmungen

Abfall, radioaktiv	Radioaktive Stoffe im Sinne des § 2 Abs. 1 AtG, die nach § 9a AtG geordnet beseitigt werden.
Ableitung	Abgabe flüssiger, an Schwebstoffe gebundener oder gasförmiger radioaktiver Stoffe aus Anlagen und Einrichtungen auf hierfür vorgesehenen Wegen.
Aktivierung	Vorgang, durch den ein Material durch Beschuss mit Neutronen, Protonen, anderen Teilchen oder auch Gammaquanten radioaktiv wird (aktiviertes Material ist z. B. der Reaktordruckbehälter aus einem Kernkraftwerk)
Aktivität	Die Aktivität eines radioaktiven Stoffes gibt die Anzahl der je Sekunde zerfallenden Atomkerne an. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq). Ein Bq entspricht einem Zerfall pro Sekunde.
Brennelemente	Die Brennelemente sind wesentliche Bauteile eines Kernreaktors und bilden zusammen mit den sonstigen Einbauten den Reaktorkern. Sie bilden eine hexagonale Anordnung aus einer vorgegebenen Anzahl von Brennstäben. Die Brennstäbe, gasdicht verschweißte Rohre aus einer hochfesten Metalllegierung, enthalten den Kernbrennstoff in Form von Brennstofftabletten (Pellets).
Castor-Behälter	Spezialbehälter für den sicheren Transport und die Zwischenlagerung von z. B. abgebrannten Brennelementen und Abfällen aus der Wiederaufarbeitung.
Effektive Dosis	Maß für die Exposition des Menschen; das zur Berücksichtigung der Strahlenwirkung auf verschiedene Organe oder Gewebe gewichtete Mittel von Organ-Äquivalentdosen.
Endlagerung	Die Entsorgung von Abfällen durch Unterbringung in einer speziell dafür angelegten Einrichtung, dem Endlager.
Exposition	Einwirkung ionisierender Strahlung auf den menschlichen Körper durch Strahlungsquellen außerhalb des Körpers (äußere Exposition) und innerhalb des Körpers (innere Exposition) oder das Ausmaß dieser Einwirkung.
Inventar	Radioaktiver Inhalt der Castor-Behälter wie z. B. Kernbrennstoffe und aktivierte Core-Bauteile aus verschiedenen Anlagen und Einrichtungen des Bundes. Die Kernbrennstoffe sind z. B. in Brennelementen, Sonderbrennelementen, Brennstäben, Glaskokillen und Stahlrohren enthalten.
Konditionierung	Zwischen- und / oder endlagergerechte Behandlung und Verpackung von radioaktiven Abfällen.
Kontamination	Anlagern oder Eindringen von radioaktiven Partikeln an der / in die Oberfläche des Materials, z. B. Rohrleitungen. Das Material selber wird nicht radioaktiv. Kontamination kann im Allgemeinen durch Reinigen bzw. Abtragen der Oberfläche entfernt werden.

Kontrollbereich	Räumlich abgetrennter Bereich des Strahlenschutzes, 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. Der Kontrollbereich ist in der Regel von einem Überwachungsbereich umschlossen.
Kritikalität	Bezeichnet sowohl die Neutronenbilanz einer kerntechnischen Anlage als auch den kritischen Zustand eines Kernreaktors oder eines Spaltstoffsystems, in dem eine sich selbst erhaltende Kettenreaktion abläuft. Unterkritikalität ist der Zustand, in dem durch Kernspaltung weniger Neutronen erzeugt werden, als durch Absorption und Leckage verschwinden, d. h. die Anzahl der Kernspaltungen sinkt kontinuierlich.
Ortsdosisleistung	Aufgenommene Strahlendosis pro Zeiteinheit an einem bestimmten Ort (bewertet als Sievert, unbewertet als Gray angegeben).
Radioaktivität	Eigenschaft bestimmter Atomkerne, sich spontan unter Aussendung ionisierender Strahlung in andere Atomkerne umzuwandeln. In der Natur kommen zahlreiche radioaktive Stoffe vor. Sie werden als Radionuklide bezeichnet. Zu den bekanntesten zählen Radium und Uran.
Radionuklid	Atomkern eines radioaktiven Isotops.
Schwermetall	Metalle mit einer Dichte größer 5 g/cm^3 .
Sperrbereich	Räumlich abgetrennter und zum Kontrollbereich gehörender Bereich des Strahlenschutzes, in dem die Ortsdosisleistung höher als 3 Millisievert pro Stunde sein kann.
Sperrraum	Zwischenraum zwischen dem Primärdeckel und dem Sekundärdeckel eines Castor-Behälters, der mit Helium gefüllt und auf einen definierten Überdruck gegenüber dem Behälterinnenraum sowie der Atmosphäre eingestellt ist.
Überwachungsbereich	Räumlich abgetrennter und nicht zum Kontrollbereich gehörender Bereich des Strahlenschutzes, 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 erhalten können.
Zwischenlagerung	Zeitlich begrenzte Lagerung radioaktiver Abfälle und abgebrannter Brennelemente bis Inbetriebnahme von Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle (Endlagerung).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Lage des zukünftigen Betriebsgeländes des ESTRAL auf dem EWN-Gelände	14
Abbildung 2.2:	Lage des Standortes Lubmin/Rubenow mit Darstellung des 10 km Umkreises (Geodatenportal des Landes Mecklenburg-Vorpommern - GeoPortal.MV /L-7/)	15
Abbildung 2.3:	Natura 2000-Gebiete (FFH-Gebiete und Vogelschutzgebiete) im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (GeoPortal.MV /L-7/).....	18
Abbildung 2.4:	Landschaftsschutzgebiete, Naturparks und Naturschutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (GeoPortal.MV /L-7/).....	19
Abbildung 2.5:	Gesetzlich geschützte Biotope im Umkreis von 300 m vom zukünftigen Betriebsgelände des ESTRAL (GeoPortal.MV /L-7/)	20
Abbildung 2.6:	Wasserschutzgebiete im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (GeoPortal.MV /L-7/).....	24
Abbildung 2.7:	Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelwerte für Windgeschwindigkeit am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019	26
Abbildung 2.8:	Häufigkeitsverteilung der Tagesmittelwerte für Windrichtung unter Beachtung der Windgeschwindigkeit am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019	27
Abbildung 2.9:	Häufigkeitsverteilung der Diffusionskategorien am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019	28
Abbildung 2.10:	Monatsmittelwerte für Niederschlag am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019	29
Abbildung 2.11:	Monatsmittelwerte für Lufttemperaturen am Standort Lubmin/Rubenow für den Zeitraum 2007 – 2019	30
Abbildung 2.12:	Böden im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow gemäß Bodenübersichtskarte (1:500.000) /L-14/	32
Abbildung 2.13:	Derzeitige Lage der Messpunkte in der Umgebung des ZLN und des Standortes des ESTRAL zur Umgebungsüberwachung des EWN-Geländes	38
Abbildung 3.1:	Lageplan des Betriebsgeländes ESTRAL mit Darstellung der Gebäude und der Außenanlagen.....	40
Abbildung 3.2:	3D-Ansicht des Betriebsgeländes ESTRAL mit Darstellung des Lagergebäudes und des Wachgebäudes	41
Abbildung 3.3:	Grundriss für die 0,00 m-Ebene des Lagergebäudes.....	42
Abbildung 3.4:	Längsschnitt des Lagergebäudes	43

Abbildung 3.5:	3D-Ansicht des Lagergebäudes	43
Abbildung 4.1:	Prinzipdarstellung des Aufbaus eines Castor-Behälters am Beispiel der Bauart CASTOR® 440/84 (ohne Schutzplatte).....	59
Abbildung 4.2:	3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® 440/84 (ohne Schutzplatte).....	63
Abbildung 4.3:	3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® 440/84 mvK (ohne Schutzplatte).....	65
Abbildung 4.4:	3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® KRB-MOX (ohne Schutzplatte).....	67
Abbildung 4.5:	3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® HAW 20/28CG (ohne Schutzplatte).....	69
Abbildung 4.6:	3D-Darstellung des Behälters der Bauart CASTOR® KNK (ohne Schutzplatte).....	71
Abbildung 5.1:	Strahlenschutzbereiche des ESTRAL.....	81
Abbildung 5.2:	Strahlenschutzbereiche im Lagergebäude	82
Abbildung 6.1:	Wärmeabfuhrprinzip im Lagergebäude	97
Abbildung 6.2:	Effektive Dosis aus Direktstrahlung aus dem Lagergebäude (nur Lagerung der Castor-Behälter, ohne innerbetrieblicher Transfer im Außenbereich des ESTRAL-Betriebsgeländes) an den ungünstigsten Einwirkungsstellen an der Zaunanlage bei einer Aufenthaltszeit von 8.760 Stunden im Kalenderjahr sowie Darstellung der 10 µSv/a-Isodosislinie (allgemein anerkannte Geringfügigkeitsschwelle)	101

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1:	Maximalwerte für das Aktivitätsinventar und die Nachzerfallswärmeleistung je Behälterbauart (berechnet auf den frühestmöglichen Einlagerungszeitpunkt 01.01.2025).....	9
Tabelle 2.1:	Bevölkerung in den Städten und Gemeinden im 10 km Umkreis vom Standort Lubmin/Rubenow (Stand: 30. Juni 2021, GeoPortal.MV /L-7/)	16
Tabelle 2.2:	Zusammenfassung der radiologischen Vorbelastung am Standort Lubmin/Rubenow aus Ableitungen und Direktstrahlung.....	36
Tabelle 4.1:	Parameter der Behälterbauart CASTOR® 440/84 beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)	64
Tabelle 4.2:	Parameter der Behälterbauart CASTOR® 440/84 mvK beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)	66
Tabelle 4.3:	Parameter der Behälterbauart CASTOR® KRB-MOX beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)	68
Tabelle 4.4:	Parameter der Behälter der Bauart CASTOR® HAW 20/28CG beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)	70
Tabelle 4.5:	Parameter der Behälter der Bauart CASTOR® KNK beladen und in Lagerkonfiguration (mit Schutzplatte)	72
Tabelle 4.6:	Maximalwerte für das Aktivitätsinventar (berechnet zum 01.01.2025) und den Kernbrennstoffgehalt je Einzelbehälter (zum Zeitpunkt der Einlagerung) und summarisch für die Behälterbauart	73
Tabelle 6.1:	Beiträge des ESTRAL und der restlichen Anlagen am Standort Lubmin/Rubenow (radiologische Vorbelastung) zur jährlichen Exposition aus Ableitungen mit Luft und Wasser sowie Direktstrahlung	103
