

# **Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) – Los I: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Störfallanalysen**

**DMT GmbH & Co. KG  
DSR Ingenieurgesellschaft mbH**

Hamburg, 08.03.2019

(Dr. Jörg Feinhals)

(Dr. Andreas Hücke)

**Impressum:**

Auftraggeber: Bundes-Gesellschaft für Endlagerung mbH  
Willy-Brandt-Str. 5  
38226 Salzgitter

Telefon: 030 18333-7000  
Fax: 030 18333-1885  
E-Mail: [poststelle@bge.de](mailto:poststelle@bge.de)  
Internet: [www.bge.de](http://www.bge.de)

Ersteller: Verónica Campo<sup>2</sup>, Dr. Jörg Feinhals<sup>1</sup>, Sebastian Schönberner<sup>2</sup>, Dr. Dirk Walbrodt<sup>1</sup>

<sup>1</sup> DMT GmbH & Co. KG  
Große Bahnstr. 31  
22525 Hamburg  
Telefon: +49 (0)408557 2253  
Internet: [www.dmt-group.com](http://www.dmt-group.com)

<sup>2</sup> DSR Ingenieurgesellschaft mbH (DSR)  
Allee der Kosmonauten 28  
12681 Berlin  
Telefon: +49 (0)30 54787 306  
Internet: [www.dsr-berlin.de](http://www.dsr-berlin.de)

Die diesem Bericht zugrundeliegenden Arbeiten wurden im Auftrag der Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) durchgeführt. Die Verantwortung für den Inhalt liegt jedoch allein bei den Autoren. Die hierin geäußerten Meinungen müssen nicht der Meinung der Auftraggeber entsprechen.

## Kurzfassung

Verfasser: Verónica Campo, Dr. Jörg Feinhals, Sebastian Schönberner, Dr. Dirk Walbrodt

Titel: Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) – Los I: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Störfallanalysen

Stand: 06.03.2019

Im Rahmen der Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) wurde der Überprüfungsbedarf der Störfallanalysen bestimmt. Auf Basis des Planfeststellungsbeschlusses sowie der darin zitierten Ergänzenden Unterlagen (EU) wurde geprüft, ob der zum Zeitpunkt des Erlasses des Planfeststellungsbeschlusses damals gültige Stand von Wissenschaft und Technik zur Vorsorge gegen Störfälle noch dem heutigen Stand entspricht. Zu diesem Zweck wurde der damals gültige Stand von Wissenschaft und Technik bestimmt und mit dem heutigen Stand verglichen.

Im Anschluss erfolgte eine Bewertung der im Planfeststellungsverfahren beschriebenen Maßnahmen zur Vermeidung von bzw. zur Vorsorge gegen Störfälle. Es wurde geprüft, ob die damals getroffenen Maßnahmen ausreichend sind, um auch nach dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik die betrachteten Störfälle zu vermeiden oder deren Auswirkungen zu minimieren. Bei Abweichungen wurde geprüft, ob sich aus diesen ein sicherheitsrelevantes Delta ergibt.

In diesem Bericht werden die gefundenen 18 Deltas beschrieben. Diese wurden vier Bewertungsbereichen zugeordnet. Zusätzlich wird dargestellt, durch welche Maßnahmen die Deltas behoben werden können, und in welcher zeitlichen Reihenfolge die Bearbeitung der Deltas erfolgen soll.

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung .....	3
Inhaltsverzeichnis .....	4
Abbildungsverzeichnis .....	5
Tabellenverzeichnis .....	6
Anhangsverzeichnis .....	7
Abkürzungsverzeichnis .....	8
1. Einleitung und Aufgabenstellung .....	9
2. Grundzüge der Störfallanalyse .....	12
3. Vorgehensweise .....	15
3.1 Grundsätzliche Problematik .....	15
3.2 Bewertungsformblatt .....	18
4. Regulatorische Aspekte .....	24
5. Analyse der Antragsunterlagen .....	28
6. Zusammenfassung .....	40
7. Anpassungen im Bericht .....	43
8. Literaturverzeichnis .....	46
Anhänge .....	48

Gesamtseitenzahl: 155

Stichworte: Endlager Konrad, Stand von Wissenschaft und Technik (W&T), Störfallanalyse, Störfallszenarien, Störfallbetrachtungen

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3-1:	Vereinfachte hierarchische Struktur zur Analyse der Unterlagen.....	17
Abbildung 3-2:	Bewertungsformblatt zur Analyse der Unterlagen .....	23
Abbildung B-1:	Hierarchische Baumstruktur zur Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen.....	52
Abbildung C-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 1.....	53
Abbildung D-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 2.....	66
Abbildung E-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 3.....	79
Abbildung F-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 4.....	96
Abbildung G-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 5.....	105
Abbildung H-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 6.....	118
Abbildung I-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 7.....	130
Abbildung J-1:	Hierarchische Struktur zum Themenbereich 8.....	142

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1:	Vergleich des damaligen und des aktuellen Standes von W&T .....	27
Tabelle 5-1:	Bewertung der Störfallanalyse hinsichtlich des aktuellen Standes von W&T.....	29
Tabelle 5-2:	Zuordnung der Ereignisse aus der Unterlage EU 228 zu einem Formblatt.....	31
Tabelle 5-3:	Ereignisse mit sicherheitsrelevantem Delta: „übergeordnet“ und „standortspezifisch“ .....	32
Tabelle 5-4:	Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung über Tage. ....	34
Tabelle 5-5:	Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung. ....	35
Tabelle 5-6:	Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung unter Tage. ....	36
Tabelle 5-7:	Ereignisse mit Delta: thermische Einwirkungen über Tage.....	36
Tabelle 5-8:	Ereignisse mit Delta: thermische Einwirkungen unter Tage.....	37
Tabelle 6-1:	Erforderliche Überarbeitungen des genehmigten Zustandes an den aktuellen Stand von W&T.....	42
Tabelle 7-1:	Zusammenfassung der Anmerkungen im Reviewbericht und Antworten von DMT .....	43

## Anhangsverzeichnis

Anhang A:	Aufstellung relevanter Gutachten und erläuternder Unterlagen .....	48
Anhang B:	Hierarchische Baumstruktur zur Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen.....	52
Anhang C:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 1 - übergeordnete Aspekte der Störfallanalysen.....	53
Anhang D:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 2 - Struktur des Ereignisspektrums.....	66
Anhang E:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 3 - mechanische Einwirkungen über Tage .....	79
Anhang F:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 4 - mechanische Einwirkungen in der Schachtförderanlage .....	96
Anhang G:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 5 - mechanische Einwirkungen unter Tage .....	105
Anhang H:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 6 - thermische Einwirkungen über Tage .....	118
Anhang I:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 7 - thermische Einwirkungen unter Tage .....	130
Anhang J:	Bewertungsformblätter zum Themenbereich 8 - naturbedingte Einwirkungen von außen.....	142

## Abkürzungsverzeichnis

<b>AtG</b>	Atomgesetz
<b>AVV</b>	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
<b>BfS</b>	Bundesamt für Strahlenschutz
<b>BGE</b>	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
<b>BMI</b>	Bundesministerium des Innern
<b>BMU</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
<b>BMUB</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
<b>BVOS</b>	Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen
<b>DBE</b>	Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von Endlagern für Abfallstoffe mbH
<b>ESK</b>	Entsorgungskommission
<b>EU</b>	Erläuternde Unterlagen (siehe auch Anhang A)
<b>GRS</b>	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GmbH
<b>IAEA</b>	International Atomic Energy Agency
<b>KTA</b>	Kerntechnischer Ausschuss
<b>MTO</b>	Mensch-Technik-Organisation
<b>NMU</b>	Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz
<b>PFB</b>	Planfeststellungsbeschluss
<b>PFV</b>	Planfeststellungsverfahren
<b>PSÜ</b>	Periodische Sicherheitsüberprüfung
<b>PTB</b>	Physikalisch-Technische Bundesanstalt
<b>SSK</b>	Strahlenschutzkommission
<b>StrlSchV</b>	Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (kurz: Strahlenschutzverordnung)
<b>ÜsiKo</b>	Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik
<b>W&amp;T</b>	Wissenschaft und Technik

## 1. Einleitung und Aufgabenstellung

Das zukünftige Endlager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Konrad liegt im südöstlichen Niedersachsen auf dem Gebiet der Stadt Salzgitter. Die Schachtanlage Konrad hat zwei Schächte Konrad 1 und Konrad 2 mit Tiefen von 1.200 bzw. 1.000 Metern.

Das Endlager wird als Erweiterung des Grubengebäudes eines bestehenden ehemaligen Eisenerzbergwerks errichtet. Das Eisenerzvorkommen in einer Tiefe von 1.300 bis 800 Metern hat eine Mächtigkeit von 12 bis 18 Metern. In zwei neu aufgefahrenen Einlagerungsbereichen in 800 m Tiefe sollen bis zu 303.000 Kubikmeter radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endgelagert werden. Im Jahr 1982 stellte die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) als damals für die Endlagerung zuständige Behörde einen Antrag auf Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens (PFV). Im Frühjahr 1989 reichte sie den Plan bei der zuständigen Genehmigungsbehörde Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (NMU) ein. Die ursprünglichen Antragsunterlagen mit den Sicherheitsanalysen zum bestimmungsgemäßen Betrieb, zu den unterstellten Störfällen, zur Sicherstellung der Unterkritikalität, zur thermischen Beeinflussung des Wirtsgesteins und zur Langzeitsicherheitsanalyse für das Endlager Konrad wurden in den 1990er Jahren basierend auf dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik und den gültigen Rechtsgrundlagen erstellt. Die Planungen für das Endlager Konrad und die Ergebnisse der Sicherheitsanalysen wurden im Plan Konrad zusammengefasst. Dem Planfeststellungsbeschluss (PFB) (NMU, 2002) liegt der Plan Konrad in der Fassung vom April 1990 zugrunde.

Das PFV für Konrad war ein atomrechtliches Genehmigungsverfahren, das sowohl eine Umweltverträglichkeitsprüfung, als auch eine Öffentlichkeitsbeteiligung beinhaltete. Bis zum Ende des PFV wurden neue Entwicklungen des Standes von Wissenschaft und Technik sowie des Regelwerkes (insbesondere die Neufassung der Strahlenschutzverordnung im Jahr 2001) regelmäßig berücksichtigt. Darauf basierend hat die Genehmigungsbehörde unter Beteiligung von Sachverständigen im Jahr 2002 im PFB festgestellt, dass die erforderliche Vorsorge gegen Schäden aus der Endlagerung radioaktiver Abfälle gemäß dem zu diesem Zeitpunkt aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik<sup>1</sup> gewährleistet ist.

Die Verantwortung für das Endlager Konrad lag bis zum 24. April 2017 beim Bundesamt für Strahlenschutz (BfS). Auf Grundlage des "Gesetz zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung", das am 30. Juli 2016 in Kraft trat, sind die Betreiberaufgaben für das Endlager Konrad auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen worden.

Der Betreiber sah sich in der Pflicht, eine Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen nach dem Stand von Wissenschaft und Technik für das Endlager Konrad vor Inbetriebnahme durchzuführen. Diese „Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)“ erfolgt vorsorglich und ergänzt die während der Betriebsphase obligatorischen periodischen Sicherheitsüberprüfungen (PSÜ), gemäß § 9h AtG. Ziel der ÜsiKo ist, dass sowohl Aktualisierungsbedarf mit konkreter Sicherheitsrelevanz als auch etwaige Zweifel an der Sicherheit identifiziert, bewertet und durch entsprechende Maßnahmen ausgeräumt

<sup>1</sup> Im vorliegenden Bericht bezieht sich die Formulierung „Stand von Wissenschaft und Technik“ auf den heutigen Stand im Jahr 2018. Der Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt des PFV wird als „damaliger Stand von Wissenschaft und Technik“ bezeichnet.

werden. Dadurch wird sichergestellt, dass die planfestgestellte Sicherheit des Endlagers an das tatsächliche Sicherheitsniveau nach Stand von Wissenschaft und Technik angepasst wird. Der Prozess der Überprüfung begann 2016 mit einem öffentlichen Workshop, welcher der Diskussion über das sinnvolle und notwendige Vorgehen bei der Überprüfung diene. Als Folge und unter Berücksichtigung der Diskussion wurden folgende vier Phasen für die ÜsiKo festgelegt:

Phase 1: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs

Phase 2: darauf aufbauend ggf. Aktualisierung von Sicherheitsanalysen

Phase 3: darauf aufbauend ggf. Anpassung der Planung

Phase 4: darauf aufbauend ggf. Umsetzung im Bau

Bei der ÜsiKo werden bei den o.g. Phasen alle Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad betrachtet. Dies betrifft folgende Themengebiete:

- Langzeitsicherheit
- Störfallanalysen
- bestimmungsgemäßer Betrieb
- Sicherstellung der Unterkritikalität
- thermische Beeinflussung des Wirtsgesteins

Die Ausschreibung zum Themengebiet Störfallanalysen erfolgte im September 2017.

DMT GmbH & Co. KG mit ihrem Unterauftragnehmer DSR Ingenieurgesellschaft mbH hat ab dem 15.01.2018 das Themengebiet Störfallanalysen im Rahmen der ersten Phase der ÜsiKo bearbeitet. Der vorliegende Bericht ist der Abschlussbericht des Vorhabens und stellt die Ergebnisse vor.

Gemäß der Aufgabenstellung des Auftraggebers in der Ausschreibung zur Vergabe des Vorhabens wird im folgenden Bericht eine Beschreibung der sicherheitsrelevanten Aspekte im PFB bezüglich des Themengebiets Störfallanalysen erstellt, und es werden Kriterien und Maßstäbe für deren Prüfung aufgestellt. Der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik (W&T) wird mit demjenigen des PFB verglichen und es wird geprüft, ob ein sicherheitsrelevantes Delta besteht. Ziel ist die Identifikation aller Punkte der Störfallanalysen, an denen sich aufgrund des aktuellen Standes von W&T ein sicherheitsrelevanter Überprüfungsbedarf ergibt. Dabei wird dargelegt,

- wie sich der aktuelle Stand von W&T darstellt,
- welche Kriterien für die Beurteilung der Sicherheitsrelevanz zugrunde gelegt worden sind,
- welche sicherheitsrelevanten Deltas in Bezug auf den Stand von W&T existieren,
- wie die sicherheitsrelevanten Deltas bewertet worden sind und

- welche sicherheitsrelevanten Aspekte der Störfallanalysen ggf. einer Überarbeitung bedürfen, um den aktuellen Stand von W&T abzubilden.

Gemäß der Aufgabenstellung des Auftraggebers werden folgende Kriterien und Maßstäbe für die Beurteilung der Sicherheitsrelevanz angewendet:

- Auswirkungen auf die Belastbarkeit der vorhandenen Aussagen zu den Störfallanalysen,
- Notwendigkeit der Berücksichtigung zusätzlicher Erkenntnisse und Informationen hinsichtlich Sicherheitsrelevanz,
- möglicher Sicherheitsgewinn bzw. -verlust bei Anwendung des heutigen Standes von W&T.

In Kapitel 2 werden als Hintergrundinformation die wichtigsten Elemente der Störfallanalysen für das Endlager Konrad zusammengefasst. In Kapitel 3 wird das prinzipielle Vorgehen bei der Analyse und Bewertung der Unterlagen bezüglich des Standes von Wissenschaft und Technik mit Hilfe eines formalen und strukturierten Ansatzes beschrieben. Der für die Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen regulatorische Bewertungsmaßstab wird in Kapitel 4 diskutiert. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse der Analyse und Bewertung wird in Kapitel 5 gegeben.

Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Liste relevanter Unterlagen des Genehmigungsverfahrens Konrad ist in Anhang A aufgeführt. In diesem Bericht werden diese Unterlagen ausschließlich mit der Kurzbezeichnung „EU [Nummer]“ zitiert. Der vollständige Titel ist im Anhang A aufgeführt.

Die hierarchische Baumstruktur zur Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen ist in Anhang B dargestellt. Die ausgefüllten Bewertungsformblätter getrennt nach den Themenbereichen sind in den Anhängen C bis J angefügt.

## 2. Grundzüge der Störfallanalyse

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für die Schachtanlage Konrad wurden Störfallanalysen nach kerntechnischen Gesichtspunkten durchgeführt. Die Störfallanalysen beinhalten die Ermittlung von Störfällen, die aufgrund anlageninterner Ereignisse sowie durch Einwirkungen von außen in der Betriebsphase der Schachtanlage Konrad auftreten können.

Die Ermittlung der anlageninternen Störfälle orientiert sich an der Auslegung der Schachtanlage Konrad, den Betriebsabläufen sowie den einzulagernden Abfallgebinden. Auf dieser Basis wurden die anlageninternen Ereignisse identifiziert, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung führen können. Insgesamt wurden vom Antragsteller 78 Störfälle identifiziert, bei denen mechanische und/oder thermische Einwirkungen auf die Abfallgebände auftreten können. Die Störfälle werden nach den Anlagenbereichen der Schachtanlage Konrad unterschieden und jeweils in den folgenden Störfallgruppen mit vergleichbaren Belastungen zusammengefasst (siehe EU 228, Anhang A):

- mechanische Einwirkungen
  - o übertägige Anlage
    - Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung
    - Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
    - Kollision von Transportmitteln ohne Brand
  - o Schachtförderanlage
    - Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes
    - Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach untertage
    - mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände bei der Förderung nach untertage
    - Absturz von Lasten auf Abfallgebände im Förderkorb
  - o untertägige Anlage
    - Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung
    - Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
    - Steinfall
    - Kollision von Transportmitteln ohne Brand
- thermische Einwirkungen
  - o übertägige Anlage
    - anlageninterner Brand
    - Kollision von Transportmitteln mit Brand

- Fahrzeugbrand
- anlageninterne Explosion
- Schachtförderanlage
  - anlageninterner Brand
- untertägige Anlage
  - anlageninterner Brand
  - Kollision von Transportmitteln mit Brand
  - Fahrzeugbrand
  - anlageninterne Explosion

Die 78 Störfälle wurden nach ihrer Relevanz bewertet und im Sinne der Störfall-Leitlinien (BMI, 1983) in die beiden folgenden Klassen unterteilt:

- Klasse 1: Störfälle, die in ihren radiologischen Auswirkungen auf die Umgebung durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden
- Klasse 2: Störfälle, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden

Um die Angemessenheit dieser Zuordnung und die sicherheitstechnische Ausgewogenheit des Endlagers zu belegen, wurde weiterhin eine probabilistische Anlagenbewertung durchgeführt. Die Häufigkeiten, mit der die im Bericht EU 228 aufgeführten Ereignisse zu erwarten sind, sind im Bericht EU 238 bestimmt.

Unter den Störfällen der Klasse 1 sind die radiologisch repräsentativen zu identifizieren, für die die Berechnung der möglichen Störfallauswirkungen durchzuführen ist. Häufig kann abgeschätzt werden, dass ein bestimmter Störfall bezüglich der radiologischen Auswirkungen in der Umgebung für andere Störfälle abdeckend und somit radiologisch repräsentativ ist. Nur für diesen Störfall sind dann Berechnungen von radiologischen Auswirkungen erforderlich. Die Abschätzung erfolgt durch Ermittlung und Vergleich der Freisetzunganteile in die Umgebung oder des Energieeintrages in das Abfallgebinde.

Auf der Basis dieser Vorgehensweise wurden vier radiologisch repräsentative Störfälle für die verschiedenen Phasen der Einlagerung in das Endlager Konrad identifiziert, bei denen Berechnungen der möglichen Störfallauswirkungen durchgeführt wurden (EU 371):

- Absturz einer Transporteinheit aus maximal 3 m Höhe auf den Hallenboden bei der Handhabung in der Umladehalle
- Absturz einer Transporteinheit aus maximal 3 m Höhe auf den Hallenboden bei der Handhabung in der Pufferhalle
- Absturz einer Transporteinheit beim Stapelvorgang in einer Einlagerungskammer aus maximal 5 m Höhe

- Thermische Einwirkung auf eine Transporteinheit infolge eines Brandes eines Transportfahrzeuges in einer Transportstrecke bzw. Einlagerungskammer

Als Grundlage für die Berechnungen der Störfallauswirkungen dient die Bestimmung der in den Störfällen freigesetzten Aktivität. Die Vorgehensweise für die Abschätzung der Freisetzungsteile bei mechanischen und thermischen Einwirkungen ist in EU 010.2 aufgeführt.

Aufbauend auf den sich für die radiologisch relevanten Störfälle ergebenden Freisetzungsteile wurden zulässige Aktivitäten von Einzelnucliden in Abfallgebinden hergeleitet. Die Aktivitätsgrenzwerte sollen in Verbindung mit einem Summenkriterium sicherstellen, dass für alle radiologisch repräsentativen Störfälle und für alle Abfallgebinde die Störfallplanungswerte gemäß § 49 Abs. 1 StrlSchV (StrlSchV, 2001) eingehalten werden. Die Endlagerungsbedingungen enthalten die aus den Störfallanalysen abgeleiteten Aktivitätsgrenzwerte für die unterschiedlichen Abfallgebinde. Die Vorgehensweise und Ergebnisse zur Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition für die vier radiologisch relevanten Störfälle ist in EU 371 aufgeführt.

Einwirkungen von außen sind unabhängig von anlageninternen Betriebsabläufen, so dass eine den anlageninternen Störfällen vergleichbare Erfassungssystematik entfällt. Die folgenden Einwirkungen von außen wurden standortspezifisch für die Schachtanlage Konrad betrachtet und in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien (BMI, 1983) bewertet:

- naturbedingte Einwirkungen von außen
  - o Hochwasser,
  - o Erdbeben,
  - o sonstige Einwirkungen von außen sowie
- zivilisatorische Einwirkungen von außen:
  - o Flugzeugabsturz,
  - o Explosionsdruckwelle und
  - o Einwirkungen gefährlicher Stoffe.

Die zivilisatorischen Einwirkungen von außen sind sowohl wegen der geringen Eintrittswahrscheinlichkeit als auch wegen des bezüglich möglicher Freisetzungen begrenzten Radionuklidinventars der Abfallgebinde im Sinne der Störfall-Leitlinien (BMI, 1983) nicht als Auslegungstörfälle zu betrachten.

Die Vorgehensweise für die Ermittlung und Bewertung der Störfälle basiert auf konservativen Randbedingungen hinsichtlich der Störfallauswahl, der Lastannahmen für die ausgewählten Störfälle, der Verfahren zur Ermittlung der Freisetzungsteile sowie der Rückhalteprozesse in der Anlage. Unsicherheiten bei der Ermittlung und Bewertung der Störfälle wurden sowohl durch hinreichend abdeckende Annahmen in den betrachteten Szenarien als auch durch die konservative Vorgehensweise Rechnung getragen.

### 3. Vorgehensweise

Das folgende Kapitel beschreibt die prinzipielle Vorgehensweise bei der Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen bezüglich deren Stand von W&T. Die detaillierten Unterlagen der Analyse, auf denen diese Zusammenfassung basiert, sind in den Anhängen B bis K aufgeführt.

#### 3.1 Grundsätzliche Problematik

Das Ziel dieses Auftrags der ÜsiKo war die Analyse der Unterlagen zum PFB zum Themengebiet Störfallanalysen für das Endlager Konrad bezüglich deren Stand von W&T. Die BGE als Auftraggeber hat zum Bearbeitungsbeginn eine Liste der relevanten Unterlagen zusammengestellt, die der Bewertung zu Grunde liegen (siehe Anhang A), und diese Unterlagen in elektronischer Form zur Verfügung gestellt.

Die Liste der relevanten Unterlagen umfasst neben dem Plan und dem PFB auch eine große Anzahl ergänzender Unterlagen des Antragstellers sowie Gutachten und Stellungnahmen der Genehmigungsbehörde. Aus dem Umfang der Unterlagen ist ersichtlich, dass eine vollständige Analyse der gesamten Unterlagen in der vorgesehenen Bearbeitungsdauer von 4-5 Monaten für diesen Auftrag zur ÜsiKo nicht möglich ist. Da die Unterlagen zum PFB im Rahmen des Genehmigungsverfahrens bereits von der Genehmigungsbehörde und dem von ihr beauftragten Gutachter umfassend geprüft wurden, ist das Ziel zu untersuchen, ob aus heutiger Sicht

- sich in der Argumentation bezüglich der sicherheitsrelevanten Aussagen zum Themenbereich aus Sicht des Standes von Wissenschaft und Technik Deltas in der Einschätzung ihrer Sicherheitsrelevanz ergeben und ob
- der Sicherheitsnachweis in seiner Argumentation vollständig ist oder Lücken in der Nachweisführung enthält.

Die sicherheitsrelevanten Aussagen zu den Störfallanalysen in den Verfahrensunterlagen und die Frage, worauf diese Aussagen beruhen, sind somit die Ausgangspunkte der Analyse.

Aus diesem Grund wurde zur Analyse für dieses Vorhaben ein hierarchisch strukturierter Top-Down Ansatz gewählt. Ein vereinfachtes Schema der hierarchischen Baumstruktur zur Analyse der Antragsunterlagen ist in Anhang A dargestellt. Das vollständige Schema ist in Anhang B zu finden. Auf der Ebene 1 ist das Themengebiet Störfallanalysen dargestellt. In der Ebene 2 werden die übergeordneten Aspekte der Störfallanalysen „Strahlenexposition“ und „Ereignisspektrum“ behandelt. Hierbei wird die Vorgehensweise für die Berechnung der Strahlenexposition sowie das Vorgehen für die Durchführung der Störfallanalysen bewertet. In den nächsten Ebenen werden alle Ereignisse aufgeführt, die bei der Ermittlung der Störfälle gemäß dem Bericht EU 228 identifiziert wurden (siehe Kapitel 2). In den Ebenen 2 und 3 wird die Unterteilung der Störfälle dargestellt. In den Ebenen 4 und 5 werden nach den Anlagenbereichen der Schachanlage Konrad die betrachteten Störfallgruppen bzw. Ereignisse aufgeführt. Die folgende Farbcodierung wird für die Erstellung des in Anhang B vollständigen Schemas angewendet:

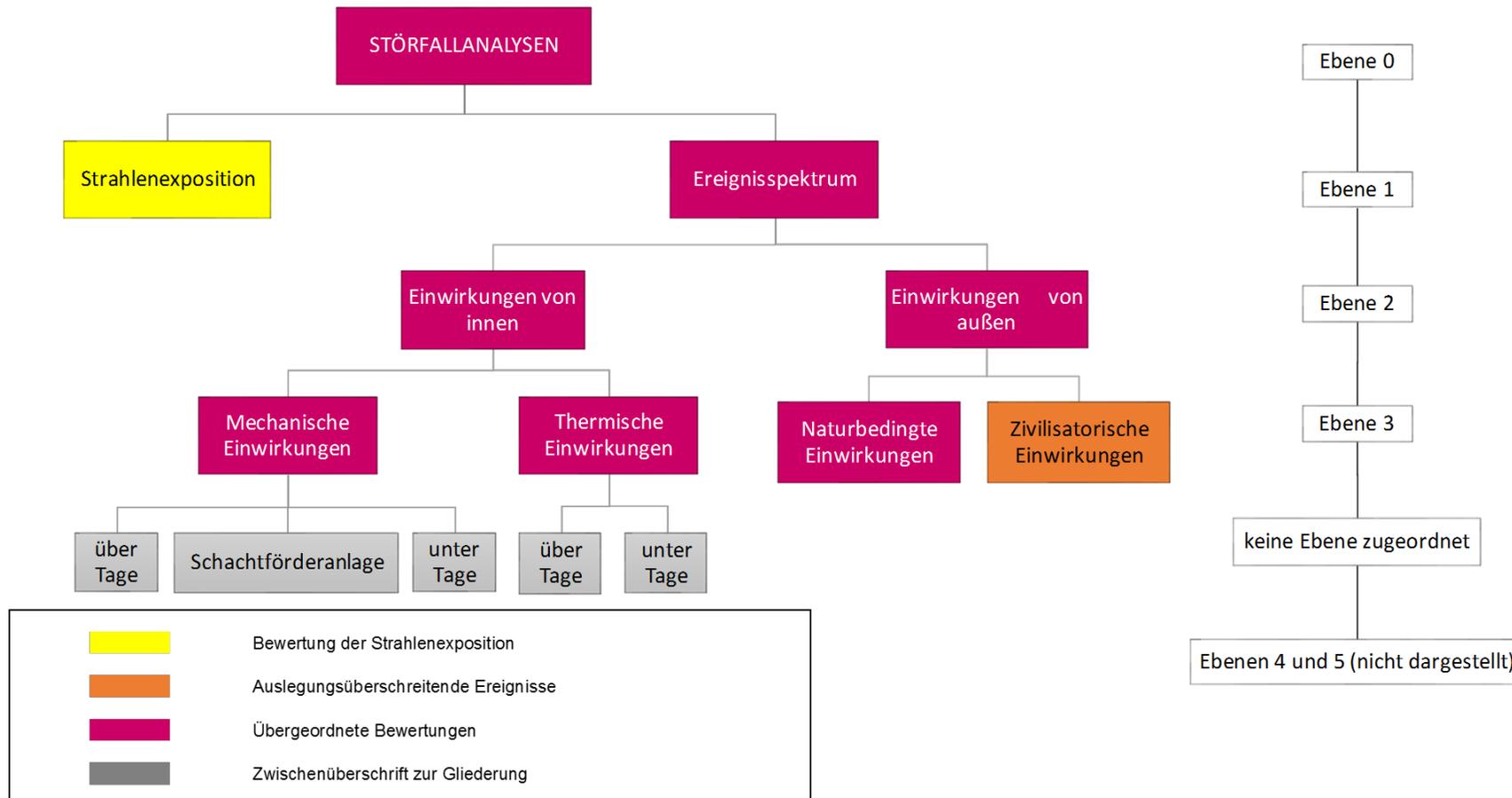
- gelb: radiologisch relevante Ereignisse, bei denen die Strahlenexposition ermittelt wurde bzw. Bewertungsformblätter, die sich mit der Thematik Strahlenexposition befassen
- grün: Störfallgruppen, die durch Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen sind
- orange: auslegungsüberschreitende Ereignisse
- blau: Ereignisse bzw. Störfallgruppen, bei denen die Freisetzungsteile in die Umgebung bzw. der Energieeintrag in das Abfallgebäude ermittelt wurde. Diese sind durch die radiologisch relevanten Ereignisse abgedeckt
- grau: Die grauen Kästen beschreiben zusammenfassend den Ereignisblock als Zwischenüberschrift, die Zuweisung zu einem expliziten Ereignis erfolgt nicht.

Zur Darstellung der Analyse im vorliegenden Bericht wird das Themengebiet Störfallanalysen in die acht folgenden Themenbereiche untergliedert:

- übergeordnete Aspekte der Störfallanalysen (Anhang C)
  - o Strahlenexposition
  - o Ereignisspektrum
- Struktur des Ereignisspektrums (Anhang D)
  - o Einwirkungen von innen
    - mechanische Einwirkungen
    - thermische Einwirkungen
  - o Einwirkungen von außen
    - naturbedingte Einwirkungen
    - zivilisatorische Einwirkungen
- mechanische Einwirkungen über Tage (Anhang E)
- mechanische Einwirkungen in der Schachtförderanlage (Anhang F)
- mechanische Einwirkungen unter Tage (Anhang G)
- thermische Einwirkungen über Tage (Anhang H)
- thermische Einwirkungen unter Tage (Anhang I)
- naturbedingte Einwirkungen von außen (Anhang J)

Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wird die Analyse anhand eines einheitlichen Bewertungsformblatts dokumentiert, welches im Kapitel 3.2 erläutert wird. Jeder nummerierte Kasten des in Anhang B befindlichen Schemas entspricht einem eigenen Bewertungsformblatt. Die sich ergebenden Baumstrukturen der Themenbereiche sind in den zusammenfassenden Unterkapiteln zu Kapitel 5 dargestellt.

Abbildung 3-1: Vereinfachte hierarchische Struktur zur Analyse der Unterlagen



	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 18 von 155
		Stand: 06.03.2019

## 3.2 Bewertungsformblatt

Das verwendete Bewertungsformblatt ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die Inhalte der einzelnen Abschnitte des Bewertungsformblatts werden im Folgenden erläutert. Die ausgefüllten Bewertungsformblätter sind in den Anhängen C bis K getrennt nach den Themenbereichen aufgeführt.

### Nummer

Jedes Bewertungsformblatt erhält eine eindeutige Nummer. Die Nummer hat genau so viele Stellen, wie die Nummer der Ebene, der sie angehört, z.B. 2.1.1.1 für ein Formblatt der Ebene 4.

Neben der Nummer des Bewertungsformblatts wird in diesem Abschnitt auch die Anzahl der Formblätter der nächsten Ebene angegeben, die diesem Bewertungsformblatt untergeordnet sind. Diese Information dient der Kontrolle der Vollständigkeit der Unterlagen.

### Titel

Dieser Abschnitt enthält den Titel des Bewertungsformblatts. Dieser soll nach Möglichkeit selbsterklärend sein und die zu bewertende Information beschreiben.

### Ursprungsdokument(e)

Dieser Abschnitt enthält zwei Informationen: „Hauptdokument“ und „Unterstützende Dokumente“. Unter dem Punkt „Hauptdokument“ wird angegeben, aus welcher Verfahrensunterlage die unter dem nächsten Abschnitt „Beschreibung der Aussage“ aufgeführten Informationen primär stammen. Das Hauptdokument entspricht in allen Bewertungsformblättern dem Planfeststellungsbeschluss (PFB). Der Punkt „Unterstützende Dokumente“ führt weitere Verfahrensunterlagen auf, die zur Beschreibung oder zur Bewertung auf diesem Bewertungsformblatt herangezogen wurden. Die unterstützenden Dokumente entsprechen ggf. Unterlagen aus der Liste, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurde. Dokumente die keine Verfahrensunterlagen sind, sowie Gesetze, Verordnungen und kerntechnische Regelwerke, die zur Bewertung herangezogen wurden, werden nicht hier, sondern im Abschnitt „Literatur“ aufgeführt (siehe unten).

Es wird in diesem Abschnitt nicht das vollständige Zitat aufgeführt, sondern lediglich die Nummer der Verfahrensunterlage entsprechend der Liste relevanter Unterlagen, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurde (siehe Anhang A).

### Beschreibung der Aussagen

Die Aussagen aus den Verfahrensunterlagen bezüglich des Themas des Bewertungsformblatts werden in diesem Abschnitt kurz zusammengefasst. Falls das

Bewertungsformblatt keine weiteren Unterebenen mehr besitzt, dann werden auch alle Aussagen eventuell anderer mitberücksichtigter Quelldokumente in diesem Abschnitt mit angegeben.

Die Beschreibung der Aussagen enthält Meinungen und Schlussfolgerungen des Antragstellers oder der Genehmigungsbehörde, bzw. deren Gutachter aus den Verfahrensunterlagen zum Endlager Konrad. Seitens der Gutachter der ÜsiKo enthält dieser Abschnitt keine Bewertungen, sondern höchstens Erläuterungen. Die Bewertungen und Meinungen der Gutachter der ÜsiKo sind im nächsten Abschnitt „Bewertung der Gültigkeit der Information“ angegeben.

Die Aussagen des Antragsstellers oder der Genehmigungsbehörde wurden mit dem Ziel zusammengefasst, diese nicht zu verfälschen. Deshalb enthält dieser Abschnitt häufig auch wörtliche Zitate aus den aufgeführten Ursprungsdokumenten der Verfahrensunterlagen. Die wörtlichen Zitate werden dabei in den Anhängen C bis J nicht gesondert gekennzeichnet.

### **Bewertung der Gültigkeit der Information**

In diesem Abschnitt erfolgt die Bewertung der unter dem Abschnitt „Beschreibung der Aussagen“ zusammengefassten Informationen zu dem betrachteten Thema des Bewertungsformblatts. Die Bewertung beinhaltet eine Aussage, ob die Informationen in den Verfahrensunterlagen ausreichend belegt sind und ob sie weiterhin dem Stand von W&T entsprechen. Ist dies nicht der Fall, dann wird diese Abweichung als Delta bezeichnet und dokumentiert.

Ein Delta gilt als sicherheitsrelevant, sobald das Bewertungsmaß durch das Delta in negativer Weise beeinflusst werden kann, z. B. dass eine höhere Strahlenexposition zu erwarten ist. Da in der ÜsiKo gemäß dem Auftrag in der ersten Phase die Sicherheitsanalysen nicht erneut durchgeführt werden sollen, ist eine Quantifizierung des Deltas im Allgemeinen entweder nur durch Expertenurteil oder unter Umständen in Einzelfällen durch grobe Abschätzungen zu beurteilen. Falls im Rahmen des Umfangs der Arbeiten in der ersten Phase der ÜsiKo nicht zu klären ist, wie groß eine Auswirkung eines Deltas ist, bzw. ob ein Delta eine negative oder positive Auswirkung auf das Bewertungsmaß hat, dann ist im Zweifelsfall das Delta für eine zukünftige Quantifizierung in der zweiten Phase vorzusehen.

Der Abschnitt über die Bewertung der Gültigkeit der Information enthält an seinem Ende ein Bewertungsfeld, in dem das Fazit der Bewertung formal festgehalten wird. Das Bewertungsfeld beinhaltet zwei Ankreuzfelder, in denen angegeben wird, ob ein Delta identifiziert wurde (Ja oder Nein).

In einer ersten Auswahlliste ist eine von vier vorgegebenen Möglichkeiten auszuwählen. Für den Fall, dass kein Delta identifiziert worden ist sind dies:

- Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

Diese Auswahl bedeutet, dass nach Meinung der Gutachter die auf diesem Bewertungsformblatt beschriebenen Aussagen in den Verfahrensunterlagen dem Stand von Wissenschaft und Technik in angemessener Weise entsprechen.

- Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

Diese Auswahl bedeutet, dass nach Meinung der Gutachter die auf diesem Bewertungsformblatt beschriebenen Aussagen in den Verfahrensunterlagen, unter Hinzuziehung weiterer Informationen, dem Stand von Wissenschaft und Technik in angemessener Weise entsprechen. Für die zur Bewertung hinzugezogenen weiteren Informationen wurde kein zusätzliches Bewertungsformblatt erstellt.

- Weitere Ebenen werden betrachtet

Diese Auswahl bedeutet, dass eine Bewertung der auf diesem Bewertungsformblatt beschriebenen Aussagen in den Verfahrensunterlagen auf dieser Ebene nicht durchgeführt werden kann. Es werden weitere Bewertungsformblätter auf der nächsten Ebene erstellt, mit Hilfe derer die Bewertung durchgeführt wird.

Für den Fall, dass ein Delta identifiziert wurde, wird der folgende Eintrag aus der Auswahlliste gewählt:

- Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

In einer zweiten Auswahlliste wird die Art des Deltas festgelegt. Die Liste der Arten möglicher Deltas (mit laufender Nummer) umfasst folgende Punkte:

#### 1. Zweifel an der Folgerichtigkeit eines Argumentationsschrittes

Im Rahmen der ÜsiKo können durch die Gutachter Zweifel an der Richtigkeit der Aussagen in den Verfahrensunterlagen bestehen. Diese Zweifel beruhen zwangsläufig auf der Erfahrung der Gutachter auf dem zu begutachtenden Themengebiet und ergeben sich direkt aus der Analyse der Unterlagen. Die Zweifel können dabei entweder bereits auf Basis der Informationen zur Zeit des PFV gerechtfertigt sein und müssten somit bereits zur Zeit des PFV bestanden haben oder können durch neue Erkenntnisse in dem bewerteten Themengebiet verursacht werden. Mögliche Zweifel an den Informationen und Aussagen kann das folgende Delta betreffen.

Dieses Delta bedeutet, dass die Argumente der in den Verfahrensunterlagen getroffenen Schlussfolgerungen von den Gutachtern nicht nachvollzogen werden können, als nicht stichhaltig angesehen werden oder aus der Erfahrung der Gutachter aus den Argumenten abweichende Schlussfolgerungen gezogen werden müssen.

#### 2. Nicht berücksichtigte Szenarien

Als Folge des fortlaufenden nationalen und internationalen Zugewinns in der Erfahrung der Bewertung der Sicherheit von Endlagern für radioaktive Abfälle ist es möglich, dass heute grundsätzliche Erkenntnisse im Vorgehen bei der Bewertung vorliegen, die zum Zeitpunkt des PFB noch nicht bekannt waren.

Die Bewertung der Störfallsicherheit von Endlagern erfolgt anhand von Szenarien, die mögliche Störfallabläufe im Endlager beschreiben. Die betrachteten Szenarien müssen dabei alle plausiblen Entwicklungsmöglichkeiten abdecken. Werden bei der Bewertung der Sicherheit von Endlagern bestimmte Szenarien nicht betrachtet, dann

ist für den Störfallablauf die Sicherheit auch nicht nachgewiesen und es besteht eine Lücke im Sicherheitsnachweis. Dieses Delta benennt Szenarien, die im PFV Konrad nicht betrachtet wurden, die aber nach Stand von W&T zu betrachten wären.

### 3. Neue Entwicklungen betreffend Analysemethoden

Die Methodik zur Analyse, Quantifizierung und Bewertung der im Endlager ablaufenden Vorgänge oder zur Bestimmung von relevanten Parametern des Endlagersystems hat sich seit Durchführung des Planfeststellungsverfahrens stetig weiterentwickelt. Dieses Delta bedeutet, dass es nach dem Stand von W&T neue Analysemethoden gibt, durch die neue Erkenntnisse über die Eigenschaften des Endlagersystems oder die darin ablaufenden Prozesse gewonnen werden können und das weiterhin davon auszugehen ist, dass diese Erkenntnisse das Bewertungsmaß für die Sicherheitsaussage beeinflussen können.

### 4. Neue Informationen zu standortunabhängigen Daten

Aus Untersuchungen am Standort oder in nationalen oder internationalen Forschungsprogrammen können unter Umständen neue Daten oder Informationen erhoben worden sein, die zum Zeitpunkt des PFV noch nicht vorlagen und die heute für das Endlager Konrad angewendet werden können oder müssen. Die Datenbasis standortunabhängiger Daten kann sich auf Grund der Entwicklung im Stand von W&T gegenüber der Zeit des PFV unterscheiden. Ein Delta besteht, falls davon ausgegangen wird, dass die neuen Informationen das Bewertungsmaß für die Sicherheitsaussage beeinflussen können.

### 5. Neue Informationen zum Prozessverständnis

Das Wissen über die im Endlager ablaufenden Vorgänge hat sich seit Durchführung des PFV stetig weiterentwickelt. Dieses Delta bedeutet, dass sich das Prozessverständnis nach dem Stand von W&T für einen der betrachteten Prozesse so weiterentwickelt oder gewandelt hat, dass von einem signifikant anderen Prozessablauf auszugehen ist. Ein Delta besteht, wenn durch den geänderten Prozessablauf das Bewertungsmaß für die Sicherheitsaussage beeinflusst werden kann.

## **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta**

Der Abschnitt zur Empfehlung zum Umgang mit dem Delta wird nur dann ausgefüllt, falls in dem letzten Abschnitt zur Bewertung der Gültigkeit der Information eine Lücke im Stand von W&T als Delta identifiziert wurde und dieses Delta einen sicherheitsrelevanten Einfluss auf das Bewertungsmaß haben kann.

Nach Möglichkeit wird bereits in dieser Phase der ÜsiKo eine quantitative Bewertung der Relevanz des Deltas im Hinblick auf die Sicherheit vorgenommen. Diese Bewertung kann Informationen zu Analysen aus anderen Literaturquellen verwenden oder einfache rechnerische Abschätzungen mit einbeziehen. Falls die Auswirkung des Deltas nicht abschließend bewertet werden kann oder die Bewertung ergibt, dass der Einfluss des Deltas auf das Bewertungsmaß potenziell zu einer Überschreitung des Schutzziels führen kann, dann

werden zusätzliche Arbeiten für die nächste Phase der ÜsiKo vorgeschlagen. Falls die Bewertung des Deltas zu dem Schluss kommt, dass die Auswirkungen des Deltas ausreichend abgeschätzt werden können und keine weiteren Arbeiten in der zweiten Phase vorgenommen werden müssen, wird für diese Bewertung keine weitere Begründung angeführt.

Der Abschnitt über die Empfehlung zum Umgang mit dem Delta enthält am Ende ein Bewertungsfeld, in dem das Fazit der Empfehlung formal festgehalten wird. Das Bewertungsfeld beinhaltet zwei Ankreuzfelder, in denen angegeben wird, ob zusätzliche Arbeiten empfohlen werden (Ja oder Nein).

In einer Auswahlliste ist eine der folgenden vorgegebenen Möglichkeiten auszuwählen:

- Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

Es wurde festgestellt, dass das Delta einen sicherheitsrelevanten Einfluss auf das Bewertungsmaß haben kann, dass aber ohne zusätzliche Untersuchungen keine quantitative Aussage zu der Auswirkung des Deltas getroffen werden kann. Es werden Untersuchungen für die weitere Bearbeitung in der ÜsiKo vorgeschlagen.

- Einfluss des Deltas auf die Sicherheitsaussage ist nach Expertenmeinung nicht signifikant, keine Überarbeitung notwendig

Es wurde festgestellt, dass das Delta einen Einfluss auf das Bewertungsmaß haben kann. Dieser Einfluss ist aber nicht sicherheitsrelevant, da sich entweder die Bewertungsgröße durch den Einfluss nicht signifikant ändert oder der Einfluss des Deltas auf die Bewertungsgröße bereits durch eine Abschätzung so weit eingegrenzt werden kann, dass nachweisbar keine Überschreitung eines Schutzziels erfolgt. Dies setzt voraus, dass die Auswirkungen des Deltas bereits belastbar quantitativ abgeschätzt werden können. In diesem Fall sind keine weiteren Arbeiten in der zweiten Phase der ÜsiKo notwendig.

## Literatur

Falls für die Bewertung der Gültigkeit der Informationen oder für die Empfehlung zum Umgang mit dem Delta Literatur zitiert wurde, die nicht Teil der Verfahrensunterlagen zum Endlager Konrad ist, dann werden die Literaturzitate in diesem Abschnitt aufgeführt. Ebenfalls werden hier die Gesetze, Verordnungen und kerntechnische Regelwerke genannt, die zur Bewertung herangezogen wurden.

Abbildung 3-2: Bewertungsformblatt zur Analyse der Unterlagen

---

**Nummer:**

[ 1 ]

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente:

---

**Beschreibung der Aussagen:**

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Wählen Sie ein Element aus

Wählen Sie ein Element aus

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein: 

Wählen Sie ein Element aus

---

**Literatur:**

## 4. Regulatorische Aspekte

Die ursprünglichen Antragsunterlagen zum Planfeststellungsverfahren basieren auf dem damaligen Stand von Wissenschaft und Technik (W&T). Im vorliegenden Bericht wird der damalige Stand von W&T mit dem zu Beginn der Arbeiten bestehenden angemessenen Stand von W&T verglichen, um sicherheitsrelevante Deltas festzustellen. In Tabelle 4-1 ist die Gegenüberstellung des damaligen mit dem aktuellen Stand von W&T dargestellt.

Im Folgenden werden die Gesetze, Verordnungen und kerntechnische Regelwerke aufgelistet, die dem damaligen bzw. aktuellen Stand von W&T entsprechen:

- Atomgesetz

Der Antrag zum Planfeststellungsverfahren zur Errichtung und zum Betrieb der Schachanlage Konrad als Anlage des Bundes zur Endlagerung radioaktiver Abfälle wurde gemäß dem Atomgesetz in der Fassung vom 22.04.2002 (AtG, 2002) gestellt. Das Atomgesetz wurde zuletzt am 20.07.2017 (AtG, 2017) geändert.

- Störfall-Leitlinien

Für die Durchführung einer Störfallanalyse für ein Endlager gibt es kein Regelwerk. Deshalb wird die Störfallanalyse im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens in Anlehnung an die allgemein übliche Vorgehensweise bei anderen kerntechnischen Anlagen durchgeführt. Dieser Ansatz entspricht dem Vorgehen in den Störfall-Leitlinien für Kernkraftwerke (BMI, 1983)

- Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke

Die Sicherheitskriterien enthalten Grundsätze für sicherheitstechnische Anforderungen, die der Auslegung von Kernkraftwerken zugrunde gelegt werden, insbesondere um die nach dem Stand von W&T erforderliche Vorsorge gegen Schäden durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage und den erforderlichen Schutz gegen Störmaßnahmen oder sonstige Einwirkungen Dritter zu gewährleisten (BMI, 1977).

- Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke

Durch die Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (BMUB, 2015) erfolgt eine Modernisierung und Überarbeitung der Störfall-Leitlinien (BMI, 1983) und der Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke (BMI, 1977). Hierbei werden die zwischenzeitlichen internationalen Weiterentwicklungen und Ergänzungen beim gestaffelten Sicherheitskonzept (*Defence-in-Depth*) in das untergesetzliche Regelwerk umgesetzt. Die Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke führen verschiedene nationale Anforderungen zusammen und berücksichtigen internationale und europäische Anforderungen sowie Erkenntnisse aus dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi (BMUB, 2015).

- Strahlenschutzverordnung (StrlSchV)

Der Schutz von Mensch und Umwelt von natürlichen Strahlungsquellen ist durch die Umsetzung der StrlSchV geregelt. Die Strahlenexposition in der Umgebung der Schachanlage Konrad im ungünstigen Störfall darf die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV in der Fassung vom 18.08.1997 (StrlSchV, 1997) nicht überschreiten. Der Regelungsinhalt des § 28 Abs. 3 StrlSchV wurde in den § 49 StrlSchV in der Fassung vom 20.07.2001 (StrlSchV, 2001) übernommen. Die StrlSchV wurde zuletzt am 27.01.2017 (StrlSchV, 2017) geändert. Eine Revision der Strahlenschutzverordnung wird durchgeführt.

- Störfallberechnungsgrundlagen

Die zulässigen Aktivitäten von Einzelnucliden in Abfallgebinden für die betrachteten Störfälle im Rahmen des PFB werden auf der Basis der Störfallberechnungsgrundlagen des BMI (BMI, 1983) unter Berücksichtigung der Änderung, die sich aus der Neufassung des Kapitels 4 der Störfallberechnungsgrundlagen vom 29. 06. 1994 (BMUB, 1994) ergaben, berechnet.

Das Kapitel 4 der Störfallberechnungsgrundlagen bezüglich der Berechnung der Strahlenexposition wurde am 11.09.2003 von der SSK (SSK, 2003) angepasst.

- SSK Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition

In dieser Empfehlung der Strahlenschutzkommission werden Anwendungsbereiche und Anforderungen an die Ermittlung von Strahlenexpositionen zusammengestellt (SSK, 2013).

- Transportstudie Konrad

Zur Untersuchung und Bewertung der mit der Abfallanlieferung zum Endlager Konrad verbundenen potentiellen radiologischen Auswirkungen und Transportunfallrisiken wurde die Transportstudie Konrad (GRS, 1991) vorgelegt. Im Hinblick auf die zwischenzeitlichen Entwicklungen wurde unter Berücksichtigung des aktuellen Planungs- und Erkenntnisstandes in Bezug auf die Arten und Mengen der einzulagernden radioaktiven Abfälle, die Beförderungsmodalitäten und die Bestimmung und Bewertung von Transportrisiken eine Überarbeitung und sicherheitstechnische Neubewertung der mit der Abfallanlieferung verbundenen potenziellen radiologischen Auswirkungen durchgeführt (GRS, 2009).

- Endlagerungsbedingungen Konrad

Die Anforderungen, die vor der Anlieferung und Annahme der Abfälle und Abfallgebinde in die Schachanlage Konrad erfüllt werden müssen, wurden aus den Sicherheitsanalysen abgeleitet. Diese beinhalten allgemeine Anforderungen an Abfallgebinde und die Abfallanlieferung, spezielle Anforderungen an die Abfallprodukte und Abfallbehälter sowie Aktivitätsbegrenzungen für einzelne Radionuklide und Radionuklidgruppen (BfS, 1997). Die Endlagerungsbedingungen wurden zuletzt im Dezember 2014 (BfS, 2014) geändert.

- Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk

Hier werden die grundsätzlichen Anforderungen, die bei der Endlagerung radioaktiver Abfälle berücksichtigt werden müssen, festgelegt (BMI, 1983).

- ESK-Leitlinien zur Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung

Ziel dieser Leitlinien ist es, alle sicherheitstechnisch relevanten Einflussparameter zu erfassen, die für eine Zwischenlagerung radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung relevant sind. Hieraus ergeben sich Anforderungen sowohl an die Zwischenlager und ihren Betrieb als auch an die radioaktiven Abfälle und ihre Behandlung (ESK, 2013).

- RSK Stellungnahme zum Verständnis der Sicherheitsphilosophie

Diese Stellungnahme (RSK, 2013) soll eine konsistente Interpretation der in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (BMUB, 2015) konkretisierten technischen und organisatorischen Anforderungen und eine schlüssige Einordnung zukünftiger neuer Anforderungen in das gestaffelte Sicherheitskonzept unterstützen.

- Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle

Die Sicherheitsanforderungen (BMUB, 2010) beziehen sich ausschließlich auf die *Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle*. Dies trifft auf die Abfälle im Endlager Konrad explizit nicht zu, da in diesem entsprechend dem PFB ausschließlich „Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung“ endgelagert werden. Daher sind die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk für das Endlager Konrad immer noch als regulatorische Grundlage anzusehen (BMI, 1983). Inhalte der Sicherheitsanforderungen können aber orientierend zur Definition des Standes von W&T herangezogen werden.

Tabelle 4-1: Vergleich des damaligen und des aktuellen Standes von W&T

damaliger Stand von W&T		aktueller Stand von W&T	
Atomgesetz	22.04.2002	Atomgesetz	20.07.2017
Störfall-Leitlinien	BMI, 18.10.1983	Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke	BMUB, 03.03.2015
Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke	BMI, 21.10.1977		
Strahlenschutzverordnung	18.08.1997 20.07.2001	Strahlenschutzverordnung*	27.01.2017
Störfallberechnungsgrundlagen Störfallberechnungsgrundlagen, Neufassung Kap. 4	BMI, 18.10.1983 BMUB, 29.06.1994	Störfallberechnungsgrundlagen SSK-Empfehlung zur Ermittlung der Strahlenexposition	SSK, 11.09.2013 SSK, 12.09.2013
Transportstudie Konrad	GRS, 07.1991	Transportstudie Konrad	GRS, 12.2009
Endlagerungsbedingungen Konrad	BfS, 25.02.1997	Endlagerungsbedingungen Konrad	BfS, 12.2014
Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk	BMI, 20.04.1983	Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk	BMI, 20.04.1983
-	-	ESK-Leitlinien zur Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung	ESK, 10.06.2013
-	-	RSK-Verständnis der Sicherheitsphilosophie	RSK, 05.12.2013
-	-	Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle*	BMUB, 30.09.2010

\*Das zum 30.12.2018 in Kraft getretene Strahlenschutzgesetz sowie die gleichzeitig in Kraft getretene Revision der Strahlenschutzverordnung konnten im Rahmen des Auftrages nicht berücksichtigt werden, da die Revision der Strahlenschutzverordnung zum Zeitpunkt des Abschlusses der inhaltlichen Arbeiten an diesem Bericht am 28.08.2018 noch nicht vorlag.

\*Diese beziehen sich ausschließlich auf die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle. Dies trifft auf die Abfälle im Endlager Konrad explizit nicht zu.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 28 von 155
		Stand: 06.03.2019

## 5. Analyse der Antragsunterlagen

Zur Bestimmung des möglichen Deltas zwischen dem im PFB zu Grunde gelegten Stand von W&T einerseits und dem aktuell gültigen Stand andererseits wurden die Störfälle in Form einer Baumstruktur dargestellt (siehe Kapitel 3.1). Für jede Ebene innerhalb der Baumstruktur wurde für die jeweiligen Verzweigungen ein entsprechendes Bewertungsformblatt erstellt. Weiterhin wurden die in der Systemanalyse Konrad Teil 3 genannten Ereignisse zu Ereignisgruppen zusammengefasst, sofern dies sinnvoll möglich war, und es wurde für jede dieser Ereignisgruppen je ein Bewertungsformblatt erstellt. Insgesamt wurden 21 Formblätter erstellt, die sich auf Einzelereignisse bzw. Ereignisgruppen beziehen. Weitere 18 Bewertungsformblätter wurden erstellt, um auch die übergeordnete und grundsätzliche Herangehensweise zur Erstellung der Störfallanalyse zu bewerten. Somit wurden insgesamt 39 Bewertungsformblätter erstellt.

Eine Übersicht der erstellten Bewertungsformblätter liefert die Tabelle 5-1. Neben der laufenden Nummer des Bewertungsformblattes sind auch der entsprechende Titel und bei Bedarf die in der Unterlage EU 228 betrachteten Ereignisse dargestellt. Außerdem ist für jedes Bewertungsformblatt dargestellt, ob sich als Ergebnis ein Delta vom damals betrachteten Stand von W&T zum heute gültigen Stand ergeben hat. In der Tabelle 5-1 sind nur sicherheitsrelevante Deltas aufgeführt. Im Rahmen der ÜsiKo wurden auch weitere Deltas erkannt, die jedoch keinen Einfluss auf das Sicherheitsniveau des Endlagers Konrad haben. Diese Deltas werden ausschließlich in den jeweiligen Bewertungsformblättern als Hinweis beschrieben. Eine zusätzliche Nennung im Abschnitt „Empfehlung zum Umgang mit dem Delta“ der Bewertungsformblätter erfolgte daher nicht mehr.

In der Tabelle 5-2 sind die in der Unterlage EU 228 beschriebenen Ereignisse zusammengefasst, und es wird dargestellt, in welchem Bewertungsformblatt das jeweilige Ereignis beschrieben ist. Da teilweise mehrere Ereignisse in einem Bewertungsformblatt beschrieben werden, ist die Anzahl der Bewertungsformblätter geringer als die in der EU 228 beschriebenen Ereignisse.

Entsprechend der Systematik der Unterlage EU 228 wurden die Deltas thematisch sortiert. Nachfolgend sind diese Themen genannt:

- übergeordnete und standortspezifische Deltas (Tabelle 5-3) ,
- mechanische Einwirkungen auf die Abfallgebinde über Tage (Tabelle 5-4)
- mechanische Einwirkungen auf die Abfallgebinde während der Schachtförderung (Tabelle 5-5)
- mechanische Einwirkungen auf die Abfallgebinde unter Tage (Tabelle 5-6)
- thermische Einwirkungen auf die Abfallgebinde über Tage (Tabelle 5-7) und
- thermische Einwirkungen auf die Abfallgebinde unter Tage (Tabelle 5-8).

Thermische Einwirkungen auf Abfallgebinde während der Schachtförderung wurden in der Unterlage EU 228 nicht betrachtet. Eine Begründung dafür wird nicht gegeben, allerdings sind

für das Fördergestell keine Brandlasten genannt (EU 101). Daher kann davon ausgegangen werden, dass während der Schachtförderung weiterhin keine sicherheitsrelevanten thermischen Einwirkungen auf das Abfallgebände zu erwarten sind.

Tabelle 5-1: Bewertung der Störfallanalyse hinsichtlich des aktuellen Standes von W&T.

Bewertungsformblatt	Ereignisse gem. Ereignisliste nach EU 228	Titel	Sicherheitsrelevante Delta	
			ja	nein
0	übergeordnet	Störfallanalyse		x
1	übergeordnet	Potenzielle Strahlenexposition		x
1.1	übergeordnet	Berechnungsverfahren	x	
1.2	übergeordnet	Störfallplanungswerte	x	
2	übergeordnet	Ereignisspektrum	x	
2.1	übergeordnet	Einwirkungen von innen		x
2.1.1	übergeordnet	Mechanische Einwirkungen		x
2.1.1.1	übergeordnet	Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung über Tage		x
2.1.1.1.1.	33	Absturz einer Transporteinheit in der Pufferhalle	x	
2.1.1.1.2	14, 17, 20	Absturz einer Transporteinheit in der Umladehalle	x	
2.1.1.1.3	21	Absturz einer Transporteinheit im Sonderbehandlungsraum	x	
2.1.1.2	8, 12, 16, 18, 19, 23, 35	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände über Tage	x	
2.1.1.3	1, 4, 9, 13, 24, 26, 28, 30	Kollision von Transportmitteln ohne Brand über Tage	x	
2.1.1.4	39	Absturz von Abfallgebänden bei der Beschickung des Förderkorbes	x	
2.1.1.5	42	Absturz von Abfallgebänden bei der Förderung nach unter Tage		x
2.1.1.6	40, 41, 43	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände bei der Förderung nach unter Tage	x	
2.1.1.7	44	Absturz von Lasten auf Abfallgebände im Förderkorb	x	
2.1.1.8	45, 66, 71	Absturz von Abfallgebänden bei der Handhabung unter Tage	x	
2.1.1.9	72	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände unter Tage	x	
2.1.1.10	46, 57, 67, 73	Steinfall	x	

Bewertungs- formblatt	Ereignisse gem. Ereignisliste nach EU 228	Titel	Sicherheitsrelevante Delta	
			ja	nein
2.1.1.11	50, 51, 53, 55, 60, 64, 68, 78	Kollision von Transportmitteln ohne Brand unter Tage	x	
2.1.2	übergeordnet	Thermische Einwirkungen		x
2.1.2.1	6, 15, 22, 34, 36, 38	Anlageninterner Brand über Tage		x
2.1.2.2	2, 5, 10, 25, 27, 29, 31	Kollision von Transportmitteln mit Brand über Tage	x	
2.1.2.3	3, 7, 11, 32	Fahrzeugbrand über Tage		x
2.1.2.4	37	Anlageninterne Explosion über Tage		x
2.1.2.5	49, 58	Anlageninterner Brand unter Tage		x
2.1.2.6	47, 52, 54, 61, 65, 69, 77, 79	Kollision von Transportmitteln mit Brand unter Tage	x	
2.1.2.7	48, 56, 62, 63, 70, 74, 75	Fahrzeugbrand unter Tage	x	
2.1.2.8	59	Anlageninterne Explosion unter Tage		x
2.2.	übergeordnet	Einwirkungen von außen		x
2.2.1	übergeordnet	Naturbedingte Einwirkungen von außen		x
2.2.1.1	standortspezifisch	Hochwasser		x
2.2.1.2	standortspezifisch	Erdbeben		x
2.2.1.2.1	standortspezifisch	Erdbeben über Tage		x
2.2.1.2.2	standortspezifisch	Erdbeben in der Schachtförderanlage		x
2.2.1.2.3	standortspezifisch	Erdbeben unter Tage		x
2.2.1.3	standortspezifisch	Sonstige Einwirkungen von außen		x
2.2.2	standortspezifisch	Zivilisatorisch bedingte auslegungsüberschreitende Ereignisse		x

In der Störfallanalyse EU 228 werden insgesamt 78 Ereignisse genannt. Diese wurden vollständig in den erstellten Bewertungsformblättern erfasst. Die Zuordnung der einzelnen Ereignisse zu den Formblättern ist in der Tabelle 5-2 dargestellt.

Tabelle 5-2: Zuordnung der Ereignisse aus der Unterlage EU 228 zu einem Formblatt.

Ereignis	Bewertungsformblatt	Ereignis	Bewertungsformblatt	Ereignis	Bewertungsformblatt	Ereignis	Bewertungsformblatt
1	2.1.1.3	21	2.1.1.1.3	41	2.1.1.6	61	2.1.2.6
2	2.1.2.2	22	2.1.2.1	42	2.1.1.5	62	2.1.2.7
3	2.1.2.3	23	2.1.1.2	43	2.1.1.6	63	2.1.2.7
4	2.1.1.3	24	2.1.1.3	44	2.1.1.7	64	2.1.1.11
5	2.1.2.2	25	2.1.2.2	45	2.1.1.8	65	2.1.2.6
6	2.1.2.1	26	2.1.1.3	46	2.1.1.10	66	2.1.1.8
7	2.1.2.3	27	2.1.2.2	47	2.1.2.6	67	2.1.1.10
8	2.1.1.2	28	2.1.1.3	48	2.1.2.7	68	2.1.1.11
9	2.1.1.3	29	2.1.2.2	49	2.1.2.5	69	2.1.2.6
10	2.1.2.2	30	2.1.1.3	50	2.1.1.11	70	2.1.2.7
11	2.1.2.3	31	2.1.2.2	51	2.1.1.11	71	2.1.1.8
12	2.1.1.2	32	2.1.2.3	52	2.1.2.6	72	2.1.1.9
13	2.1.1.3	33	2.1.1.1.1	53	2.1.1.11	73	2.1.1.10
14	2.1.1.1.2	34	2.1.2.1	54	2.1.2.6	74	2.1.2.7
15	2.1.2.1	35	2.1.1.2	55	2.1.1.11	75	2.1.2.7
16	2.1.1.2	36	2.1.2.1	56	2.1.2.7	76*	Entfällt
17	2.1.1.1.2	37	2.1.2.4	57	2.1.1.10	77	2.1.2.6
18	2.1.1.2	38	2.1.2.1	58	2.1.2.5	78	2.1.1.11
19	2.1.1.2	39	2.1.1.4	59	2.1.2.8	79	2.1.2.6
20	2.1.1.1.2	40	2.1.1.6	60	2.1.1.11	*kein Szenario vorhanden	

Die Tabelle 5-3 fasst die Bewertungsformblätter zusammen, in denen Deltas aufgrund Anpassungen des Kenntnisstandes zu standortspezifischer Gegebenheiten oder auch von übergeordneten Regelwerken vorliegen. Dabei wurden drei sicherheitsrelevante Deltas festgestellt.

- In Bezug auf die Störfallplanungswerte wurde festgestellt, dass für die Bevölkerung aufgrund der geänderten Störfallberechnungsgrundlagen insbesondere zusätzliche Beiträge ggf. über den Pfad Muttermilch zu erwarten sind. Durch diese Änderung kann sich eine höhere potenzielle Strahlenexposition der Bevölkerung ergeben (Bewertungsformblätter 1.1 und 1.2).
- Die Betrachtung der Ereignisanalysen hat gezeigt, dass nach aktuellem Stand von W&T für einen sicheren Betrieb von kerntechnischen Anlagen das sicherheitsgerichtete Zusammenwirken personeller, technischer und organisatorischer Faktoren erforderlich ist. Dieses Zusammenwirken wird in der Kerntechnik in einem eigenen Arbeitsfeld, das sich mit der Wechselwirkung zwischen Mensch, Technik und Organisation befasst, betrachtet (MTO). Eine entsprechende Analyse der Betriebsabläufe soll durchgeführt werden (Bewertungsformblatt 2).

Tabelle 5-3: Ereignisse mit sicherheitsrelevantem Delta: „übergeordnet“ und „standortspezifisch“.

Bewertungsformblatt	Titel	Delta	Begründung
1.1	Berechnungsverfahren	Delta zum Stand von W&T, Lücke im Stand von W&T	Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung aufgrund geänderter Berechnungsgrundlagen
1.2	Störfallplanungswerte	Delta zum Stand von W&T, Lücke im Stand von W&T	Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung aufgrund geänderter Berechnungsgrundlagen
2	Ereignisspektrum	Delta zum Stand von W&T, Lücke im Stand von W&T	Durchführung einer ganzheitlichen, voreilenden MTO-Analyse der unter- und übertägigen Betriebsabläufe erforderlich

In der Tabelle 5-4 sind die Ereignisse aus der Unterlage EU 228 dargestellt, für die ein Delta vorlag. Insgesamt wurden für 5 Ereignisgruppen, die sich auf Ereignisse über Tage beziehen und der Ebene 3 „Mechanische Einwirkung“ zugeordnet sind, Bewertungsformblätter erstellt.

Ein Delta ergab sich aus der Bewertung der mechanischen Einwirkungen auf Gebinde aufgrund von Handhabungs- bzw. Fahrfehlern. Hier wird die Durchführung einer MTO-Analyse als erforderlich angesehen (Bewertungsformblätter 2.1.1.1.1, 2.1.1.1.2, 2.1.1.1.3, 2.1.1.2 und 2.1.1.3).

Die Tabelle 5-5 beschreibt die Ereignisse mit mechanischer Einwirkung auf Abfallgebände während der Schachtförderung. Hier wurden in der Unterlage EU 228 bei verschiedenen Ereignissen als Ursache ein Handhabungsfehler bzw. Wartungsfehler identifiziert. Diese können nach dem aktuellen Stand von W&T durch eine voreilende MTO-Analyse vermieden werden (Bewertungsformblätter 2.1.1.4, 2.1.1.6 und 2.1.1.7).

In der Tabelle 5-6 werden die Ereignisse zu mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebände unter Tage dargestellt, bei denen ein Delta zwischen dem damaligen Stand von W&T im Vergleich zum aktuellen Stand besteht.

Ein Delta ergab sich aus der Bewertung der mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebände aufgrund von Handhabungs- bzw. Fahrfehlern. Hier wird die Durchführung einer MTO-Analyse als erforderlich angesehen (Bewertungsformblätter 2.1.1.8, 2.1.1.9 und 2.1.1.11).

Weiterhin soll untersucht werden, in wie weit ein Steinfall aufgrund des Versagens des Ausbaus nach einem Brandereignis unter Tage auftreten kann (Bewertungsformblatt 2.1.1.10) und ob durch den Einsatz von Fahrerassistenzsystemen das Risiko einer Kollision von Fahrzeugen mit Hindernissen weiter reduziert werden kann (Bewertungsformblatt 2.1.1.11).

In der Tabelle 5-7 werden die Ereignisse zu thermischen Einwirkungen auf Abfallgebände über Tage dargestellt, bei denen ein Delta zwischen dem damaligen Stand von W&T im Vergleich zum aktuellen Stand besteht.

Ein Delta ergab sich aus der Bewertung der thermischen Einwirkung auf Abfallgebände aufgrund einer vorhergehenden Kollision. Zur Vermeidung dieser wird die Durchführung einer MTO-Analyse als erforderlich angesehen (Bewertungsformblatt 2.1.2.2).

Die Tabelle 5-8 beschreibt die Ereignisse zu thermischen Einwirkungen auf Abfallgebände unter Tage, bei denen ein Delta zwischen dem damaligen Stand von W&T und dessen aktuellen Stand besteht. Ein Delta ergab sich aufgrund des von der Planfeststellungsbehörde festgelegten Einsatzes von elektrisch angetriebenen Transportwagen. Diese wurden in den eingereichten Genehmigungsunterlagen nicht betrachtet. Daher soll untersucht werden, ob das für den Lastfall „Fahrzeugbrand unter Tage“ für die Bewertung zu Grunde gelegte Temperatur-Zeit-Kurve („PTB-Kurve“) auch für den Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen konservativ abdeckend ist. Hierzu wird empfohlen, die aufgrund der Berücksichtigung möglicherweise geänderten Brandlasten als Eingangsparameter für eine Simulationsrechnung zu verwenden (Bewertungsformblatt 2.1.2.7).

Außerdem soll untersucht werden, in wie weit die Wahrscheinlichkeit einer Kollision von Transportmitteln weiter reduziert werden kann. Hierzu soll eine MTO-Analyse durchgeführt werden.

Tabelle 5-4: Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung über Tage.

Bewertungsformblatt	Ereignisse	Titel	Delta	Begründung
2.1.1.1.1	33	Absturz in der Pufferhalle	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.1.2	14, 17, 20	Absturz in der Umladehalle	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.1.3	21	Absturz im Sonderbehandlungsraum	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.2	8, 12, 16, 18, 19, 23, 35	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.3	1, 4, 9, 13, 24, 26, 28, 30	Kollision von Transportmitteln ohne Brand	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 35 von 155
		Stand: 06.03.2019

Tabelle 5-5: Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung.

Bewertungsformblatt	Ereignisse	Titel	Delta	Begründung
2.1.1.4	39	Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.6	40, 41, 43	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände bei der Förderung untertage	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.7	44	Absturz von Lasten auf Abfallgebände im Förderkorb	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)

Tabelle 5-6: Ereignisse mit Delta: mechanische Einwirkung unter Tage.

Bewertungsformblatt	Ereignisse	Titel	Delta	Begründung
2.1.1.8	45, 66, 71	Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.9	72	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.1.10	46, 57, 67, 73	Steinfall	Delta zum Stand von W&T, nicht berücksichtigte Szenarien	Untersuchungen, in wie weit ein Versagen des Ausbaus aufgrund eines Brandes zu Steinfall führt
2.1.1.11	50, 51, 53, 55, 60, 64, 68, 78	Kollision von Transportmitteln ohne Brand	Delta zum Stand von W&T, neue Entwicklungen bzgl. der Analysemethoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prüfung des Einsatzes von Fahrerassistenzsystemen bzw. autonome fahrenden Fahrzeugen erforderlich</li> <li>- MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)</li> </ul>

Tabelle 5-7: Ereignisse mit Delta: thermische Einwirkungen über Tage.

Bewertungsformblatt	Ereignisse	Titel	Delta	Begründung
2.1.2.2	2, 5, 10, 25, 27, 29, 31	Kollision von Transportmitteln mit Brand	Delta zum Stand von W&T	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)

Tabelle 5-8: Ereignisse mit Delta: thermische Einwirkungen unter Tage.

Bewertungs- formblatt	Ereignisse	Titel	Delta	Begründung
2.1.2.6	47, 52, 54, 61, 65, 69, 77, 79	Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand	Delta zum Stand von W&T, neue Informationen zu standortunabhängigen Daten	MTO-Analyse erforderlich (s. a. Bewertungsformblatt 2.)
2.1.2.7	48, 56, 62, 63, 70, 74, 75	Fahrzeugbrand unter Tage	Delta zum Stand von W&T, neue Informationen zu standortunabhängigen Daten	Berücksichtigung des Einsatzes elektrisch betriebener Transportwagen bei Brandszenarien und Validierung der PTB-Kurve auf Basis aktualisierter Brandlasten

Die in den Tabellen 5-3 bis 5-8 beschriebenen Deltas sind in Analogie zur Systematik der Unterlage EU 228 entsprechend des Lasteintrages (mechanisch oder thermisch) sowie nach ihrem jeweiligen Auftreten (über bzw. unter Tage) zusammengefasst. Für die weitergehende Bewertung wurden die Deltas in vier Bewertungsbereichen zusammengefasst. Diese Bewertungsbereiche dienen zur thematischen Zuordnung der Deltas unabhängig von der räumlichen Zuordnung innerhalb des Endlagers Konrad.

Folgende vier Bewertungsbereiche wurden identifiziert:

1. Störfallauswirkungen: Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung (Bewertungsformblatt 1.2)
2. Erstellung einer MTO-Analyse (Bewertungsformblatt 2.)
3. Brandschutz:
  - Berücksichtigung des Einsatzes elektrisch betriebener Transportwagen bei Brandszenarien sowie Validierung der PTB-Kurve auf Basis aktualisierter Brandlasten (Bewertungsformblatt 2.1.2.7) und
  - Auswirkungen eines Brandes unter Tage auf den Ausbau (Bewertungsformblatt 2.1.2.10) und
4. Bewertung von zusätzlichen Systemen zur Vermeidung der Kollision eines Fahrzeuges mit einem Hindernis (Bewertungsformblatt 2.1.2.11)

Nach einer ersten Einschätzung ergibt sich folgende Priorisierung der Bearbeitung:

1. Berücksichtigung des Einsatzes elektrisch betriebener Transportwagen bei Brandszenarien sowie Validierung der PTB-Kurve auf Basis aktualisierter Brandlasten (Bewertungsformblatt 2.1.2.7, Bewertungsbereich 4)

Begründung: Die Berücksichtigung von Brandereignissen an elektrisch betriebenen Transportwagen sind bedeutend für die Auslegung dieser Fahrzeuge. Sollte sich aus der Betrachtung der Lastannahme ergeben, dass ggf. zusätzliche Brandschutzmaßnahmen (Brandbekämpfungseinrichtungen, Änderungen an der technischen Ausführung der Transportmittel) erforderlich sind, können diese Änderungen zeitnah in die Ausführungsplanung der Transportwagen einfließen. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf die Stapelfahrzeuge ist zu prüfen.

2. Erstellung einer MTO-Analyse (Bewertungsformblatt 2.1.2.10, Bewertungsbereich 3)

Die Betriebsabläufe im geplanten Endlager Konrad sind bereits weitgehend festgelegt. Auf dieser Basis kann eine voreilende MTO-Analyse erstellt werden. Gegebenenfalls zeigt diese bereits Schwächen im Ablauf auf, die somit bereits im Zuge der weiteren Ausführungsplanungen behoben werden können. Bei der MTO-Analyse soll auch die Möglichkeit des Einsatzes von Fahrerassistenzsystemen in den Transportmitteln des Endlagers Konrad berücksichtigt werden (siehe Bewertungsbereich 5 und Bewertungsformblatt 2.1.2.11).

3. Bewertung von zusätzlichen Systemen zur Vermeidung der Kollision eines Fahrzeuges mit einem Hindernis (Bewertungsformblatt 2.1.2.11, Bewertungsbereich 4)

Es sollte frühzeitig geprüft werden, ob der Einsatz von Fahrerassistenzsystemen technisch sinnvoll und formal möglich ist. Hierzu kann u.a. auch auf die Ergebnisse der MTO-Analyse zurückgegriffen werden.

Die für den Einsatz im Endlager Konrad vorgesehenen Gleislofahrzeuge sind bisher noch nicht gefertigt. Daher können diese noch technisch so weit vorbereitet werden, dass auch die Montage von zusätzlichen Assistenzsystemen möglich ist.

Die Überarbeitung der folgenden Deltas ist von geringerer Priorität, da diese der Vervollständigung von Betrachtungen dienen und voraussichtlich keinen zeitkritischen Einfluss auf die Auslegung der Einrichtungen des Endlagers Konrad haben werden:

- Auswirkungen eines Brandes unter Tage auf den Ausbau (Bewertungsformblatt 2.1.1.10, Bewertungsbereich 3).
- Störfallauswirkungen: Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung (Bewertungsformblatt 1.1, Bewertungsbereich 1)

## 6. Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt, als Teil der Phase „Ermittlung des Überprüfungsbedarfs“ des Vorhabens ÜsiKo, die Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen zum PFV für das Endlager Konrad. Dabei werden die Aspekte des Themengebiets Störfallanalysen bewertet. Das Themengebiet Störfallanalysen wird in acht Themenbereiche untergliedert, so dass folgende Themenbereiche bzw. sicherheitsrelevante Aussagen bewertet werden:

- übergeordnete Aspekte der Störfallanalysen (Themenbereich 1, Anhang C)
  - o Strahlenexposition
  - o Ereignisspektrum
- Struktur des Ereignisspektrums (Themenbereich 2, Anhang D)
  - o Einwirkungen von innen
    - mechanische Einwirkungen
    - thermische Einwirkungen
  - o Einwirkungen von außen
    - naturbedingte Einwirkungen
    - zivilisatorische Einwirkungen
- mechanische Einwirkungen über Tage (Themenbereich 3, Anhang E)
- mechanische Einwirkungen in der Schachtförderanlage (Themenbereich 4, Anhang F)
- mechanische Einwirkungen unter Tage (Themenbereich 5, Anhang G)
- thermische Einwirkungen über Tage (Themenbereich 6, Anhang H)
- thermische Einwirkungen unter Tage (Themenbereich 7, Anhang I)
- naturbedingte Einwirkungen von außen (Themenbereich 8, Anhang J)

Die Antragsunterlagen wurden in den 1980er und 1990er Jahren erstellt. Im Frühjahr 1989 reichte die PTB den Plan sowie ergänzende und erläuternde Unterlagen inklusive der dazugehörigen Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad bei der zuständigen Genehmigungsbehörde Niedersächsische Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (NMU) ein. Die ursprünglichen Antragsunterlagen wurden basierend auf dem damaligen Stand von W&T und den gültigen Rechtsgrundlagen erstellt. In diesem Bericht erfolgt für die genannten Sicherheitsanalysen ein Vergleich des heute bestehenden Standes von W&T mit demjenigen in den Verfahrensunterlagen und stellt dabei fest, ob sich in der Argumentation bezüglich der sicherheitsrelevanten Aussagen aus Sicht des Standes von W&T Deltas in der Einschätzung ihrer Sicherheitsrelevanz ergeben. Ziel ist die Identifikation aller Punkte der oben genannten Themenbereiche, an denen sich bei einem fortgeschrittenen Stand von W&T ein sicherheitsrelevanter Überprüfungsbedarf ergibt. Dabei wird der zugrunde gelegte aktuelle Stand von W&T dargestellt. Darüber hinaus wird aufgezeigt,

- welche Kriterien für die Beurteilung der Sicherheitsrelevanz zugrunde gelegt worden sind,
- wie die sicherheitsrelevanten Deltas bewertet worden sind,
- welches sicherheitsrelevante Delta in Bezug auf den Stand von W&T existiert und
- welche sicherheitsrelevanten Aspekte der Sicherheitsanalysen ggf. einer Überarbeitung bedürfen, um den aktuellen Stand von W&T abzubilden.

Die Liste der zu prüfenden relevanten Unterlagen umfasst neben dem Plan und dem PFB auch ergänzende Unterlagen des Antragstellers, sowie Gutachten und Stellungnahmen der Genehmigungsbehörde. Hierbei war zu untersuchen, ob sich in der Argumentation bezüglich der sicherheitsrelevanten Aussagen zu den genannten Themenbereichen aus Sicht des Standes von W&T Deltas in der Einschätzung ihrer Sicherheitsrelevanz ergeben.

Für die Analyse wurde daher ein formaler, hierarchisch strukturierter Top-Down Ansatz gewählt. Die sicherheitsrelevanten Aussagen zu den genannten Themenbereichen in den Verfahrensunterlagen und die Frage, worauf diese Aussagen beruhen, sind dabei die Ausgangspunkte der Analyse. Für eine bessere Nachvollziehbarkeit wurde die Analyse anhand von einheitlichen Bewertungsformblättern durchgeführt und dokumentiert. Die vollständigen Bewertungsformblätter sind in den Anhängen C bis J diesem Bericht angefügt.

Bei der Analyse wurden insgesamt 18 Deltas identifiziert. Die Deltas sind in den Tabellen 5-1 bis 5-8 aufgeführt und lassen sich in die folgenden vier Bewertungsbereiche einordnen:

1. Störfallauswirkungen: Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung
2. Erstellung einer MTO-Analyse
3. Brandschutz
4. Bewertung von zusätzlichen Systemen zur Vermeidung der Kollision eines Fahrzeuges mit einem Hindernis

Für alle vier Bewertungsbereiche wurde ein weiterer zukünftiger Überprüfungsbedarf festgestellt. Diese Deltas sind in der zweiten Phase „Aktualisierung von Sicherheitsanalysen“ der ÜsiKo zu bearbeiten.

Den drei wesentlichen sicherheitsrelevanten Deltas wurde entsprechend den Begründungen im Kapitel 5 eine Priorität zugewiesen und sortiert nach deren Priorisierung in der Tabelle 6-1 gezeigt. In dieser Tabelle sind zwei weitere sicherheitsrelevante Deltas genannt, deren Bearbeitung eine geringere zeitliche Priorität bedarf.

Tabelle 6-1: Erforderliche Überarbeitungen des genehmigten Zustandes an den aktuellen Stand von W&T.

Priorität	Überarbeitungsbedarf	Bewertungsformblatt	Titel
1	Berücksichtigung des Einsatzes elektrisch betriebener Transportwagen bei Brandszenarien sowie Validierung der PTB-Kurve auf Basis aktualisierter Brandlasten	2.1.2.7.	Fahrzeugbrand unter Tage
2	Erstellung einer MTO-Analyse	2	Ereignisanalysen
3	Bewertung von zusätzlichen Systemen zur Vermeidung der Kollision eines Fahrzeuges mit einem Hindernis	2.1.1.11	Kollision von Transportmitteln ohne Brand
4	Bewertung der Auswirkungen eines Brandes unter Tage auf die Integrität des Ausbaus	2.1.1.10	Auswirkungen eines Brandes unter Tage auf den Ausbau
	Störfallauswirkungen: Neuberechnung der Auswirkungen auf die Bevölkerung	1.1 und 1.2	Störfallplanungswerte

Für die in den Bewertungsformblättern „Fahrzeugbrand unter Tage“, „Ereignisanalysen“ und „Kollision von Transportmitteln ohne Brand“ beschriebenen Deltas besteht ein umfangreicher Überarbeitungsbedarf. Die Bearbeitung sollte zeitnah beginnen, da die Ergebnisse der neuen Bewertungen die weiteren Planungen für die Errichtung des Endlagers Konrad beeinflussen können.

## 7. Anpassungen im Bericht

Der Bericht wurde durch das Reviewteam geprüft. Die Ergebnisse dieser Prüfung wurden im Reviewbericht (Röhlig et al., 2019) in den Kapiteln 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4 und 3.2.5 des Reviewberichtes zusammengefasst. Die Anmerkungen wurden durch DMT geprüft und sind im Anschluss bei Bedarf in den vorliegenden Bericht übernommen. Die Änderungen sind in der Tabelle 7-1 zusammengefasst.

Der vorliegende Bericht basiert auf dem Stand von W&T zum Zeitpunkt des Abschlusses der inhaltlichen Arbeiten an diesem Bericht (28.08.2018).

Der vorliegende Bericht war die Grundlage für die Diskussionen im „Workshop zu Phase 1 - Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)“ am 23.01.2019 in Braunschweig. Im Rahmen dieses Diskussionsprozesses ergab sich kein Änderungsbedarf an diesem Bericht.

Tabelle 7-1: Zusammenfassung der Anmerkungen im Reviewbericht und Antworten von DMT

<b>Anmerkung im Reviewbericht (Bezug)</b>	<b>Zusammenfassung der Anmerkungen des Reviewteams und Antworten von DMT</b>
<p>Seite 28 Kapitel 3.2.2 Beurteilung des herangezogenen Bewertungsmaßstabes (Bewertungsformblatt 2.1.1.5)</p>	<p>Das Reviewteam schlägt vor, explizit darzulegen, ob die Schachtförderanlage den geänderten TAS mit Stand 2005 entspricht. Der Änderungsvorschlag wird von DMT eingeschränkt übernommen. Es wurde von DMT nicht geprüft, ob die Schachtförderanlage dem Stand der TAS von 2005 entspricht. Eine diesbezügliche Prüfung ist nach Ansicht von DMT im Rahmen der ÜsiKo Phase 1 nicht erforderlich, da die zuständige Aufsichtsbehörde im Zuge der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad auch prüft, ob die Schachtförderanlage dem dann aktuellen Stand von W&amp;T entspricht. Im vorliegenden Bericht erfolgt keine Festlegung auf eine konkrete Fassung der TAS, da derzeit nicht bekannt ist, wann diese Prüfung erfolgt. In den Formblättern 2.1.1.4. und 2.1.1.5 wurde diese Aussage verdeutlicht.</p>
<p>Seite 29 Kap. 3.2.3 Berechnung der Störfalldosis (Bewertungsformblätter 1.1 und 1.2)</p>	<p>Das Reviewteam geht davon aus, dass es bei Anwendung der neuen Fassung der Störfallberechnungsgrundlagen für einzelne Nuklide zu erheblich höheren Dosen kommen kann. Somit liegt in diesem Fall ein sicherheitsrelevantes Delta vor.  DMT schließt sich der Bewertung an, dass hier ein sicherheitsrelevantes Delta vorliegt und hat die Bewertungsformblätter 1.1 und 1.2 sowie den Bericht entsprechend überarbeitet. Die Anzahl der sicherheitsrelevanten Deltas hat sich damit auf 18 erhöht.</p>

<b>Anmerkung im Reviewbericht (Bezug)</b>	<b>Zusammenfassung der Anmerkungen des Reviewteams und Antworten von DMT</b>
Seite 30 Kap. 3.2.4 Auslegung gegen Erdbeben (Bewertungsformblatt 2.2.1.2.3)	<p>Durch das Reviewteam wird angemerkt, dass die von DMT angeregte Literaturrecherche bereits in der Phase 1 der ÜsiKo zu erfolgen hat.</p> <p>Die Literaturrecherche wurde von DMT durchgeführt und hat ergeben, dass im Fall des Bemessungserdbebens kein Steinfall zu besorgen ist. Das Bewertungsformblatt 2.2.1.2.3 wurde inhaltlich angepasst. Ein weiterer Änderungsbedarf im Bericht ergab sich durch diese Anpassung nicht.</p>
Weitere Hinweise aus Kap. 3.2.5:  Seite 30 (Bewertungsformblatt 2.2.1)  Seite 30 (Bewertungsformblatt 2.1.2.8)  Seite 30 (Bewertungsblatt 2.1.1.1.2)  Seite 31 Aufnahme von Literatur und der Anzahl von Deltas	<p>Das Reviewteam bittet um eine knappe Begründung, weshalb biologische Einwirkungen für den Betrieb des Endlagers nicht relevant sind. Der Änderungsvorschlag wurde von DMT umgesetzt. Eine Erläuterung, weshalb biologische Einwirkungen nicht weiter betrachtet werden müssen, wurde in das Bewertungsformblatt 2.2.1 eingefügt.</p> <p>Das Reviewteam merkt an, dass analog zum Bewertungsformblatt 2.1.2.7 ein Hinweis auf die zu berücksichtigende mögliche Explosionsgefahr bei Einsatz batterie-/akkumulatorbetriebener Fahrzeuge aufgenommen werden soll. Der Änderungsvorschlag wurde von DMT umgesetzt. Ein Hinweis auf die zu berücksichtigende mögliche Explosionsgefahr bei Einsatz batterie-/akkumulatorbetriebener Fahrzeuge wurde in das Bewertungsformblatt 2.1.2.8 aufgenommen.</p> <p>Das Reviewteam schlägt vor, einen Widerspruch zwischen dem Inhalt des Berichtes und dem Bewertungsformblatt aufzuheben. Der Änderungsvorschlag wurde von DMT umgesetzt und das Bewertungsformblatt 2.1.1.1.2 entsprechend überarbeitet.</p> <p>Das Reviewteam empfiehlt die Aufnahme von im Bericht zitierten Unterlagen in den Anhang A des Berichtes sowie die Konsistenzprüfung in Bezug auf die im Bericht genannten Zahl der gefundenen sicherheitsrelevanten Deltas.</p>

<b>Anmerkung im Reviewbericht (Bezug)</b>	<b>Zusammenfassung der Anmerkungen des Reviewteams und Antworten von DMT</b>
Seite 31 (Bewertungsblatt 2.1.1.1)	<p>Die Empfehlungen wurden von DMT umgesetzt. Insgesamt wurden nach der Überarbeitung des Berichtes 18 sicherheitsrelevante Deltas identifiziert.</p> <p>Das Reviewteam schlägt vor, ein einordnendes Fazit zu ergänzen. Der Änderungsvorschlag wurde von DMT umgesetzt und das Bewertungsformblatt 2.1.1.1 entsprechend überarbeitet.</p>
Seite 31 (Bewertungsformblatt 2.1.1.2)	<p>Das Reviewteam merkt an, dass die Aussagen zum Absturz einer Transporteinheit auf eine zweite Transporteinheit missverständlich seien. Die Anmerkung wurde von DMT umgesetzt und die Aussagen im Bewertungsformblatt 2.1.1.2 detaillierter erläutert.</p>
Seite 31 (Bewertungsformblatt 2.1.2.3)	<p>Das Reviewteam bittet um Klarstellung bezüglich der Angabe der Unterstützenden Dokumente. Die Anmerkung wurde von DMT umgesetzt und die Literaturangabe im Bewertungsformblatt 2.1.2.3 klargestellt.</p>

## 8. Literaturverzeichnis

**Anmerkung:** In diesem Literaturverzeichnis ist ausschließlich diejenige Literatur aufgeführt, die in den Hauptkapiteln dieses Berichts zitiert wird und welche nicht Teil der im Rahmen dieses Vorhabens begutachteten Verfahrensunterlagen ist. Weitere zitierte Literatur wird noch an folgenden Stellen aufgeführt:

- Anhang A: Die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellte Liste relevanter Unterlagen des Genehmigungsverfahrens Konrad ist im Anhang A aufgeführt. Diese Zitate beginnen mit dem Kennzeichen
- Anhänge C bis J: Literatur, auf die in den Formblättern zur Begutachtung der Verfahrensunterlagen zitiert wurde, ist auf den jeweiligen Bewertungsformblättern im Abschnitt Literatur aufgeführt.

- AtG (2002) Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) i.d.F. der Bekanntmachung vom 15.07.1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 22.04.2002 (BGBl. I S. 1351).
- AtG (2017) Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) i.d.F. der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985, das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist.
- BfS (1997) Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle - Schachtanlage Konrad - 9K/212621 /-/D/ED/0235/ 12 vom 25.02.1997.
- BfS (2014) Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle - Schachtanlage Konrad – SE-IB-29/08-REV-2 vom Dezember 2014.
- BMI (1977) Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke vom 21. Oktober 1977 (BANz 1977, Nr. 206).
- BMI (1983) Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 StrlSchV - Störfall-Leitlinien - vom 18.10.1983 (BANz. Nr. 245a vom 31.12.1983).
- BMI (1983) Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle für die Endlagerung in einem Bergwerk vom 20.04.1983 (GMBI. 1983, S. 220) .
- BMUB (1994) Störfallberechnungsgrundlagen für die Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit DWR gemäß § 28 Abs. 3 StrlSchV und Neufassung der „Berechnung der Strahlenexposition“ vom 29. Juni 1994 (BANz. 1994, Nr. 222a).
- BMUB (2010) Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, 30.09.2010.
- BMUB (2015) Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 22. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BANz AT 30.03.2015 B2).
- ESK. (2013) Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Empfehlung der Entsorgungskommission, revidierte Fassung vom 10.06.2016.
- GRS. (1991). Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-84, Juli 1991.

- GRS (2009) Transportstudie Konrad: Sicherheitsanalyse des Transports radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-256, Dezember 2009 mit Corrigendum vom April 2010.
- NMU (2002) Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Stand: 22. Mai 2002.
- Röhlig (2019) Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) - Review der Phase 1 „Ermittlung des Überprüfungsbedarfs“. TU Clausthal, Öko-Institut e.V., Friedrich-Schiller-Universität Jena, Leibniz Universität Hannover.
- RSK (2013) Verständnis der Sicherheitsphilosophie, 460. Sitzung der Reaktor-Sicherheitskommission am 29.08.2013, veröffentlicht im Bundesanzeiger, Amtlicher Teil, am 05.12.2013, B4.
- SSK (2003) Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV, Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition, verabschiedet in der 186. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11.09.2003.
- SSK (2013) Ermittlung der Strahlenexposition, verabschiedet in der 263. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 12.09.2013.
- StrlSchV (1997) Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung) vom 13.10.1976, Neufassung vom 30.06.1989 (BGBl. I S. 1321, ber. 1926), geändert durch 4. ÄnderungsVO vom 18.08.1997 (BGBl. I S. 2113).
- StrlSchV (2001) Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung) in der Fassung vom 20.07.2001 (BGBl. I S. 1714, ber. 2002, 1459).
- StrlSchV (2017) Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung) vom 20. Juli 2001, die zuletzt durch nach Maßgabe des Artikel 10 durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 1 S. 114, 1222) geändert worden ist.

## **Anhang A: Aufstellung relevanter Gutachten und erläuternder Unterlagen**

Dieser Anhang enthält die von der BGE zur Verfügung gestellte Liste relevanter Unterlagen des Genehmigungsverfahrens Konrad. Die Zitate beginnen mit den Kennzeichen EU (Erläuternde Unterlagen) oder GS (Gesonderte Stellungnahmen). Weiterhin ist der Planfeststellungsbeschluss (PFB) zitiert.

EU 000.02 Quellenverzeichnis B024727600U

EU 010.2 Systemanalyse Konrad Teil 3, Bestimmung störfallbedingter Aktivitätsfreisetzung GRS-A-1389; November 1987

EU 024 Schachtförderanlage Schacht Konrad 2, PTB, Stand: 28.08.1987, B024720701U

EU 101 Tagesanlagen Schacht Konrad, Brandschutz- und Brandlastenzusammenstellung, Umlageanlage/Pufferhalle und Förderturm mit Schachthalle. Lüftergebäude mit Abwetterkanal und Diffusor, DBE; 29.09.1995

EU 107.2 Systemanalyse Konrad Teil 2, Anomaler Betrieb (Ausfälle der Stromversorgung, Ausfälle der Bewetterung), GRS-A-1023; Oktober 1984; 21 S.

EU 131.1+ Systemanalyse Konrad, Teil 2: Signifikanz einer Modellkurve „800°C/1 H“ für den  
132.2 Temperatur – Zeit – Verlauf hinsichtlich der Auswirkungen eines Transportfahrzeugbrandes unter Tage, PTB, 27.03.1987, B0247290014

EU 132.3 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Erläuterungen zur Höhe und Breite des Temperaturplateaus der Modellkurve für den Temperatur-Zeit-Verlauf beim Fahrzeugbrand unter Tage, GRS-A-1340, PTB, Stand: Mai 1987, B0247429

EU 165.1 Experimente zur Freisetzung und Quelltermbestimmung bei mechanischer Belastung von mit pulvrigen Substanzen gefüllten Abfallbehältern, Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie; 25.07.1987

EU 184 Tagesanlagen und Schachteinbauten Schacht Konrad 2, Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen, DBE; 08.02.1996

EU 205 Systembeschreibung Umgang mit Sprengmitteln, DBE; 20.02.1997

EU 208 Systembeschreibung Einlagerungssystem, Bd. 1 und 2, DBE; 20.02.1997

EU 228 Systemanalyse Konrad Teil 3, Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen, GRS-A-1504, 3. Revision; 24.02.1997

EU 238 Systemanalyse Konrad Teil 3, Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad, GRS-A-1493; Mai 1989

EU 250 Brandschutz unter Tage II, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 15.02.96, Rev. 04

EU 258 Systemanalyse Konrad, Teil 3 Ermittlung der potentiellen Strahlenexpositionen in der Umgebung der Anlage bei Störfällen auf der Basis modifizierter

Berechnungsgrundlagen und Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für 96  
Einzelnuclide, Rev. 02, DBE, Stand Jan. 83

- EU 265 Systemanalyse Konrad Teil 3, Radiologische Bewertung der Störfälle „Absturz einer Transporteinheit im Sonderbehandlungsraum und am Füllort“ im Vergleich zu den radiologisch repräsentativen Auslegungsstörfällen, GRS-A-1530; März 1989
- EU 273 Gasbildung im Endlager Konrad während der Betriebsphase, Revision 2 (GRS-A-1528, Mai 1990), Stand: Mai 1990, B0245593024
- EU 274 Auslegungsmaßnahmen gegen seismische Einwirkungen auf das Grubengebäude und die untertägigen Analgenteil des geplanten Endlagers Konrad; BfS-IB-80, Rev. 01, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 29.02.96
- EU 278 Brandschutzmemorandum Schachanlage Konrad, DBE; 20.02.1997
- EU 279 Planung Grubengebäude, Rev. 03, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 20.02.97, B025374103U
- EU 302 Systembeschreibung der Gebäude-Leittechnik, Rev. 02, Stand 01.03.95
- EU 315 Lastenmatrix Konrad 1 und 2, DBE; 01.03.1995
- EU 316 Rahmenbeschreibung für das Zechenbuch/Betriebshandbuch, Rev. 06, BfS, Stand: 20.02.97
- EU 324 Auslegungsanforderungen an die baulichen und maschinentechnischen Anlagen einschließlich Lüftung und Bewetterung sowie an die Handhabungs- und Transportmittel im Endlager Konrad aus den Ergebnissen der Störfallanalysen (ET-IB-3-REV-3), BfS; 24.02.1997
- EU 371 Systemanalyse Konrad Teil 3, Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage bei Störfällen unter Berücksichtigung der Berechnungsverfahren der AVV zu § 45 StrlSchV und Ableitung von Aktivitätsgrenzwerten für 96 Einzelnuclide, GRS-A-1668. I.-III.; Mai 1990
- EU 375 Systembeschreibung Erdungs- und Blitzschutzanlage, Rev. 02, Stand: 31.01.97
- EU 380 Systembeschreibung Sanitärtechnische Anlagen, Umladeanlage Konrad 2, Rev. 05, Stand: 20.02.97
- EU 381 Systembeschreibung Sprühwasserlöschanalgen, Umladeanlage Konrad 2, Rev. 03, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 20.02.97
- EU 382 Systembeschreibung Wärme- und Kältetechnische Anlagen, Umladeanlage Konrad 2, Rev. 03, Stand 20.02.97
- EU 383 Systembeschreibung Raumluftechnische Anlagen, Umladeanlage Konrad 2, Rev. 04, Stand 20.02.97

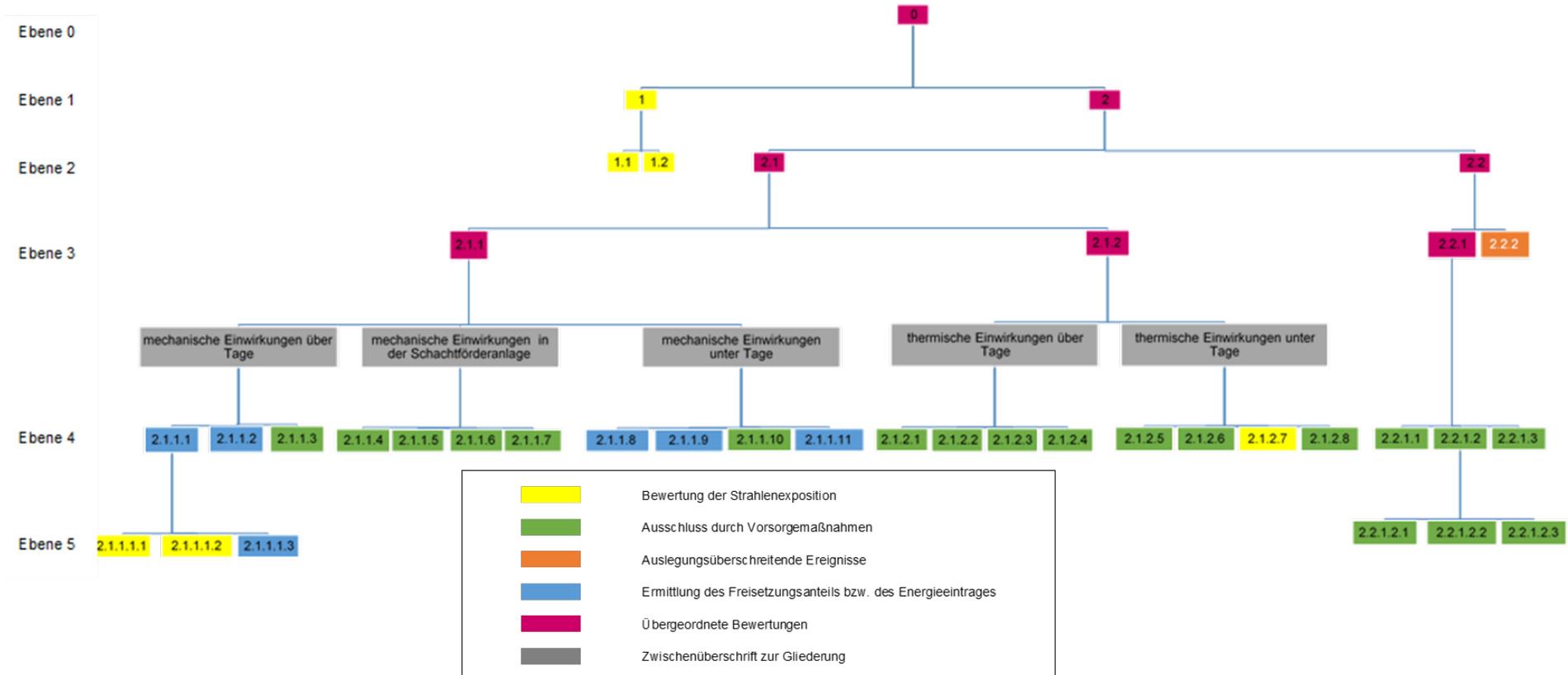
- EU 388 Administrative Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen und zur Verringerung möglicher Störfallauswirkungen im geplanten Endlager Konrad (ET-IB-30-REV-3), BfS; 24.02.1997
- EU 406 Komponentenbeschreibung Versatztransportfahrzeug, Rev. 07, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 20.02.97
- EU 407 Komponentenbeschreibung Spritzmanipulatorfahrzeug, Rev. 06, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 20.02.97
- EU 409 Komponentenspezifikation Hauptseilfahrtanlage der Schachtförderanlage Konrad 2, Rev. 04, Stand: 20.02.97
- EU 419 Systembeschreibung Wasserversorgung Außenanlagen Konrad 2, Rev. 04, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 20.02.97
- EU 420 Systembeschreibung Abwasserentsorgung, Außenanlagen und Abwasserableitung von der Anlage Konrad 2, Rev. 03, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand 20.02.97
- EU 467 Anforderungen an das Spritzmanipulatorfahrzeug und die Versatztransportfahrzeuge für das geplante Endlager Konrad unter Brandschutzaspekten (ET-IB-54-REV-2), Rev. 01, Bundesamt für Strahlenschutz, Stand: 18.10.95
- EU 493 Ableitung eines abdeckenden Reduktionsfaktors für Aktivitätsgrenzwerte aus der Störfallanalyse zur pauschalen Berücksichtigung modifizierter Störfallberechnungsgrundlagen (Revision 01), BfS, Stand: 18.10.95
- EU 506 Systemanalyse Konrad, Teil 3 Ermittlung der potentiellen Strahlenexposition des Menschen in der Umgebung der Anlage bei Störfällen auf Basis der Störfallberechnungsgrundlagen SBG 4 ( GRS-A-2238/I. und II. )
- GS 1 Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH, Gutachtliche Stellungnahme in geotechnischer Hinsicht zur Baugrunduntersuchung und Gründungsplanung für die obertägigen Bauwerke am Schacht 1 und 2 (EU 503 und 504); 30.04.1997
- GS 2 Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH, Aktualisierung der gutachtlichen Stellungnahmen, Juli 2000
- GS 3 Prüfung des seismologischen Gutachtens für den Standort Konrad in Bezug zur neuen KTA 2201.1 (2011-11), BfS, B2616568, 05.12.2016
- GS 4 TÜV-Stellungnahme zu der durch das Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Überprüfung des seismologischen Gutachtens der BGR (1996) für den Standort Konrad in Bezug auf die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben unter Berücksichtigung der Neufassung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11), EGK-BUW.04.1, 22. 02.2017
- PFB Niedersächsisches Umweltministerium; Planfeststellungsbeschluss für die Errichtung und den Betrieb des Bergwerkes Konrad in Salzgitter als Anlage zur



Endlagerung fester oder verfestigter radioaktiver Abfälle mit vernachlässigbarer  
Wärmeentwicklung; 22. Mai 2002

## Anhang B: Hierarchische Baumstruktur zur Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen

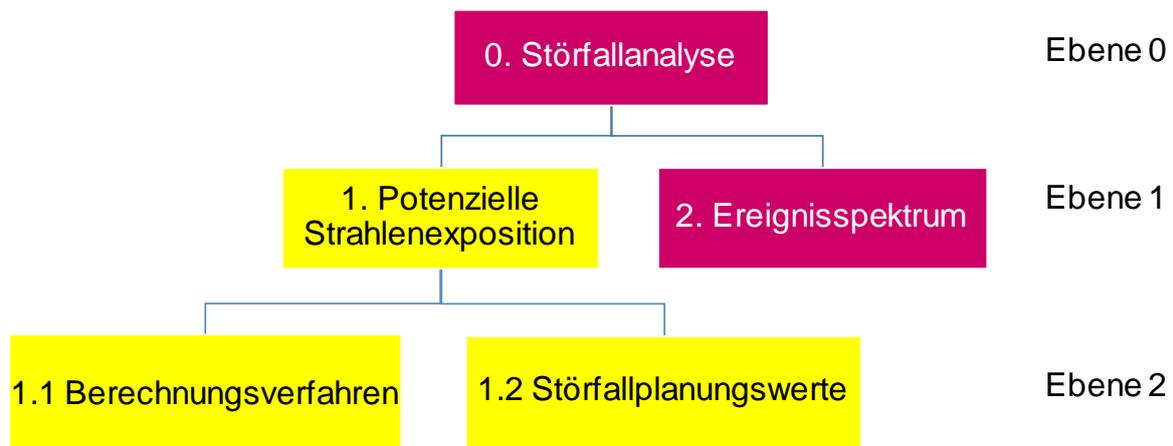
Abbildung B-1: Hierarchische Baumstruktur zur Analyse und Bewertung der Antragsunterlagen



## Anhang C: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 1 - übergeordnete Aspekte der Störfallanalysen

Der Themenbereich 1 umfasst übergeordnete Aspekte der Störfallanalyse, nämlich die Vorgehensweise für die Berechnung der Strahlenexposition und die Festlegung des Ereignisspektrums. Die folgende Abbildung zeigt die hierarchische Struktur der Bewertungsformblätter. Diese werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung C-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 1



Bewertung der Strahlenexposition



Übergeordnete Bewertungen

**Nummer:**

0

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 2

**Titel:**

Störfallanalysen

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

**Beschreibung der Aussagen:**

Im PFB wird ausgeführt, dass es für die Durchführung einer Störfallanalyse für ein Endlager kein Regelwerk gibt. Deshalb hat sich der Antragsteller wie auch der Gutachter an die allgemein übliche Vorgehensweise bei anderen kerntechnischen Anlagen gehalten. Dieser Ansatz entspricht dem Vorgehen in den Störfalleit-Linien (1983) für Kernkraftwerke.

Auf der Basis einer systemtechnischen Analyse der vorgesehenen Betriebsabläufe und möglicher Einwirkungen infolge verschiedener Ursachen wie zum Beispiel technisches Versagen, menschliches Versagen oder gebirgsmechanische Ursachen hat der Antragsteller Ereignisse identifiziert, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung führen können.

Die hieraus zu unterstellenden Störfälle mit thermischen oder mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebinde wurden jeweils in Gruppen mit vergleichbaren Belastungen zusammengefasst und daraufhin untersucht, welche Ereignisse zu maximalen Aktivitätsfreisetzungen führen können. Insgesamt wurden 79 Ereignisse im Zusammenhang mit dem Umgang mit Abfallgebänden bewertet und im Sinne der Störfall-Leitlinien zwei Klassen zugeordnet, nämlich Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden (Klasse I) und Ereignisse, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden (Klasse 2).

Diese Vorgehensweise zur Störfallanalyse wurde von der Genehmigungsbehörde bestätigt.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Störfallanalyse für das Endlager Konrad wurde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für das Endlager Konrad entwickelt und in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien des BMI von 1983 nach kerntechnischen Gesichtspunkten durchgeführt. D. h. sie wurde methodisch nach der Vorgehensweise der Störfallanalysen für Kernkraftwerke aufgebaut. Dieser Ansatz entspricht einem Vorgehen entsprechend den Störfall-Leitlinien für Druckwasserreaktoren. Mit diesem Vorgehen zur Durchführung der Störfallanalyse für das Endlager Konrad folgten der Antragsteller und der Gutachter im Planfeststellungsverfahren Konrad der allgemein üblichen Vorgehensweise für Störfallanalysen bei anderen kerntechnischen Anlagen. Zunächst erfolgte eine deterministische Störfallanalyse und später zusätzlich eine probabilistische Analyse für die Anlagenbewertung als Nachweis der Ausgewogenheit des Sicherheitskonzeptes.

Es ist auch heute international Stand von W&T, für die sicherheitstechnische Bewertung eines Endlagers Störfallanalysen zu erstellen. Dabei wird die deterministische Störfallanalyse durch

eine probabilistische Sicherheitsanalyse ergänzt. Das Konzept der Störfallanalyse für das Endlager Konrad, kann in Deutschland als stellvertretend für Störfallanalysen für Endlager für vernachlässigbar Wärme entwickelnde radioaktive Abfälle angesehen werden und entspricht dem internationalen Vorgehen (s. hierzu auch IAEA Standard zur Sicherheitsanalyse von 2009). Die grundsätzlichen Anforderungen an die Durchführung von Störfallanalysen für Endlager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (Regelwerke) gelten nach wie vor. Aktuelle Festlegungen z. B. zum Verständnis der Sicherheitsphilosophie (RSK-Stellungnahme vom 29.08.2013) sowie die Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle (BMU Stand 30.09.2010) bestätigen dies. Zum Konrad-Verfahren vergleichbare Sicherheitsanalysen wurden auch aktuell für die Faktenerhebung Schachanlage Asse II sowie für das Stilllegungsverfahren für das Endlager ERAM durchgeführt.

Im § 9h AtG in Verbindung mit § 19a Abs. 3 und 4 AtG (2017) ist festgelegt, dass jeweils im Abstand von 10 Jahren ab Beginn des Einlagerungsbetriebes eine Überprüfung auf sicherheitsrelevante Veränderungen des Standes von W&T bei der Beurteilung der Sicherheit des Endlagers durchzuführen ist. Diese Regelung greift sowohl internationale Vorgaben der IAEA als auch Regelungen aus den Sicherheitsanforderungen für Endlager mit wärmeentwickelnden Abfällen auf. Diese Regelung ist auch für die Schachanlage Konrad anzuwenden.

Sicherheitsdefizite können mit Hilfe der periodischen Sicherheitsüberprüfung vorzeitig erkannt und behoben werden. Mit der Berücksichtigung der neuen Regelung wird somit das Sicherheitsniveau der Anlage gesteigert. Wir weisen darauf hin, dass entsprechende Festlegungen zur Durchführung der periodischen Sicherheitsüberprüfung in die Betriebsunterlagen aufzunehmen sind. Regelungen der KTA 1402 können orientierend herangezogen werden.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:   
Weitere Ebenen werden betrachtet

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28.3 StrlSchV – Störfall-Leitlinien – vom 18. Okt. 1983

BMU: Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle  
Stand: 30.09.2010

**Nummer:**

1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 2

**Titel:**

Potenzielle Strahlenexposition

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

**Beschreibung der Aussagen:**

Aufbauend auf der Ereignisanalyse erfolgten für radiologisch relevante Ereignisse, für die durch technische Auslegung der Schadenseintritt nicht ausgeschlossen werden kann, eine Berechnung der potenziellen Strahlenexposition für Personen in der Umgebung. Diese Betrachtungen dienen im Wesentlichen dem Ziel des Nachweises der Einhaltung der Störfallplanungswerte, die im § 49 StrlSchV (2018) aufgeführt sind. Als Folge hierzu werden auch Beschränkungen bezüglich der Aktivität in den Abfallgebinden definiert.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Es werden hierzu weitere Ebenen betrachtet, die zum einen die Veränderungen bei den Festlegungen der Störfallplanungswerte als auch bei den Berechnungsverfahren zum Nachweis der Einhaltung der Störfallplanungswerte zum Gegenstand haben.

Grundsätzlich wird die Vorgehensweise der Ermittlung der potenziellen Strahlenexposition zum Nachweis von Störfallplanungswerten nach wie vor in atomrechtlichen Verfahren angewendet.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Weitere Ebenen werden betrachtet

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein: **Literatur:**

**Nummer:**

1.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Berechnungsverfahren

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB Konrad

Unterstützende Dokumente: EU 010.2, EU 258, EU 371, EU 506, EU 493, Plan Konrad,  
Ergänzendes Gutachten des TÜV Hannover/Sachsen-Anhalt e.V. (Februar 2002)**Beschreibung der Aussagen:**

Die Berechnung der potenziellen Strahlenexposition erfolgt über radioökologische Modellbetrachtungen, d.h. es wird die Ausbreitung von Radionukliden in Luft, Wasser und Boden betrachtet und die potenzielle Strahlenexposition bei Aufnahme der Radionuklide im Körper und aufgrund äußerer Bestrahlung berechnet. Die oben als unterstützende Dokumente aufgeführten Unterlagen stellen die historische Entwicklung der Aussagen zur Ermittlung der potenziellen Strahlenexposition dar. Mehrmals waren Überarbeitungen erforderlich, da sich die gesetzlichen Grundlagen hierzu geändert hatten. Der Antragsteller hat seine Berechnungen auf der Basis der Störfallberechnungsgrundlagen von 1983 durchgeführt, wobei er aber bereits Modifikationen, die sich aus der damaligen Neufassung der Strahlenschutzverordnung im Jahre 1989 und der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zu § 45 StrlSchV (1989) ergaben, berücksichtigt hat.

Im Rahmen der Begutachtung und der Erstellung des Planfeststellungsbeschlusses wurde eine weitere Aktualisierung vorgenommen. Die novellierte StrlSchV von 2001 enthält in § 49 erstmals Vorschriften, die auch auf Endlager anzuwenden sind. Die Betrachtungen wurden auf Basis der Übergangsvorschrift (§ 117 Abs. 16 StrlSchV, 2001) durchgeführt, der die Ermittlung der Strahlenexposition auch für Anlagen beschreibt, deren Planfeststellungsverfahren vor dem 01.08.2001 begonnen wurde.

Die vom Antragsteller vorgenommenen Berechnungen wurden vom Sachverständigen geprüft. Das Niedersächsische Umweltministerium bestätigt, dass die Reserven aufgrund von konservativen Annahmen und Selbstbeschränkungen im Allgemeinen die geplanten Verschärfungen zu den Regelungen der Ermittlung der Strahlenexposition überwiegen.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Im PFB wird folgendes explizit ausgeführt:

„Berechnungen zur Überprüfung der aus der Störfallanalyse resultierenden Aktivitätsgrenzwerte in Endlagerungsbedingungen, vergleichbar denen, die unabhängig von den Übergangsvorschriften des § 117 Abs. 16 StrlSchV, 2001, der Sachverständige auf Veranlassung der Planfeststellungsbehörde für die Strahlenexposition im bestimmungsgemäßen Betrieb und in der Nachbetriebsphase gemäß den Anforderungen

Planfeststellungsbeschluss Konrad nach § 47 Abs. 2 StrlSchV für die 6 Altersgruppen und für den Expositionspfad „Ingestion von Muttermilch“ mit den Rechenmodellen und Parametern des Entwurfs der AVV zu § 47 StrlSchV vom 10.01.2001 durchgeführt hat, sind laut Aussage des Sachverständigen zurzeit nicht möglich, da noch kein Entwurf für eine Neufassung des Kapitels 4 (Berechnung der Strahlenexposition) der Störfallberechnungsgrundlagen vorliegt. Es ist z.B. noch nicht entschieden, ob und in welcher Weise die 6 Altersgruppen der Referenzperson in den Rechenmodellen berücksichtigt werden, ob die Sicherheitsfaktoren für die Verzehraten anzuwenden sind und ob der Expositionspfad „Ingestion von Muttermilch“ einzubeziehen ist. In der Diskussion sind auch Veränderungen der Modelle zur Berechnung der Ausbreitung und der Ablagerung bei Störfällen. Welche Ergebnisse diese stattfindenden Diskussionen haben werden, ist zurzeit nicht absehbar.“

Das im PFB beschriebene Delta ist bisher durch den Antragsteller nicht geschlossen worden. Insofern sehen wir die Bewertung durch die Genehmigungsbehörde weiterhin als gültig an.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:   
Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

#### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Mittlerweile liegen aktuelle Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV vor (Empfehlung der SSK vom 11.09.2003). Wir halten eine Neuberechnung der potenziellen Strahlenexposition auf Basis der dann aktuell gültigen Vorschriften für erforderlich, da diese dem Stand von W&T entsprechen.

Die Betrachtungen werden eher zu einem geringen Anstieg der Werte zur potenziellen Strahlenexposition führen, da zusätzliche Beiträge ggf. über den Pfad Muttermilch zu erwarten sind. Diese zusätzlichen Beiträge werden voraussichtlich deutlich kompensiert durch die konservativen Selbstbeschränkungen des Antragstellers, insbesondere durch die Reduzierung des Störfallplanungswertes von 50 mSv auf 20 mSv. Die gesetzlichen Störfallplanungswerte bleiben voraussichtlich weiterhin eingehalten.

Betroffen sind alle Ereignisse, für die im Verfahren Berechnungen der potenziellen Strahlenexposition infolge von Störfallereignissen vorgenommen worden sind.

Wir weisen darauf hin, dass derzeit auf Basis der revidierten EU-Grundnormen und des dazu erlassenen Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung das dazu gehörige untergesetzliche Regelwerk revidiert wird. Dies kann die o.g. empfohlene Neuberechnung weiter beeinflussen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

#### **Literatur:**

SSK - Strahlenschutzkommission: Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV – Neufassung des Kapitels 4: Berechnung der Strahlenexposition

 <b>DMT</b>	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 59 von 155
		Stand: 06.03.2019

Empfehlung der SSK, verabschiedet in der 186. Sitzung der SSK am 11.09.2003

**Nummer:**

1.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Störfallplanungswerte

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: Strahlenschutzverordnung Stand 1989 sowie 2001

**Beschreibung der Aussagen:**

Das maximal zulässige Aktivitätsinventar eines Radionuklids pro Transporteinheit ist vom Antragsteller so festgelegt worden, dass die Strahlenexposition in der Umgebung der Anlage im ungünstigsten Störfall durch die Freisetzung radioaktiver Stoffe die Störfallplanungswerte des § 28 Abs. 3 StrlSchV in der Fassung der Bekanntmachung von 1989 für Kernkraftwerke nicht überschreiten.

Der Regelungsinhalt des § 28 Abs. 3 StrlSchV 1989 wurde in den § 49 der Neufassung der StrlSchV von 2001 übernommen, der die Vorschrift für den Nachweis der ausreichenden Vorsorge gegen Störfälle auch auf Anlagen des Bundes zur Sicherstellung und zur Endlagerung radioaktiver Abfälle bezieht.

Durch Selbstbeschränkung des Antragstellers ist der Störfallplanungswert auf 20 mSv für die effektive Dosis reduziert worden.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Regelungen zu den Störfallplanungswerten in der StrlSchV 1989 (§ 28.3) unterscheiden sich geringfügig zu den aktuell gültigen Regelungen des § 49 StrlSchV, der seit 2001 gültig ist. Augenfällig ist, dass nun auch die Limitierung der Dosis der Augenlinse von 150 mSv zu berücksichtigen ist. Weiterhin gilt nun für die Haut eine generelle Beschränkung von 500 mSv. Vorher wurde differenziert zwischen Haut an den Gliedmaßen mit einer Beschränkung von 500 mSv und sonstigen Hautpartien mit einer Beschränkung von 300 mSv.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Mittlerweile liegen aktuelle Störfallberechnungsgrundlagen zu § 49 StrlSchV vor (Empfehlung der SSK vom 11.09.2003). Wir empfehlen eine Neuberechnung der potenziellen Strahlenexposition auf Basis der aktuell gültigen Vorschriften, da diese dem Stand von W&T entsprechen (s. hierzu Bearbeitung von Formblatt 1.1, wo ebenfalls eine Neuberechnung

empfohlen wird). Hierbei sind insbesondere die Anforderungen zur Berechnung der Organdosiswerte (Augenlinse, Haut etc.) zu berücksichtigen.

Bei diesen Neuberechnungen sind auch die Änderungen bei den Störfallplanungswerten mit zu berücksichtigen. Die Einhaltung der geänderten gesetzlichen Störfallplanungswerte wird aufgrund der geringfügigen Änderungen jedoch nicht in Frage gestellt, da der Antragsteller sich ohnehin selbst verpflichtet hat, anstelle von 50 mSv einen Störfallplanungswert von 20 mSv für die effektive Dosis zu verwenden.

Wir weisen aber darauf hin, dass derzeit auf Basis der revidierten EU-Grundnormen und des dazu erlassenen Strahlenschutzgesetzes und der Strahlenschutzverordnung das dazu gehörige untergesetzliche Regelwerk revidiert wird. Ein In-Kraft-Treten der Revision der StrlSchV ist mit dem 31.12.2018 erfolgt. Eine Überarbeitung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Störfallvorsorge wird in Aussicht gestellt. Dies wird die o.g. empfohlene Neuberechnung weiter beeinflussen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

Strahlenschutzverordnung § 49 Stand 2017

---

**Nummer:**

2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 2

---

**Titel:**

Ereignisspektrum

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im PFB wird ausgeführt, dass es für die Durchführung einer Störfallanalyse für ein Endlager kein Regelwerk gibt. Deshalb hat sich der Antragsteller wie auch der Gutachter an die allgemein übliche Vorgehensweise bei anderen kerntechnischen Anlagen gehalten. Dieser Ansatz entspricht dem Vorgehen in der Störfall-Leitlinie für Kernkraftwerke.

Auf der Basis einer systemtechnischen Analyse der vorgesehenen Betriebsabläufe und möglicher Einwirkungen infolge verschiedener Ursachen wie zum Beispiel technisches Versagen, menschliches Versagen oder gebirgsmechanische Ursachen hat der Antragsteller eine Ereignisanalyse durchgeführt, d.h. er hat Ereignisse und deren Randbedingungen (Szenario-Parameter) identifiziert, die zu einer Freisetzung von radioaktiven Stoffen in die Umgebung führen können.

Die hieraus zu unterstellenden Störfälle mit thermischen oder mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebinde wurden jeweils in Gruppen mit vergleichbaren Belastungen zusammengefasst und daraufhin untersucht, welche Ereignisse zu maximalen Aktivitätsfreisetzungen führen können. Insgesamt wurden 78 Ereignisse im Zusammenhang mit dem Umgang mit Abfallgebänden bewertet und im Sinne der Störfall-Leitlinien zwei Klassen zugeordnet, nämlich Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage bzw. der Abfallgebinde begrenzt werden (Klasse 1) und Ereignisse, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage bzw. den Abfallgebänden vermieden werden (Klasse 2).

Darüber hinaus wurde untersucht, ob hinsichtlich der Eintrittshäufigkeit ein Ereignis als Störfall oder als ein auslegungsüberschreitendes Ereignis dem Restrisiko zu zuordnen ist. Hierzu wurde ergänzend zur deterministischen Untersuchung auch eine probabilistische Bewertung der einzelnen Ereignisse der Störfallanalyse vorgenommen.

Diese Vorgehensweise zur Ereignisanalyse wurde von der Genehmigungsbehörde bestätigt.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Ereignisanalyse für das Endlager Konrad wurde im Rahmen des Genehmigungsverfahrens für das Endlager Konrad entwickelt und in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien des BMI von 1983 nach kerntechnischen Gesichtspunkten durchgeführt. D. h. sie wurde methodisch nach der Vorgehensweise der Störfallanalysen für Kernkraftwerke aufgebaut. Dieser Ansatz entspricht einem Vorgehen entsprechend den Störfall-Leitlinien für

Druckwasserreaktoren. Mit diesem Vorgehen zur Durchführung der Ereignisanalyse für das Endlager Konrad folgten der Antragsteller und der Gutachter im Planfeststellungsverfahren Konrad der allgemein üblichen Vorgehensweise für Ereignisanalysen bei anderen kerntechnischen Anlagen. Zunächst erfolgte eine deterministische Ereignisanalyse und später zur Ergänzung zusätzlich eine probabilistische Analyse für die Anlagenbewertung.

Es ist auch heute international Stand von W&T, für die sicherheitstechnische Bewertung eines Endlagers Ereignisanalysen zu erstellen. Dabei wird die deterministische Ereignisanalyse durch eine probabilistische Sicherheitsanalyse ergänzt. Dieses Konzept der Ereignisanalyse für das Endlager Konrad entspricht dem internationalen Vorgehen wie sie auch von der IAEA als Standard erhoben wird (s. hierzu IAEA SSG-23, 2012 und GSR Part 4, 2009).

Aktuelle nationale Festlegungen bestätigen ebenfalls, dass diese Vorgehensweise weiterhin dem Stand von W&T entspricht. So wird z. B. in der RSK-Empfehlung zum Verständnis der Sicherheitsphilosophie (RSK-Stellungnahme vom 29.08.2013) genauso eine Einstufung in Ereignisklassen gefordert wie sie im Konrad-Verfahren vorgenommen worden ist. Auch die Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder Abfälle (BMU Stand 30.09.2010) fordern eine solche Vorgehensweise. Zum Konrad-Verfahren vergleichbare Ereignisanalysen wurden auch aktuell für die Faktenerhebung Schachanlage Asse II sowie für das Stilllegungsverfahren für das Endlager ERAM durchgeführt.

Bezüglich der regelmäßigen Überprüfung der Sicherheit der Anlage wird auf die Ausführungen in Blatt 0. zur Störfallanalyse verwiesen, in der betriebliche Festlegungen zur periodischen Sicherheitsüberprüfung orientierend an den Festlegungen der KTA 1402 empfohlen werden.

Nachdem bis zu Beginn der 80iger Jahre die Bemühungen um die Sicherheit weitgehend auf die technischen Aspekte der Anlagenauslegung und des Anlagenbetriebs konzentriert waren, fand im Laufe der folgenden Jahre der Einfluss des Menschen als Bediener und Überwacher der Technik zunehmend Berücksichtigung. Verstärkt wurde diese Entwicklung durch die Erfahrungen aus den Ereignissen von Three-Mile-Island und Tschernobyl. Daher beinhaltet die Ereignisanalyse für das Endlager Konrad auch Ereignisse mit Handhabungs-, Fahr- und Wartungsfehler als auslösende Vorgänge. Diese Fehler sind auf menschliches Fehlverhalten zurückzuführen.

Darauf entwickelte sich unter dem Begriff „Human Factor“ ein eigenes Arbeitsfeld in der Kerntechnik, das sich mit der Wechselwirkung zwischen Mensch und Maschine befasste. Später wurde mit dem MTO-Konzept (Mensch-Technik-Organisation, MTO) auch die Organisation als eine dritte sicherheitsrelevante Komponente in die Betrachtung mit einbezogen.

Die Analyse von Unfällen, insbesondere von schweren Unfällen wie in Tschernobyl, Bhopal und das Challenger-Unglück, zeigen inhärente Abhängigkeiten zwischen der Technik und organisatorischen Faktoren. Den Unfällen geht in der Regel eine Inkubationszeit von latenten Fehlern voraus, d.h. eine Ansammlung von Personalfehlern, organisationalen Fehlern, fehlerhaften Annahmen über Sicherheitseigenschaften sowie Verletzungen von Regeln. Diese Fehler können für sich genommen jeweils als unbedeutend angesehen werden. Latente Fehler sind daher Indikatoren, die derartige Entwicklungen anzeigen.

Gerade im Konzept zur Verkehrsregelung und -lenkung sowie zur Verkehrs- und Fahrzeugtechnik im Endlager Konrad ist das Zusammenwirken der drei

Sicherheitskomponenten MTO essentiell. Die Untersuchung der geplanten Betriebsabläufe auf das Zusammenwirken dieser Sicherheitskomponenten unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus Ereignissen in vergleichbaren Anlagen (voreilende MTO-Analyse) kann einen erheblichen Sicherheitsgewinn bedeuten.

Gemäß dem aktuellen Stand von W&T ist die Grundlage für einen sicheren Betrieb von kerntechnischen Anlagen das sicherheitsgerichtete Zusammenwirken personeller, technischer und organisatorischer Faktoren. Zur Erfassung potentieller, sicherheitstechnischer Defizite wird eine ganzheitliche, voreilende MTO-Analyse der unter und übertägigen Betriebsabläufe empfohlen.

Weitere Ebenen werden betrachtet.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Bei der Planung und Durchführung der Tätigkeiten im Endlager Konrad sind alle Aspekte der Bereiche Mensch, Technik und Organisation sowie deren Zusammenwirken zu betrachten und entsprechende Maßnahmen festzulegen, um einen sicheren Betrieb zu ermöglichen und das Risiko eines Ereigniseintritts nach Ereignisanalyse (EU 228) weiter zu reduzieren. Es soll eine voreilende MTO-Analyse durchgeführt werden, die nach Möglichkeit nicht nur Ereignisse, die in der Ereignisanalyse genannt sind, umfasst, sondern sich auf den gesamten Betrieb des Endlagers erstreckt.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

BMU: Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle  
Stand: 30.09.2010

BMU: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand: 22. 11 2012

BfS: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II  
Schritt 1: Sicherheits- und Störfallanalyse, BfS-KZL: 9A/24000000/EA/E/0002/01, Stand:  
14.01.2011

DMT: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage Asse II  
Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 und Bewertung der Zustände  
von Kammern und Gebinden Hier: Technischer Bericht Allgemeine Beschreibung des  
Vorhabens, BfS-KZL: 9A/2340000/GHB/RZ/0063/00, Stand: 30.11.2015

DMT: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachanlage  
Asse II

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 65 von 155
		Stand: 06.03.2019

Schritt 3: Erprobung der fernbedienbaren Techniken durch Bergen von Abfällen/Gebinden aus den Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 Hier: Bericht Strahlenschutz  
BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0078/00, Stand 30.12.2016

IAEA: Safety Assessment for Facilities and Activities, General Safety Requirements – GSR – pt. 4, Vienna, 2009

IAEA: The Safety Case and Safety Assessment for the Disposal of Radioactive Waste SSG-23, Vienna, 2012

ISTec: Ermittlung der Quellterme für die radiologisch relevanten Störfälle bei der Stilllegung des ERAM, 2006

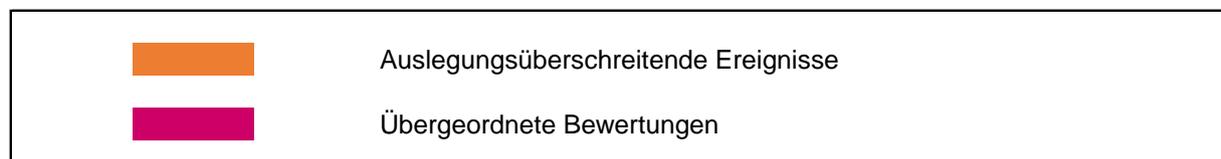
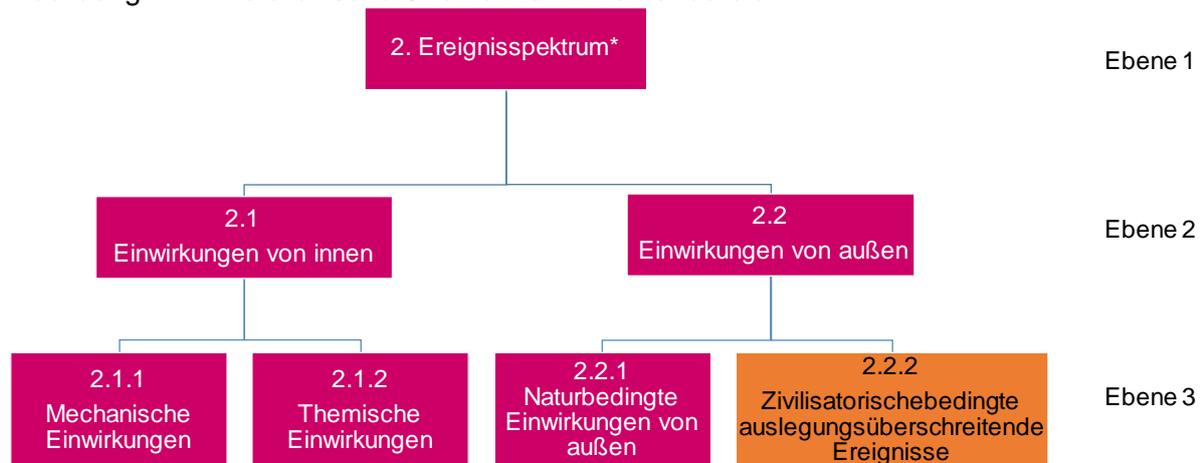
KTA 1402: Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken Fassung 2012-11

RSK: Verständnis der Sicherheitsphilosophie: Stellungnahme zur 460. Sitzung der RSK am 29.08.2013

## Anhang D: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 2 - Struktur des Ereignisspektrums

Der Themenbereich 2 umfasst die Struktur des Ereignisspektrums. Die folgende Abbildung zeigt die hierarchische Struktur des Ereignisspektrums. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung D-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 2



\* Das Formblatt 2 ist dem Anhang C angefügt

---

**Nummer:**

2.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 2

---

**Titel:**

Einwirkungen von innen

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 107.2, EU 228

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Die im Bericht EU 228 betrachteten Einwirkungen von innen auf das Endlager Konrad bei Normalbetrieb unterscheiden bei den Ereignissen zwischen mechanischen und thermischen Lastfällen. Die Einwirkungen von innen werden in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien (1983) analysiert und bewertet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Inhalte der Störfall-Leitlinien wurden fortgeschrieben und durch die „Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke“ abgelöst. Hieraus haben sich keine sicherheitstechnisch relevanten Änderungen für die Störfallanalyse ergeben.

Gemäß den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sind als Einwirkungen von innen in der Regel die folgenden drei Gruppen anlageninterner Ereignisse zu betrachten:

- mechanische Einwirkungen
- thermische Einwirkungen
- Ausfälle sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen wie z.B. Ausfall der Stromversorgung, leittechnischer Einrichtungen und Ausfall von Hebezeugen und Transportmitteln.

Im Bericht EU 228 werden die Ereignisse bewertet, die in der Betriebsphase der Schachanlage Konrad möglich sind.

Die mechanischen Einwirkungen aufgrund von anlageninternen Ereignissen werden in Form des Lastabsturzes aufgrund technischer Defekte an Hebezeugen und Transportmitteln bzw. aufgrund von Handhabungsfehlern berücksichtigt.

Die thermischen Einwirkungen werden in bei den verschiedenen Störfallszenarien durch die zusätzliche Berücksichtigung des Brandes bewertet.

Der anomale Betrieb, zu dem die Gruppe „Ausfälle sicherheitstechnisch wichtiger Einrichtungen wie z.B. Ausfall der Stromversorgung, leittechnischer Einrichtungen und Ausfall

von Hebezeugen und Transportmitteln“ gehört, wurde im Rahmen der Bewertung in der EU 228 nicht berücksichtigt, da die getroffenen Gegenmaßnahmen zur Beherrschung dieser anomalen Betriebszustände in der Schachanlage Konrad geeignet sind, sicherheitsrelevante Ereignisse zu vermeiden. Die Gegenmaßnahmen sind im Bericht EU 107.2 aufgeführt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung -Störfall-Leitlinien-, Stand 18. Oktober 1983

BMU: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 20. November 2012, BANz AT 24.01.2013 B3

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

**Nummer:**

2.1.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 11

**Titel:**

Mechanische Einwirkungen

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Bericht EU 228 werden die potentiellen Störfälle identifiziert, klassifiziert und zu Störfallgruppen zusammengefasst. Die Ermittlung der Störfälle orientiert sich an den Betriebsbereichen und Betriebsabläufen in der Schachtanlage Konrad sowie an den einzulagernden Abfallgebänden.

Die Auswirkungen der mechanischen Einwirkungen werden in den folgenden Betriebsbereichen der Schachtanlage Konrad separat untersucht:

- Übertägige Anlage
- Schachförderanlage
- Untertägige Anlage

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der aktuelle Stand von W&T wird zu dieser Thematik repräsentiert durch die ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013). Dementsprechend sind die folgenden mechanischen Einwirkungen zu betrachten:

- Absturz eines Abfallgebändes oder einer Großkomponente aus der maximal in Frage kommenden Höhe in der ungünstigsten Aufprallposition
- Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Abfälle bzw. Großkomponenten.

Beide Einwirkungen sind für die Schachtanlage Konrad betrachtet worden. Das Ereignisspektrum wurde für die mechanischen Einwirkungen vollständig betrachtet.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Weitere Ebenen werden betrachtet

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

**Nummer:**

2.1.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 8

**Titel:**

Thermische Einwirkungen

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Bericht EU 228 werden die potentiellen Störfälle identifiziert, klassifiziert und zu Störfallgruppen zusammengefasst. Die Ermittlung der Störfälle orientiert sich an den Betriebsbereichen und Betriebsabläufen in der Schachtanlage Konrad sowie an den einzulagernden Abfallgebinden.

Die Auswirkungen der thermischen Einwirkungen werden in den folgenden Betriebsbereichen der Schachtanlage Konrad separat untersucht:

- Übertägige Anlage
- Schachförderanlage
- Untertägige Anlage

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der aktuelle Stand von W&T wird zu dieser Thematik repräsentiert durch die ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013). Dementsprechend ist Folgendes zu bewerten:

- Betrachtung der maximalen stationären und temporären Brandlasten im Lager
- Analyse der möglichen Brände in der gesamten Einrichtung unter Berücksichtigung des Rückhaltevermögens der Abfallgebinde unter maßgeblicher Berücksichtigung der Brandzeit und -temperatur

Beide vorgenannten Aspekte sind für die Schachtanlage Konrad betrachtet worden. Das Ereignisspektrum wurde für die thermischen Einwirkungen vollständig betrachtet.

Die Auswirkungen von thermischen Einwirkungen wurden in weiteren untergeordneten Ebenen betrachtet. Die Deltas vom angemessenen Stand von W&T sind in den Formblättern 2.1.2.1, 2.1.2.2, 2.1.2.3, 2.1.2.5, 2.1.2.6 und 2.1.2.7 dokumentiert.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein: 

---

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

**Nummer:**

2.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 2

**Titel:**

Einwirkungen von außen

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

**Beschreibung der Aussagen:**

Die betrachteten Einwirkungen von außen auf das Endlager Konrad werden zwischen den naturbedingten (Hochwasser, Erdbeben und sonstige Einwirkungen von außen) und den zivilisatorisch bedingten Einwirkungen (Flugzeugabsturz, Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Explosionsdruckwelle) aufgeteilt.

Im Bericht EU 228 werden die Einwirkungen von außen standortspezifisch für die Schachanlage Konrad in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien (1983) bewertet.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Aufteilung der Einwirkungen von außen in natur- und zivilisatorisch bedingte Einwirkungen entspricht gemäß den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) dem aktuellen Stand von W&T.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Weitere Ebenen werden betrachtet

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein: **Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung -Störfall-Leitlinien-, Stand 18. Oktober 1983

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

---

**Nummer:**

2.2.1.

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 3

---

**Titel:**

Naturbedingte Einwirkungen von außen

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Zu den betrachteten Ereignissen durch naturbedingte Einwirkungen von außen auf das Endlager Konrad zählen Hochwasser, Erdbeben und sonstige Einwirkungen von außen.

Laut des Berichts EU 228 umfassen die sonstigen Einwirkungen von außen Ereignisse wie Blitzschlag, Wind, Eis und Schnee, äußere Brände und andere standortabhängige Einwirkungen von außen.

Im Bericht EU 228 werden die naturbedingten Einwirkungen von außen standortspezifisch für die Schachanlage Konrad in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien (1983) bewertet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sind die potentiellen Auswirkungen der naturbedingten Einwirkungen zu betrachten. Die naturbedingten Einwirkungen umfassen unter anderem Sturm, Regen, Schneefall, Frost, Blitzschlag, Hochwasser, Erdbeben und Erdbeben.

Gemäß den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (2015) sind Erdbeben einschließlich Schäden infolge eines Erdbebens, Überflutungen, extreme meteorologische Bedingungen und biologische Einwirkungen die zu betrachtenden naturbedingten Einwirkungen von außen. Die biologischen Einwirkungen umfassen unter anderem Muschelbewuchs, Anfall größerer Mengen von Algen, Fischen oder biologischem Treibgut sowie mikrobiologische Korrosion.

Betrachtungen zu den Auswirkungen von Erdbeben und biologischen Einwirkungen auf die Schachanlage Konrad liegen im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens nicht vor. Daraufhin kann die Vollständigkeit der betrachteten naturbedingten Einwirkungen von außen nicht bestätigt werden. Aufgrund der geographischen Lage der Schachanlage Konrad sind Einwirkungen durch Erdbeben jedoch nicht zu unterstellen. Biologische Einwirkungen sind im Rahmen des Betriebes der Schachanlage Konrad nicht relevant, da diese sich vor allem auf sicherheitsrelevante aktive technische Systeme wie Kühlsysteme oder Notstromanlagen beziehen. Einwirkungen auf solche Einrichtungen sind im Rahmen der Störfallanalyse für die Schachanlage Konrad nicht relevant, da keine sicherheitstechnisch bedeutsamen Folgewirkungen zu besorgen sind.

*Hinweis*

Es wird empfohlen, die biologischen Einwirkungen als Bestandteil des Ereignisspektrums mit aufzunehmen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

Nicht berücksichtigte Szenarien

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

**Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung -Störfall-Leitlinien-, Stand 18. Oktober 1983

BMUB: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand 03. März 2015

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

**Nummer:**

2.2.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Zivilisatorisch bedingte auslegungsüberschreitende Ereignisse

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

**Beschreibung der Aussagen:**

Im PFB wird festgestellt, dass die Ereignisse Flugzeugabsturz, Einwirkungen gefährlicher Stoffe und Explosionsdruckwelle von außen auf die Schachanlage Konrad aufgrund des geringen Risikos im Sinne der Störfall-Leitlinien nicht zu den Auslegungsstörfällen gezählt werden. Der Antragsteller hat stellvertretend für seltene Ereignisse eine Untersuchung zur Beurteilung der Auswirkungen eines Flugzeugabsturzes auf das Schachtgelände Konrad 2 vorgelegt. In dieser Untersuchung wird der Absturz von schnellfliegenden Militärmaschinen, von Luftfahrzeugen und Drehflüglern behandelt. Nach dieser probabilistischen Untersuchung hält er keine Maßnahmen für erforderlich, die für eine weitere Risikominimierung sinnvoll sind.

Der von der Planfeststellungsbehörde hinzugezogene Sachverständige hat in seiner deterministischen Analyse die möglichen radiologischen Auswirkungen eines unterstellten Flugzeugabsturzes auf die Tagesanlagen an Schacht Konrad 2 untersucht. In einer weiteren ergänzenden Untersuchung hat der Sachverständige unabhängig von den Regelungen zur Störfallanalyse auch die möglichen radiologischen Auswirkungen des Absturzes eines vollgetankten zivilen Großflugzeuges mit vier Triebwerken auf die Pufferhalle ermittelt. Der Sachverständige bestätigt die Einstufung als auslegungsüberschreitendes Ereignis und errechnet, dass im Falle eines Flugzeugabsturzes keine Maßnahmen im Sinne der Rahmenempfehlungen zum Katastrophenschutz zu ergreifen und insofern auch keine weiteren, risikominimierenden Maßnahmen erforderlich sind.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Für die Durchführung der Störfallanalyse für die Schachanlage Konrad gibt es bis heute kein eigenständiges Regelwerk. Der Antragsteller hat sich daher im Planfeststellungsverfahren an die zu dieser Zeit allgemein übliche Vorgehensweise gehalten d.h. sich an den Störfall-Leitlinien für Kernkraftwerke und an den Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk (beide aus 1983) orientiert.

Mittlerweile sind die Grundlagen für Störfallanalysen weiterentwickelt worden. In ihrer Stellungnahme zum Verständnis der Sicherheitsphilosophie hat die RSK in 2013 eine in sich konsistente, aktuelle Interpretation der Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke und den darauf aufbauenden Regelwerken wie die Störfall-Leitlinien und die 2012 veröffentlichten Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke gegeben. Danach werden solche seltenen Ereignisse der Sicherheitsebene 4 (auslegungsüberschreitende Ereignisse) zugeordnet, wenn eine Eintrittswahrscheinlichkeit von weniger als  $10^{-5}/a$  vorliegt. Auch auf Basis dieser RSK-

Empfehlung sind die Ereignisse Flugzeugabsturz, Einwirkungen gefährlicher Gase und Explosionsdruckwelle von außen weiterhin als auslegungsüberschreitende Ereignisse einzustufen.

In den Störfall-Leitlinien des BMI (1983), in den RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren (1996) sowie in den Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle (BMU 2010, hier Kap. 8.1) wird gefordert, dass für auslegungsüberschreitende Ereignisse zu bewerten ist, ob Maßnahmen zur Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. zur Reduzierung ihrer Auswirkungen sinnvoll sind. Die im PFB hierzu aufgeführte Bewertung des Sachverständigen erfüllt auch die aktuellen Bedingungen der im Kap. 8.1 getroffenen Sicherheitsanforderungen des BMU.

Auch die ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) zählen Ereignisse wie Flugzeugabsturz, Explosionsdruckwelle und das Eindringen toxischer Stoffe zu den auslegungsüberschreitenden Ereignissen. Somit erfüllen die im PFB aufgeführten Bewertungen auch die in der ESK-Leitlinien genannten Anforderungen bezüglich der auslegungsüberschreitenden Ereignisse.

Aktuell durchgeführte Störfallanalysen für die Schließung des Endlagers ERAM von 2006 und für die Faktenerhebung bei der Schachtanlage Asse II jeweils für Schritt 1, 2 und 3 repräsentieren den aktuellen Stand von W&T. In diesen Verfahren wurde dieselbe Vorgehensweise verwendet. Weitergehende Untersuchungen werden daher nicht als erforderlich angesehen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

### **Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28.3 StrlSchV – Störfall-Leitlinien vom 18.10.1983

RSK: RSK-Leitlinien für Druckwasserreaktoren, letzter Stand BANz vom 15.11.1996

BMU: Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnde radioaktive Abfälle, Stand September 2010

ESK: ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Revidierte Fassung vom 10.06.2013

RSK: Verständnis der Sicherheitsphilosophie, RSK-Stellungnahme zur 460. Sitzung der RSK am 29.08.2013, veröffentlicht im BANz am 05.12.2013

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 78 von 155
		Stand: 06.03.2019

ISTec: Ermittlung der Quellterme für die radiologisch relevanten Störfälle bei der Stilllegung des ERAM, 2006

BfS: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Schritt 1: Sicherheits- und Störfallanalyse, BfS-KZL: 9A/24000000/EA/E/0002/01, Stand: 14.01.2011

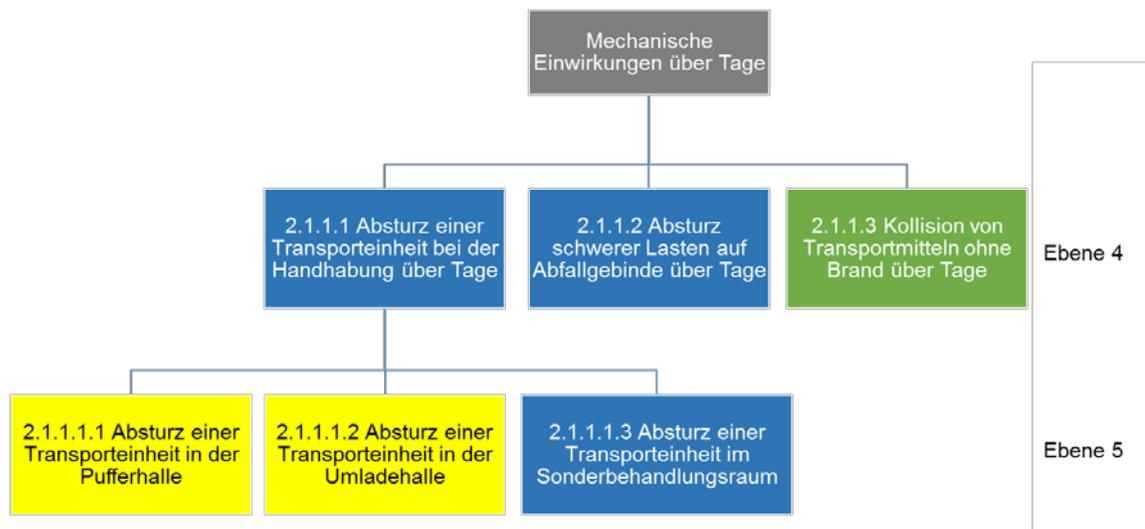
DMT: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Schritt 2: Öffnen der Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 und Bewertung der Zustände von Kammern und Gebinden Hier: Technischer Bericht Allgemeine Beschreibung des Vorhabens, BfS-KZL: 9A/2340000/GHB/RZ/0063/00, Stand: 30.11.2015

DMT: Faktenerhebung zur Rückholung der radioaktiven Abfälle aus der Schachtanlage Asse II Schritt 3: Erprobung der fernbedienbaren Techniken durch Bergen von Abfällen/Gebinden aus den Einlagerungskammern 7/750 und 12/750 Hier: Bericht Strahlenschutz BfS-KZL: 9A/23400000/GHB/RZ/0078/00, Stand 30.12.2016

## Anhang E: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 3 - mechanische Einwirkungen über Tage

Der Themenbereich 3 umfasst die mechanischen Einwirkungen unter Tage. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung E-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 3



	Bewertung der Strahlenexposition
	Ausschluss durch Vorsorgemaßnahmen
	Ermittlung des Freisetzunganteils bzw. des Energieeintrages
	Zwischenüberschrift zur Gliederung

---

**Nummer:**

2.1.1.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 3

---

**Titel:**

Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Für folgende Störfallgruppen der übertägigen mechanischen Einwirkungen wird im Bericht EU 228 ein Vergleich des massenspezifischen Energieeintrages durchgeführt:

- Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
- Kollision von Transportmitteln ohne Brand

Aus dem massenspezifischen Energieeintrag ergibt sich für die Störfallgruppe „Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung“ der höchste Energieeintrag in das Abfallgebände. Diese wird daher als abdeckender mechanischer Störfall für den übertägigen Bereich verwendet. Die maximale Absturzhöhe beträgt aufgrund einer Hubhöhenbegrenzung der Krananlagen und der Abmessungen der Transporteinheiten 3 m. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit beträgt 8 m/s.

Die thermischen Einwirkungen auf die Abfallgebände über Tage werden aufgrund der Ergebnisse einer Störfallanalyse der Klasse 2 zugeordnet. Der Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung ist daher der abdeckende Störfall über Tage.

Der Absturz einer Transporteinheit verbunden mit einer Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Pufferhalle, in der Umladehalle und im Sonderbehandlungsraum wird untersucht. In anderen Räumen werden radioaktive Abfallgebände nicht angehoben.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der aktuelle Stand von W&T wird zu dieser Thematik repräsentiert durch die ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013). Dementsprechend sind die folgenden mechanischen Einwirkungen zu betrachten:

- Absturz eines Abfallgebändes oder einer Großkomponente aus der maximal in Frage kommenden Höhe in der ungünstigsten Aufprallposition
- Herabstürzen der größten in Frage kommenden Last auf die Abfälle bzw. Großkomponenten.

Beide Einwirkungen sind für die Schachtanlage Konrad betrachtet worden. Diese Vorgehensweise entspricht damit dem aktuellen Stand von W&T.

Im Detail werden diese Ereignisse in den Bewertungsformblättern 2.1.1.1.1 bis 2.1.1.1.3 bewertet.

Die Aussage, dass aufgrund des massenspezifischen Energieeintrages der Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung der abdeckende Störfall ist, ist weiterhin zutreffend.

Die thermischen Einwirkungen werden im Abschnitt 2.1.2 (siehe Formulare 2.1.2.1 bis 2.1.2.8) bewertet.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

---

**Nummer:**

2.1.1.1.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Absturz einer Transporteinheit in der Pufferhalle

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 324, EU 208, EU 010.2, EU 165.1, EU 265, EU 371

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Beim Absetzen bzw. Aufnehmen von Transporteinheiten/Abfallgebinden mittels Seitenstapelfahrzeug (Ereignis Nr. 33) kommt es infolge eines Handhabungsfehlers bzw. eines technischen Defektes am Seitenstapelfahrzeug zum Absturz der Abfallgebinde auf den Hallenboden oder auf ein abgestelltes Gebinde. Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen anlagentechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Die Auslegungsanforderungen an das Seitenstapelfahrzeug werden in den Berichten EU 324 und EU 208 dargelegt.

Im Bericht EU 010.2 wird die Herangehensweise für die Quelltermbestimmung bei mechanischer Beaufschlagung dargestellt. Dazu wurden Experimente zur Bestimmung des in die Luft freigesetzten Aktivitätsanteils durchgeführt. Ein mit verschiedenen Substanzen gefüllter Behälter wurde aus unterschiedlichen Höhen jeweils mit und ohne Ventilation fallengelassen. In der Pufferhalle kann aufgrund der geringen Luftwechselzahl der Einfluss einer Ventilation auf die Freisetzung vernachlässigt werden. Im Bericht EU 010.2 wurde festgehalten, dass die Freisetzungssanteile für mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde aus den in EU 165.1 experimentell ermittelten Freisetzungssanteilen aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern übertragen wurden.

Im Bericht EU 265 wird auf Basis der ermittelten Freisetzungssanteile sowie der berücksichtigten Rückhalteprozesse der Quellterm der atmosphärischen Freisetzung beim Lastabsturz in der Pufferhalle ermittelt und mit dem Quellterm beim Lastabsturz in der Umladehalle verglichen. Es wird dargelegt, dass die über den Kamin freigesetzten Freisetzungssanteile beim Störfall in der Pufferhalle höher liegen.

Die radiologischen Folgen beim Absturz einer Transporteinheit in der Pufferhalle werden im Bericht EU 371 berechnet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Im Bericht EU 228 Anhang II wurde das Ereignis zum Absturz einer Transporteinheit in der Pufferhalle aus 3 m Höhe der Klasse 2 (Nr. 33) zugeordnet. Obwohl das Ereignis durch Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden kann, wurde die Strahlenexposition ermittelt.

Die Berechnung der Strahlenexposition für ein Ereignis der Klasse 2 entspricht nicht der grundsätzlichen Herangehensweise der durchgeführten Störfallanalyse. Die Berechnung zeigte, dass das Ereignis Absturz einer Transporteinheit bei der Handhabung in der Pufferhalle durch die untertägigen Ereignisse abgedeckt ist.

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sind für die Transporteinrichtungen keine über die Anforderungen der KTA-Regel 3902 Abschnitt 3 (1999, Änderungsentwurf 2010) hinausgehende Anforderungen zu stellen. Des Weiteren sind regelmäßige Wartungen an den Transporteinrichtungen durchzuführen. Das Seitenstapelfahrzeug entspricht den betrieblichen, sicherheitstechnischen und strahlenschutzspezifischen Anforderungen. Damit ist die Klassifizierung des Ereignisses Nr. 33 zur Klasse 2 zutreffend.

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Damit kann die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile als konservativ angesehen werden. Bezüglich der Ermittlung von Freisetzungsteilen bei mechanischen Einwirkungen gab es eine Weiterentwicklung des Standes von W&T, der durch die Transportstudie Konrad (2009) abgebildet ist. Die Entwicklung wurde dahingehend vorangetrieben, dass Konservativitäten abgebaut werden konnten. Während in der Unterlage EU 165.1 ein Freisetzungsteil im Bereich von  $1E-4$  bis  $9E-4$  für mit 1 kg Kieselgur gefüllte Behälter bestimmt wurde, beschreibt die Transportstudie Konrad bei gleichen Lastannahmen einen Freisetzungsteil von  $5E-6$  aus Abfallbehältern (BK1, entspricht bei einer Fallhöhe von 3 m einer Aufprallgeschwindigkeit von ca. 28 km/h).

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 33 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von W&T nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

Neue Entwicklungen betreffend Analysemethoden

---

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Die bisherige Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile kann als sehr konservativ angesehen werden. Damit ist eine neue Ermittlung der Freisetzungsteile nicht erforderlich.

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 33 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

GRS: Transportstudie Konrad 2009, Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-256, Stand Dezember 2009 mit Corrigendum von April 2010

KTA 3902: Auslegung von Hebezeugen in Kernkraftwerken, Fassung Juni 1999, Änderungsentwurf November 2010

**Nummer:**

2.1.1.1.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Absturz einer Transporteinheit in der Umladehalle

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 010.2, EU 165.1, EU 265, EU 371

**Beschreibung der Aussagen:**

Dieses Ereignis geht von folgendem Szenario aus: Der Absturz von Containern oder Tausch-/Transportpaletten mit Abfallgebinden von Transportmitteln oder Umschlagseinrichtungen (z. B. Kran) auf den Hallenboden. Der auslösende Ereignisvorgang ist entweder auf einen Handhabungsfehler oder auf einen technischen Defekt an der Krananlage, an den Anschlagpunkten von Containern und Tausch-/Transportpaletten bzw. an Querverschubanlage zurückzuführen. Im Bericht EU 228 werden die Ereignisse identifiziert, die zum Absturz von Transporteinheiten in der Umladehalle führen können.

Beim Ereignis Nr. 17 kommt es beim Transport einer Tausch-/Transportpalette bzw. eines Containers mittels Plateauwagen zum Absturz der Abfallgebinde auf den Boden infolge des Entgleisens in der Querverschubanlage. Das Ereignis wird der Klasse 1 zugeordnet. Die maximale Absturzhöhe beträgt 1 m. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit beträgt 4,5 m/s.

Bei den Ereignissen Nr. 14 und 20 kommt es beim Anheben einer Transporteinheit bzw. beim Umladen einer Transporteinheit vom Transportmittel auf den Plateauwagen zum Absturz der Tausch-/Transportpalette bzw. des Containers auf den Boden. Die Ereignisse werden der Klasse 1 zugeordnet. Die maximale Absturzhöhe beträgt 3 m. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit beträgt 8 m/s. Diese Ereignisse stellen den abdeckenden mechanischen Störfall über Tage dar.

Im Bericht EU 010.2 wird die Herangehensweise für die Quelltermbestimmung bei mechanischer Beaufschlagung dargestellt. Dazu wurden Experimente zur Bestimmung des in die Luft freigesetzten Aktivitätsanteils durchgeführt. Ein mit 1 kg Kieselgur gefüllter Behälter wurde aus unterschiedlichen Höhen jeweils mit und ohne Ventilation fallengelassen. In der Umladehalle kann aufgrund der geringen Luftwechselzahl der Einfluss einer Ventilation auf die Freisetzung vernachlässigt werden. Im Bericht EU 010.2 wurde festgehalten, dass die Freisetzungsteile für mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde aus den in EU 165.1 experimentell ermittelten Freisetzungsteilen (Verwendung von 1 kg Kieselgur bei Absturzversuchen) übertragen wurden.

Im Bericht EU 265 wird auf Basis der ermittelten Freisetzungsteile sowie der berücksichtigten Rückhalteprozesse der Quellterm der atmosphärischen Freisetzung beim Lastabsturz in der Pufferhalle ermittelt und mit dem Quellterm beim Lastabsturz in der

Umladehalle verglichen. Es wird dargelegt, dass die über den Kamin freigesetzten Freisetzungsteile beim Störfall in der Pufferhalle höher liegen.

Die radiologischen Folgen beim Absturz einer Transporteinheit in der Umladehalle werden im Bericht EU 371 berechnet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Damit kann die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile als sehr konservativ angesehen werden. Bezüglich der Ermittlung von Freisetzungsteilen bei mechanischen Einwirkungen gab es eine Weiterentwicklung des Standes von W&T, der durch die Transportstudie Konrad (2009) abgebildet ist. Die Entwicklung wurde dahingehend vorangetrieben, dass Konservativitäten abgebaut werden konnten.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist bei den Ereignissen 14 und 20 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von W&T nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Neue Entwicklungen betreffend Analysemethoden

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Die bisherige Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile kann als sehr konservativ angesehen werden. Damit ist eine neue Ermittlung der Freisetzungsteile nicht erforderlich.

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse sind auch die hier untersuchten Ereignisse 14 und 20 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

GRS: Transportstudie Konrad 2009, Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-256, Stand Dezember 2009 mit Corrigendum von April 2010



**Überprüfung der sicherheitstechnischen  
Anforderungen des Endlagers Konrad  
(ÜsiKo) – Los I**

Seite: 87 von 155

Stand: 06.03.2019

---

**Nummer:**

2.1.1.1.3

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Absturz einer Transporteinheit im Sonderbehandlungsraum

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 265, EU 010.2, EU 165.1

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Das Ereignis „Absturz einer Transporteinheit im Sonderbehandlungsraum“ (Ereignis Nr. 21 aus EU 228 Anhang II) wurde der Ereignisklasse 1 zugeordnet. Das Ereignis wurde im Rahmen der Störfallanalysen aufgrund der besonderen Lüftungssituation separat bewertet.

Bei diesem Ereignis resultiert aufgrund der geringeren maximalen Absturzhöhe von 1,4 m im Vergleich zu 3 m in der Umlade-/Pufferhalle ein geringerer Energieeintrag auf das Abfallgebände. Dennoch wurde das Ereignis im Rahmen des Berichtes EU 265 gesondert bewertet, da durch die hohe Luftwechselzahl im Sonderbehandlungsraum ein Partikelmitriss durch die Lüftungsströmung berücksichtigt wurde.

Im Bericht EU 010.2 wurde festgehalten, dass die Freisetzungsteile für mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände aus den in EU 165.1 experimentell ermittelten Freisetzungsteilen aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern übertragen wurden.

Im Bericht EU 265 wurde auf Basis der ermittelten Freisetzungsteile sowie der berücksichtigten Rückhalteprozesse der Quellterm der atmosphärischen Freisetzung ermittelt und mit den Quelltermen der radiologisch repräsentativen Störfälle über Tage verglichen, um darzulegen, dass letztere bezüglich radiologischer Auswirkungen abdeckend sind.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebände führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Damit kann die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile als sehr konservativ angesehen werden. Bezüglich der Ermittlung von Freisetzungsteilen bei mechanischen Einwirkungen gab es eine Weiterentwicklung des Standes von W&T, der durch die Transportstudie Konrad (2009) abgebildet ist. Die Entwicklung wurde dahingehend vorangetrieben, dass Konservativitäten abgebaut werden konnten. Während in der Unterlage EU 165.1 ein Freisetzungsteil im Bereich von  $1E-4$  bis  $9E-4$  für mit 1 kg Kieselgur gefüllte Behälter bestimmt wurde, beschreibt die Transportstudie Konrad bei gleichen Lastannahmen einen Freisetzungsteil von  $5E-6$  aus Abfallbehältern (BK1, entspricht bei einer Fallhöhe von 3 m einer Aufprallgeschwindigkeit von ca. 28 km/h).

Es ist davon auszugehen, dass diese Verminderung des Freisetzunganteils auch für die maßgeblichen Ventilationsbedingungen im Sonderbehandlungsraum gelten.

Die Aussage, dass der Absturz einer Transporteinheit im Sonderbehandlungsraum durch den Absturz einer Transporteinheit in der Umlade-/Pufferhalle abgedeckt ist, ist weiterhin gültig.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 21 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von W&T nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzunganteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebände führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzunganteile. Die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzunganteile kann als sehr konservativ angesehen werden. Damit ist eine neue Ermittlung der Freisetzunganteile nicht erforderlich.

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 21 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

GRS: Transportstudie Konrad 2009, Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-256, Stand Dezember 2009 mit Corrigendum von April 2010

---

**Nummer:**

2.1.1.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Analyse der Handhabungsvorgänge werden Hebevorgänge mit schweren Lasten gesondert betrachtet, um Lastabsturzscenarien mit potenziellen Aktivitätsfreisetzungen zu ermitteln. Im Bericht EU 228 werden alle Szenarien identifiziert, welche potenziell zum Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebinde führen können. Die Szenarien werden den entsprechenden Ereignisklassen zugewiesen. Folgende Absturzscenarien werden identifiziert:

Ereignis Nr. 8: Bei der Einfahrt von LKW/Waggon in die Trocknungsanlage führt ein technischer Defekt an den Befestigungseinrichtungen zum Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde. Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen technischen Auslegung der Befestigungseinrichtungen der Klasse 2 zugeordnet.

Ereignis Nr. 12: Beim Entladevorgang in der Umladehalle kommt es infolge eines Handhabungsfehlers bzw. eines technischen Defektes an der Krananlage bzw. an den Lastanschlagpunkten der LKW-Haube zu einem Absturz einer LKW-Haube auf Abfallgebinde. Die Masse der LKW-Haube beträgt ca. 1.000 kg. Die maximale Fallhöhe beträgt 2 m. Das Ereignis wird der Klasse 1 zugewiesen.

Ereignis Nr. 16: In der Umladehalle kommt es infolge eines technischen Defektes an der Befestigung von Beleuchtungseinrichtungen zum Absturz derartiger Lasten auf Abfallgebinde. Das Ereignis wird aufgrund der Auslegung der Befestigungseinrichtungen der Klasse 2 zugewiesen.

Ereignis Nr. 18: Bei der Kontaminationsmessung in der Umladehalle kommt es infolge eines technischen Defektes an den Gebindeeingangskontrolleinrichtungen zum Absturz von Anlagenteilen der Gebindeeingangskontrolleinrichtungen auf Abfallgebinde. Die abstürzende Masse beträgt ca. 1.000 kg. Die maximale Fallhöhe beträgt 1 m. Das Ereignis wird der Klasse 1 zugewiesen.

Ereignis Nr. 19: In der Umladehalle kommt es bei der Gebindeeingangskontrolle von Abfallgebinden zu einer spontanen Druckentlastung der Zählgasflaschen. Die unter einem Druck von 200 bar stehende Zählgasflasche prallt auf die Abfallgebinde. Das Ereignis wird aufgrund anlagentechnischer Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet.

Ereignis Nr. 23: Im Sonderbereich kommt es infolge eines technischen Defektes an der Befestigung von Beleuchtungseinrichtungen zum Absturz derartiger Lasten auf gelagerte Abfallgebinde. Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen technischen Auslegung der Befestigungseinrichtungen der Klasse 2 zugeordnet.

Ereignis Nr. 35: In der Pufferhalle kommt es infolge eines technischen Defektes an der Befestigung von Beleuchtungseinrichtungen zum Absturz derartiger Lasten auf Abfallgebinde. Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen technischen Auslegung der Befestigungseinrichtungen der Klasse 2 zugeordnet.

Entlang der Fahrstrecke der LKW zur Umladehalle und bei der Durchfahrt der Umladeanlagen wird das Gebäude an möglichen Kollisionsorten gegen Anpralllasten ausgelegt. Diese Schutzvorkehrung wird auch für die Fahrstrecke des Seitenstapelfahrzeugs getroffen.

Das Ereignis Nr. 12 ist aufgrund des Energieeintrages auf das Abfallgebinde das abdeckende Ereignis der Störfallgruppe „Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde“.

Im Bericht EU 228 wird ein Vergleich des massenspezifischen Energieeintrages zwischen den Störfallgruppen „Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde“ (gemäß Ereignis Nr. 12), „Absturz eines Abfallgebundes bei der Handhabung“ und „Kollision von Transportmitteln ohne Brand“ durchgeführt. Aus dem massenspezifischen Energieeintrag wird abgeleitet, dass der Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde durch den Absturz eines Abfallgebundes aus 3 m Höhe abgedeckt ist. Eine radiologische Bewertung für den Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde ist daher nicht erforderlich.

Im Planfeststellungsbeschluss wird beschrieben, dass bei Stapelvorgängen in der Pufferhalle eine Transporteinheit auf eine zweite Transporteinheit stürzen kann. Es wird dort die Aussage getroffen, dass wegen der dann geringeren Absturzhöhe mit geringeren Auswirkungen als beim Absturz aus 3 m Höhe zu rechnen ist.

---

#### **Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der aktuelle Stand von W&T wird repräsentiert durch die ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013). Dementsprechend wird explizit gefordert, dass der Absturz der größten in Frage kommenden Last auf Abfallgebinde betrachtet werden muss.

Die obengenannte Aussage bezüglich des Absturzes einer Transporteinheit auf eine zweite Transporteinheit ist nicht ausreichend belegt.

Aufgrund der geringeren Fallhöhe von ca. 1,50 m beim Absturz einer Transporteinheit auf eine weitere (jeweils Konrad-Container Typ I/IV) ist der Gesamtenergieeintrag deutlich geringer als beim Gebindeabsturz aus 3 m Höhe. Des Weiteren verteilt sich dieser reduzierte Energieeintrag auf beide Behälter. Hieraus resultiert ein jeweiliger Freisetzunganteil aus beiden betroffenen Transporteinheiten und somit auch eine jeweilige Aktivitätsfreisetzung, die aufsummiert geringer ist als die Aktivitätsfreisetzung aus dem Fall aus 3 m Höhe. Das Ereignis „Absturz einer Transporteinheit auf eine weitere Transporteinheit“ ist somit aufgrund der geringeren Fallhöhe durch den Fall aus 3 m Höhe abgedeckt.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 12 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von W&T

nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Zweifel an der Folgerichtigkeit eines Argumentationsschrittes

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 12 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

---

**Nummer:**

2.1.1.3

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Kollision von Transportmitteln ohne Brand über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 324, EU 208

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Bericht EU 228 werden die Szenarien identifiziert, welches potentiell zur Kollision von Transportmitteln führen kann. Folgende Szenarien werden betrachtet:

- Bei den Ereignissen Nr. 1, 4, 9, 24, 26, 28 und 30 wird angenommen, dass ein Transportmittel infolge eines technischen Defektes am Transportmittel bzw. eines Fahrfehlers mit einem Hindernis, z.B. mit anderen Transporteinrichtungen, mit abgestellten Abfallgebinden oder mit einer Wand, kollidiert. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit in der Umladehalle beträgt 4 m/s und in der Pufferhalle 2 m/s.
- Beim Ereignis Nr. 13 kommt es beim Umladen einer Tausch-/Transportpalette bzw. eines Containers vom Transportmittel auf den Plateauwagen infolge Handhabungsfehlers bzw. eines technischen Defektes an der Krananlage zum Pendeln des Abfallgebindes mit darauf folgendem Anstoß an Gebäude- bzw. Kranteile.

Alle zuvor genannten Ereignisse werden aufgrund der getroffenen technischen und administrativen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Unter anderem werden die folgenden Vorsorgemaßnahmen getroffen:

- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit auf dem Anlagengelände bei der Anlieferung von Abfallgebinden mit Lastkraftwagen (LKW) oder mit Waggons auf der Schiene.
- Begrenzung der Fahrgeschwindigkeit des Seitenstapelfahrzeugs und des Plateauwagens.
- Errichtung von fernbedienbaren Schranken an wichtigen Kreuzungspunkten.
- Verriegelungen und organisatorische Maßnahmen sind zur Verhinderung von Kollisionen am Kran hängender Transporteinheiten mit vorüberfahrenden LKW vorgesehen.
- Durch Abstandssicherheitseinrichtungen werden Kollisionen der beiden Kräne in der Umladehalle vermieden.
- Weitere Maßnahmen zur Verkehrslenkung über Tage sind im Bericht EU 208 beschrieben.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Im PFB zugrunde gelegten Stand von Wissenschaft und Technik (die Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, die Störfall-Leitlinien und die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk) wurde keine Aussage über Kollisionen von Transportmitteln getroffen.

Anforderungen zur Beherrschung von Kollisionen von Fahrzeugen werden in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (2015) Abschnitt 3.2.7 (1) getroffen. Hierbei wird gefordert, dass sicherheitstechnisch wichtige bauliche Anlagenteile, Systeme und Komponenten auf dem Anlagengelände so auszulegen sind, dass sie durch Kollisionen mit Fahrzeugen auf dem Anlagengelände in ihrer sicherheitstechnischen Funktion nicht beeinträchtigt werden. Darüber hinaus ist laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) der Anprall von Lasten bei Transportvorgängen bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen.

Vorsorgemaßnahmen zur Beherrschung von Kollisionen von Fahrzeugen mit sicherheitstechnisch wichtigen baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten sind umgesetzt. Deshalb sind die Anforderungen als erfüllt zu betrachten.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist bei den Ereignissen 1, 4, 9, 13, 24, 26, 28 und 30 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

Neue Entwicklungen betreffend Analysemethoden

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse sind auch die hier untersuchten Ereignisse zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

**Literatur:**

BMUB: Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Stand 21. Oktober 1977

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 95 von 155
		Stand: 06.03.2019

BMUB: Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk, Stand 20. April 1983

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung -Störfall-Leitlinien-, Stand 18. Oktober 1983

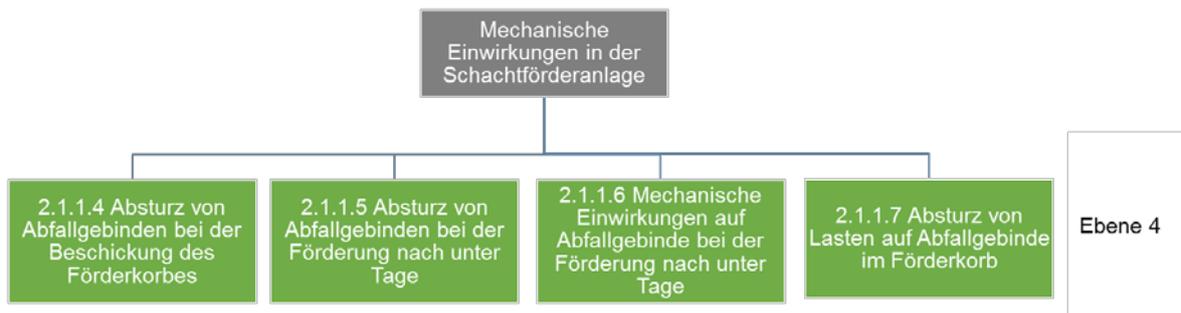
ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

BMUB: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand 03. März 2015

## Anhang F: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 4 - mechanische Einwirkungen in der Schachtförderanlage

Der Themenbereich 4 umfasst die mechanischen Einwirkungen in der Schachtförderanlage. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung F-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 4



Ausschluss durch Vorsorgemaßnahmen



Zwischenüberschrift zur Gliederung

**Nummer:**

2.1.1.4

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 024, EU 208, EU 228, EU 324, EU 409

**Beschreibung der Aussagen:**

Bei der Beschickung des Förderkorbes kommt es aufgrund eines technischen Defektes am Beschickungs- und Verriegelungssystem des Förderkorbes bzw. aufgrund eines Handhabungsfehlers zum Absturz des beladenen Plateauwagens in den Schacht (Ereignis Nr. 39). Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen anlagentechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Die Auslegungsanforderungen an die Beschickungsanlage werden in den Berichten EU 208 und EU 409 dargelegt. Die Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung des Ereignisses 39 sind in der Unterlage EU 024 beschrieben.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 39 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Als weitere Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 39 ein technischer Defekt am Beschickungs- und Verriegelungssystem des Förderkorbes genannt. Die Maßnahmen zur Vermeidung des technischen Versagens am Beschickungs- und Verriegelungssystem des Förderkorbes, die zu einem Absturz des mit Abfallgebinden beladenen Förderkorbes führen, entsprechen aufgrund der Auslegung der Schachtförderanlage nach den „Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen“ (TAS) dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik.

Weiterhin unterliegt die Schachtförderanlage vor der Inbetriebnahme einer Abnahme durch die zuständige bergrechtliche Aufsichtsbehörde. In diesem Rahmen wird sichergestellt, dass die Schachtförderanlage dem aktuellen Stand der „Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS)“ entspricht (EU 409), insbesondere den aktuellen „Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen“ (TAS).

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 39 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS), Stand: Dezember 2005

Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS) vom 15.10.2003

**Nummer:**

2.1.1.5

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach unter Tage

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 024, EU 208, EU 228, EU 324, EU 409

**Beschreibung der Aussagen:**

Bei der Förderung von Abfallgebinden nach unter Tage kommt es aufgrund eines technischen Defektes im System der Schachtförderanlage zum Absturz des Förderkorbes im Schacht (Ereignis Nr. 42). Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen anlagentechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Die Auslegungsanforderungen an die Schachtförderanlage werden in den Berichten EU 208 und EU 409 dargelegt. Die Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung des Ereignisses 42 sind in der Unterlage EU 024 beschrieben.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist beim Ereignis 42 ein technischer Fehler im System der Schachtförderanlage genannt. Die Maßnahmen zur Vermeidung des technischen Versagens an Teilen der Schachtförderanlage, die zu einem Absturz des mit Abfallgebinden beladenen Förderkorbes führen, entsprechen aufgrund der Auslegung der Schachtförderanlage nach dem jeweils gültigen Stand der "Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen" (TAS) dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik. Weiterhin unterliegt die Schachtförderanlage vor der Inbetriebnahme einer Abnahme durch die zuständige bergrechtliche Aufsichtsbehörde. In diesem Rahmen wird sichergestellt, dass die Schachtförderanlage dem aktuellen Stand der „Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS) entspricht (EU 409), insbesondere den aktuellen „Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen“ (TAS).

In den Jahren seit Erstellung des PFB kam es zu keinen Abstürzen von Förderkörben aufgrund des alleinigen technischen Versagens der Seile. Die bisher aufgetretenen Seilrisse waren immer Folgeschäden vorausgehender Ereignisse. Die in der Unterlage EU 238 genannten Zahlen zur Wahrscheinlichkeit des Absturzes eines Förderkorbes sind weiterhin gültig und konservativ. Damit ist der Absturz des Förderkorbes weiterhin dem Restrisiko zuzuordnen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS), Stand: Dezember 2005

---

**Nummer:**

2.1.1.6

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde bei der Förderung nach unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 024, EU 208, EU 228, EU 324, EU 316, EU 409

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Bei der Förderung von Abfallgebinden nach unter Tage kommt es aufgrund eines technischen Defektes im System der Schachtförderanlage oder aufgrund eines Fahrfehlers aufgrund infolge eines technischen Defektes im System der Schachtförderanlage oder eines Fahrfehlers zu mechanischen Einwirkungen auf Abfallgebinde. Dabei werden drei Ereignisse (Ereignisse 40, 41 und 43) unterschieden: Das Ereignis 40 beschreibt das Übertreiben und Festsetzen des Förderkorbes in der SELDA-Anlage. Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen anlagentechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 1 zugeordnet. Die mechanische Belastung der Abfallgebinde beim Abbremsvorgang ist kleiner als die Druckkräfte, die bei dreilagiger Stapelung von Abfallgebinden auftreten.

Das Ereignis 41 beschreibt das schwere Übertreiben des Förderkorbes und dessen damit verbundenen Aufprall im Schachtsumpf. Aufgrund der Ausrüstung der Schachtförderanlage mit einer SELDA-Anlage und Fangklinken im Fördergerüst für die Aufnahmen des Förderkorbes bzw. des Gegengewichtes sind Vorsorgemaßnahmen gegen das schwere Übertreiben getroffen und der daraus folgende Absturz eines Abfallgebindes im Schacht wird vermieden.

Das Ereignis 43 beschreibt die Kollision des Förderkorbes mit Schachteinbauten oder dem Gegengewicht. Anlagenteile, Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen des Endlagers unterliegen wiederkehrenden Prüfungen durch fachkundige Personen, fachkundige Aufsichtspersonen sowie durch unabhängige Sachverständige. Die Prüfintervalle werden im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt. Somit wird ein technischer Defekt am System der Schachtförderanlage wirksam vermieden bzw. Schäden werden rechtzeitig erkannt.

Die Ereignisse 41 und 43 sind der Klasse 2 zugeordnet.

Die Auslegungsanforderungen an die Schachtförderanlage werden in den Berichten EU 208 und EU 409 dargelegt. Die Vorsorgemaßnahmen zur Vermeidung des Ereignisses 40, 41 und 43 sind in der Unterlage EU 024 beschrieben.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die Nutzung der SELDA-Anlage sowie von Fangklinken entsprechen weiterhin dem Stand der Technik.

Die im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegten Prüfvorschriften für Anlagenteile, Systeme und Komponenten mit sicherheitstechnischen Auslegungsanforderungen müssen der atomrechtlichen Aufsicht rechtzeitig vor Aufnahme des Endlagerbetriebes zur Zustimmung vorgelegt werden. Damit entsprechen die Prüfvorschriften dem jeweils gültigen Stand der Technik.

Als Ursache für den die Ereignisse 40 und 41 auslösenden Vorgang ist unter anderem ein Fahrfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse sind auch die hier untersuchten Ereignisse 40, 41 und 43 zu berücksichtigen. So wäre bspw. zu betrachten, ob nach Wartungsarbeiten Ereignisse möglich sind, die ursächlich für den Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebinde sein können.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

**Literatur:**

**Nummer:**

2.1.1.7

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Absturz von Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 024, EU 208, EU 228, EU 324, EU 409

**Beschreibung der Aussagen:**

Bei der Förderung von Abfallgebänden nach unter Tage kommt es aufgrund eines technischen Defektes im Schachtbereich oder durch Wartungsfehler zu einem Absturz schwerer Lasten (Schachteinbauten, Eis) auf Abfallgebinde im Förderkorb (Ereignis Nr. 44). Das Ereignis wird aufgrund der getroffenen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet, da es durch die Auslegung und den Betrieb der Schachtförderanlage entsprechend den bergbehördlichen Vorschriften und zusätzlicher sicherheitstechnischer Maßnahmen vermieden wird. Bei diesen Maßnahmen handelt es sich um die Durchführung von wiederkehrenden Prüfungen an den entsprechenden Bauteilen (Schachteinbauten, Schachtausbauten, Fördergerüst usw.) durch fachkundige Personen, fachkundige Aufsichtspersonen sowie durch unabhängige Sachverständige. Die Prüfintervalle werden im Zechenbuch/Betriebshandbuch festgelegt. Somit wird ein Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb wirksam vermieden.

Die Auslegungsanforderungen an die Schachtförderanlage werden in den Berichten EU 208 und EU 409 dargelegt. Die Vorsorgemaßnahmen sind in der Unterlage EU 024 beschrieben.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang sind bei dem Ereignis 44 ein technischer Fehler im Schachtbereich sowie Wartungsfehler genannt. Die Maßnahmen zur Vermeidung des Absturzes von Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb entsprechen aufgrund der Auslegung der Schachtförderanlage nach den "Technischen Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen" (TAS) dem aktuellen Stand der Technik.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist unter anderem ein Wartungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 44 zu berücksichtigen. So wäre beispielsweise zu betrachten, ob durch Wartungsarbeiten Ereignisse ausgelöst werden können, die ursächlich für den Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebinde sind.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

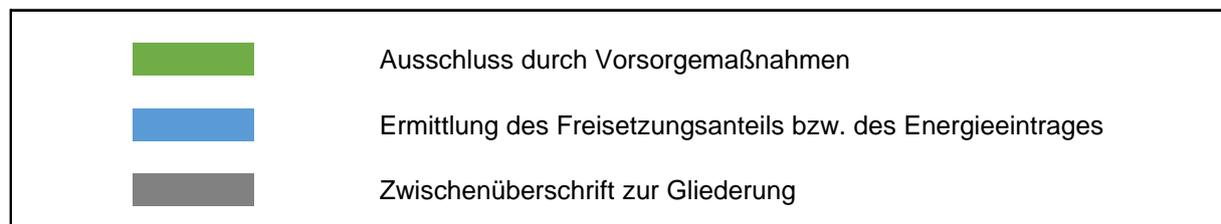
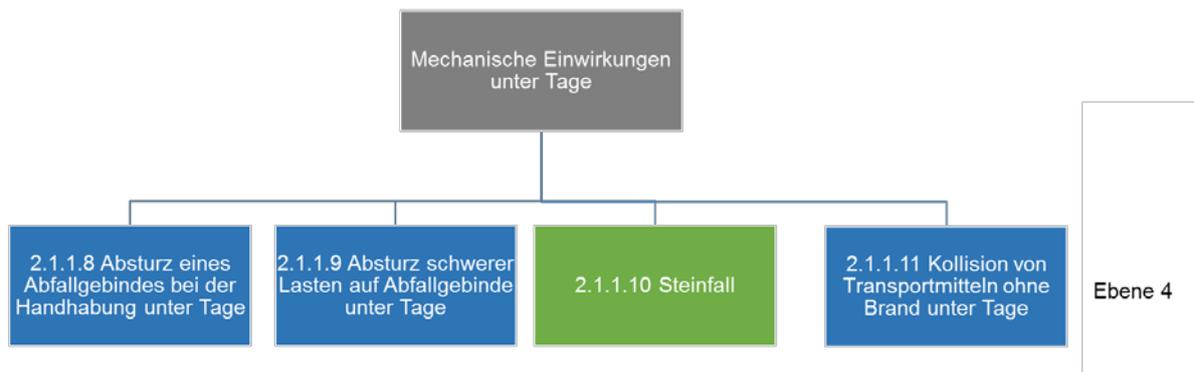
**Literatur:**

Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS), Stand: Dezember 2005

## Anhang G: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 5 - mechanische Einwirkungen unter Tage

Der Themenbereich 5 umfasst die mechanischen Einwirkungen in der Schachtförderanlage. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung G-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 5



**Nummer:**

2.1.1.8

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung unter Tage

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 010.2, EU 165.1, EU 228, EU 265, EU 324, EU 371

**Beschreibung der Aussagen:**

Bei der Handhabung von Abfallgebinden unter Tage kommt es infolge eines Handhabungsfehler bzw. eines technischen Defektes am Transportmittel (Stapelfahrzeug) oder Umschlageinrichtung (Portalhubwagen) zum Absturz von Abfallgebinden auf die Sohle. Das Ereignis wird jeweils der Klasse 1 zugeordnet. Die Vorsorgemaßnahmen werden im Bericht EU 324 dargelegt.

Folgende Szenarien führen zum Ereignis Absturz von Abfallgebinde bei der Handhabung unter Tage:

- Ereignis Nr. 45: Infolge eines Handhabungsfehlers bzw. eines technischen Defektes an der Umladeeinrichtung bzw. an den Anschlageinrichtungen von Tausch-/Transportpaletten und Container kommt es beim Beladevorgang des Transportwagens zum Absturz von Abfallgebinden auf die Sohle (Absturzhöhe max. 1,0 m)
- Ereignis Nr. 66: Infolge eines technischen Defektes am Stapelfahrzeug bzw. infolge eines Handhabungsfehlers kommt es beim Entladen des Transportwagens durch das Stapelfahrzeug zum Absturz von Abfallgebinden (Absturzhöhe max. 1,2 m)
- Ereignis Nr. 71: Infolge eines Handhabungsfehlers bzw. eines technischen Defektes am Stapelfahrzeug kommt es bei der Einlagerung zum Absturz von Abfallgebinden auf die Sohle (max. Absturzhöhe 5 m)

Da das Ereignis Absturz von Abfallgebinden nicht durch Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden kann, erfolgte im Bericht EU 228 Anhang II die Zuordnung der Ereignisse Nr. 45, 66 und 71 zur Klasse 1. Die Strahlenexposition für die Bevölkerung wurde in der Unterlage EU 371 für den abdeckenden Störfall mit einer Absturzhöhe von 5 m ermittelt. Somit sind die Ereignisse Nr. 45 und 66 durch diese Berechnungen weiterhin abgedeckt.

Im Bericht EU 010.2 wird die Herangehensweise für die Quelltermbestimmung bei mechanischer Beaufschlagung dargestellt. Dazu wurden Experimente zur Bestimmung des in die Luft freigesetzten Aktivitätsanteils durchgeführt. Ein mit verschiedenen Substanzen gefüllter Behälter wurde aus unterschiedlichen Höhen jeweils mit und ohne Ventilation fallengelassen. Im Bericht EU 010.2 wurde festgehalten, dass die Freisetzungsteile für mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde aus den in EU 165.1 experimentell ermittelten

Freisetzungsteilen aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern übertragen wurden.

Die Störfallsummenwerte wurden so berechnet, dass die radiologischen Folgen beim Absturz von Abfallgebinden in der Einlagerungskammer auf die kritische Dosis für das jeweilige Organ gemäß der zum Zeitpunkt der Erstellung der Unterlage gültigen Störfallplanungswerte limitiert sind. Die zugehörigen Berechnungen sind im Bericht EU 371 dargestellt. Später wurden die Störfallplanungswerte durch eine freiwillige Selbstbeschränkung des Antragsstellers auf eine effektive Dosis von 20 mSv reduziert. Diese Reduzierung wird zusammen mit weiteren Anpassungen an Änderungen des Regelwerkes (bspw. die „Allgemeine Verwaltungsvorschrift zu § 45 Strahlenschutzverordnung zur Ermittlung der Strahlenexposition durch die Ableitung radioaktiver Stoffe aus kerntechnischen Anlagen oder Einrichtungen“) durch die angepassten Aktivitätsgrenzwerte in den aktuell gültigen Endlagerungsbedingungen Konrad von 2014 abgebildet.

---

### **Bewertung der Gültigkeit der Information**

Die für die Berechnung der Strahlenexposition der Bevölkerung herangezogenen Quellterme wurden aus experimentell ermittelten Freisetzungsteilen aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern bestimmt. Bezüglich der Ermittlung von Freisetzungsteilen bei mechanischen Einwirkungen gab es eine Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik. Dieser ist durch die Transportstudie Konrad (2009) abgebildet. Die Entwicklung wurde dahingehend vorangetrieben, dass Konservativitäten abgebaut werden konnten. Während in der Unterlage EU 165.1 ein Freisetzungsteil im Bereich von  $1E-4$  bis  $9E-4$  für mit 1 kg Kieselgur gefüllte Behälter bestimmt wurde, beschreibt die Transportstudie Konrad bei gleichen Lastannahmen einen Freisetzungsteil von  $5E-5$  aus Abfallbehältern (BK4, entspricht bei einer Fallhöhe von 5 m einer Aufprallgeschwindigkeit von 35,7 km/h).

Die Übertragung der Freisetzungsteile auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen Überschätzung der Freisetzungsteile. Damit kann die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile als konservativ angesehen werden.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist bei den Ereignissen 45, 66 und 71 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Neue Entwicklungen betreffend Analysemethoden

---

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Die Übertragung der experimentell ermittelten Freisetzungsteile aus Absturzversuchen von mit 1 kg Kieselgur gefüllten Behältern auf reale Abfallgebinde führt zu einer deutlichen

Überschätzung der Freisetzungsteile. Die Herangehensweise zur Ermittlung der Freisetzungsteile kann als sehr konservativ angesehen werden. Damit ist eine neue Ermittlung der Freisetzungsteile nicht erforderlich.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist bei den Ereignissen 45, 66 und 71 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

GRS: Transportstudie Konrad 2009, Sicherheitsanalyse zur Beförderung radioaktiver Abfälle zum Endlager Konrad, GRS-256, Stand Dezember 2009 mit Corrigendum von April 2010

---

**Nummer:**

2.1.1.9

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Analyse der Handhabungsvorgänge werden Hebevorgänge mit schweren Lasten gesondert betrachtet, um Lastabsturzzenarien mit potenziellen Aktivitätsfreisetzungen zu ermitteln. Im Bericht EU 228 werden alle Szenarien identifiziert, welche potenziell zum Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebinde führen können. Die Szenarien werden den entsprechenden Ereignisklassen zugewiesen. Folgende Absturzzenarien werden für den untertägigen Bereich identifiziert:

- Ereignis Nr. 72: In der Einlagerungskammer kommt es infolge eines technischen Defektes am Stapelfahrzeug bzw. eines Handhabungsfehlers zum Absturz eines Einzelbehälters auf einen anderen Einzelbehälter bzw. eines Containers auf einen anderen Container. Die maximale Absturzhöhe beträgt 0,5 m, die abstürzende Masse ist < 20.000 kg. Das Ereignis wird der Klasse 1 zugeordnet.

Im Bericht EU 228 wird abgeleitet, dass der Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde durch den Absturz eines Abfallgebundes aus 5 m Höhe abgedeckt ist. Eine radiologische Bewertung für den Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde ist daher nicht erforderlich.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der Absturz eines Abfallgebundes auf eine unnachgiebige Fläche aus einer Höhe von 5 m kann zu einem Versagen des Behälters führen. Dies ist mit einer Absturzhöhe von 0,5 m auf ein Abfallgebinde mit einer nachgiebigen Oberfläche so nicht gegeben. Die Aussage zur radiologischen Bewertung ist somit weiterhin gültig.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang ist bei dem Ereignis 72 unter anderem ein Handhabungsfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch das hier untersuchte Ereignis 72 zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

**Nummer:**

2.1.1.10

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Steinfall

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 238, EU 279

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Analyse des Ereignisses „Steinfall“ wurden in der Unterlage EU 228 vier verschiedene Ereignisse (Nr. 46, 57, 67, 73) identifiziert, bei denen Abfallgebinde potenziell durch einen Steinfall beschädigt werden können und es zu einer Freisetzung von Aktivität kommt. Die Szenarien werden alle der Ereignisklasse 2 zugeordnet.

Für die Ereignisse werden keine gesonderten Lastannahmen getroffen, da das Ereignis „Steinfall“ durch entsprechende Ausbaumaßnahmen im Grubengebäude ausgeschlossen wird. Eine Bewertung unter radiologischen Aspekten für den Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde ist daher nicht erforderlich.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der Ausbau des Grubengebäudes erfolgt gemäß der Unterlage „Planung Grubengebäude“ nach den aktuellen Ausbauregeln für die Schachtanlage Konrad. Dieses Regelwerk wird regelmäßig auf den aktuellen Stand der Technik angepasst. Darum ist die Annahme des Ausschlusses von Steinfall auf die Gebinde auch nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gültig, da ein entsprechender Ausbau einen solchen Steinfall verhindert. Diese Argumentation ist nur korrekt, sofern der Ausbau in seiner Funktion nicht versagen kann.

Nicht geklärt ist jedoch die Fragestellung, ob beim Brand eines Transportmittels die Funktion des Ausbaus erhalten bleibt, oder ob in diesem Fall ein Versagen des Ausbaus direkt oberhalb des Abfallgebundes und somit ein Steinfall weiterhin ausgeschlossen ist. Hierbei ist insbesondere der Ausbau der Strecken und Einlagerungskammern mit Maschendraht zu betrachten. Auch die Integrität der Gebirgsanker nach einem Brandereignis wurde nicht weiter betrachtet.

Daher ist zu unterstellen, dass der Ausbau aufgrund des Brandes eines Transportmittels beschädigt und in seiner Funktion eingeschränkt werden kann. Dabei ist zu betrachten, ob als Folge der Beschädigung des Ausbaus ein Steinfall möglich ist und ob dieser geeignet ist, eine Freisetzung von radioaktiven Stoffen zu bewirken.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Nicht berücksichtigte Szenarien

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Es ist nachzuweisen, ob die Auswirkungen eines Brandes auf den Ausbau nicht zu dessen Versagen führen kann, und es in der Folge zu einem Steinfall auf ein Abfallgebäude kommt, sodass eine Freisetzung zu unterstellen ist.

Nach ersten Abschätzungen ist aufgrund des Versagens des Ausbaus nicht mit einem Steinfall zu rechnen, der die Lastannahmen für den bereits im Rahmen der Ereignisanalysen betrachteten Absturz eines Abfallgebäudes im Zuge der Einlagerung überschreitet.

Dies ist damit begründet, dass der auslegungsbestimmende Störfall für die mechanische Belastung eines Abfallgebäudes der Absturz aus 5 m Höhe auf die Sohle ist. Für einen Steinfall mit vergleichbaren Auswirkungen müssen insgesamt 20 Mg Gestein auf das Abfallgebäude herabfallen. Dies entspricht einer Gesteinsmasse von mindestens 3 Mg/m<sup>2</sup> auf die Oberseite des Abfallgebäudes (bezogen auf die Fläche der Oberseite eines Abfallgebäudes vom Typ V). Diese flächenspezifische Masse erfordert, dass beim Steinfall eine Platte von mindestens 0,85 m Dicke (Dichte des Gebirges: abdeckend ca. 3,5 Mg/m<sup>3</sup>) auf das Gebäude herabfällt. Dieses Ereignis setzt das Versagen von mehreren Ankern direkt oberhalb des Abfallgebäudes und die Ablösung von Gestein voraus.

Ein derartiges Szenario ist sehr unwahrscheinlich. Im Falle eines Brandes von Transportmitteln ist die Firste unmittelbar oberhalb des Abfallgebäudes nicht vollflächig betroffen, da Brandeinwirkungen nur an den Seiten des Gebäudes auftreten. Somit wird in erster Linie der Ausbau neben dem Abfallgebäude geschädigt.

Es wird empfohlen, in weiteren Untersuchungen (z. B. durch Simulationsrechnungen und/oder Brandversuche) zu betrachten, inwieweit ein Versagen des Ausbaus (Anker, Verzugmaterial) aufgrund des min. einstündigen Brandes unterstellt werden muss.

#### *Hinweis für die Erstellung des betrieblichen Regelwerkes*

Für den Fall, dass ein Abfallgebäude nach einem Brand aus dem geschädigten Bereich geborgen werden muss, sollen entsprechende Planungen erstellt werden, da der Brandbereich gemäß der Unterlage EU 238 nach einem Brandereignis nicht mehr betreten werden kann. Es sind betriebliche Regelungen und Maßnahmen zu treffen, in denen die Vorgehensweise nach einem Brandereignis festgelegt wird. Eine derartige Regelung ist erforderlich, um den betroffenen Bereich nach einem Brand wieder zu befahren und das Abfallgebäude zu bergen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Einfluss des Delta die Sicherheitsaussage kann derzeit noch nicht eingeschätzt werden,

---

**Literatur:**

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 114 von 155
		Stand: 06.03.2019

---

**Nummer:**

2.1.1.11

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Kollision von Transportmitteln ohne Brand unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 324

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Bericht EU 228 werden Szenarien identifiziert, welche zur Kollision von Transportmitteln führen können. Bei den Ereignissen Nr. 50, 51, 53, 55, 60, 64, 68 und 78 wird angenommen, dass ein Transportmittel infolge eines technischen Defektes am Transportmittel bzw. eines Fahrfehlers mit einem Hindernis, z.B. mit anderen Transporteinrichtungen, mit abgestellten Abfallgebinden oder mit einem Stoß kollidiert.

Die Ereignisse 50, 53, 68 und 78 können nicht ausgeschlossen werden und es erfolgte eine Zuordnung zur Klasse 1. Die maximale Aufprallgeschwindigkeit beträgt 4 m/s. Die Ereignisse 51, 55, 60 und 64 werden aufgrund der getroffenen technischen und administrativen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet.

Im Planfeststellungsbeschluss ist mit der Nebenbestimmung A.3-27 gefordert, die maximale Fahrgeschwindigkeit der Fahrzeuge auch im Gefälle auf 4 m/s zu begrenzen.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

In den dem PFB zugrunde gelegten Unterlagen zum Stand von Wissenschaft und Technik (die Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, die Störfall-Leitlinien und die Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk) wurde keine Aussage über Kollisionen von Transportmitteln getroffen.

Anforderungen zur Beherrschung von Kollisionen von Fahrzeugen mit Anlagenteilen werden in den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (2015) Abschnitt 3.2.7 (1) getroffen. Hierbei wird gefordert, dass sicherheitstechnisch wichtige bauliche Anlagenteile, Systeme und Komponenten auf dem Anlagengelände so auszulegen sind, dass sie durch Kollisionen mit Fahrzeugen auf dem Anlagengelände in ihrer sicherheitstechnischen Funktion nicht beeinträchtigt werden. Darüber hinaus ist laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) der Anprall von Lasten bei Transportvorgängen bei der Bauwerksauslegung zu berücksichtigen.

Vorsorgemaßnahmen zur Beherrschung von Kollisionen von Fahrzeugen mit sicherheitstechnisch wichtigen baulichen Anlagenteilen, Systemen und Komponenten sind weitgehend umgesetzt. Es wurden jedoch keine technischen Möglichkeiten der

Fahrerassistenzsysteme (z.B. Kollisionsassistenzsystem, Abstandassistent, Spurhalteassistent) berücksichtigt.

Das Risiko der Kollision von zum Beispiel zwei Fahrzeugen, die sich in einem Streckenabschnitt befinden, kann durch technische Maßnahmen weiter verringert werden. Mittlerweile werden in der Logistikbranche (landseitiger Containertransport in Seehäfen) autonom fahrende Fahrzeuge eingesetzt. Dort werden Kollisionen durch eine Abstandsüberwachung mit Zwangsstopp des Fahrzeugs bei Unterschreitung des Sicherheitsabstandes vermieden. Alternativ kann durch technische Maßnahmen die Einfahrt von nicht autorisierten Fahrzeugen in bereits besetzte Streckenabschnitte verhindert werden (Zwangsstopp des Fahrzeugs bei Überfahren eines Haltesignals). Entsprechende Technik für den Einsatz unter Tage ist bereits heute am Markt verfügbar und kann entsprechend den technischen Anforderungen in die jeweiligen Transportmittel eingebaut werden. Der Einsatz von autonom fahrenden Fahrzeugen in untertägigen Bereichen des konventionellen Gewinnungsbergbaus ist heute Stand der Technik und unterliegt einem steten Entwicklungsprozess. Die Weiterentwicklung der hierfür erforderlichen Assistenzsysteme kann auch für den zukünftigen Betrieb unter Tage genutzt werden.

Durch entsprechende Assistenzsysteme oder den Einsatz von autonom fahrenden Fahrzeugen könnte das Sicherheitsniveau der Anlage weiter erhöht werden. Dies gilt insbesondere für den auslösenden Vorgang des Fahrfehlers, der nach den aktuell gültigen Genehmigungsunterlagen auf menschliches Versagen zurückzuführen ist. Die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Fahrfehlers kann durch entsprechende technische Einrichtungen deutlich verringert werden.

Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt werden. Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt. Die Ergebnisse der MTO-Analyse sind bei der Revision der Unterlage EU 228 zur berücksichtigen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Neue Informationen zum Prozessverständnis

---

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Es sind sämtliche Aspekte der Verkehrslenkung insbesondere zum untertägigen Gebindetransport bzgl. der Bereiche Mensch, Technik und Organisation sowie deren Zusammenwirken einer MTO-Analyse zu unterziehen (siehe auch Formblatt 2).

Weiterhin ist zu prüfen, ob die untertägig eingesetzten Fahrzeuge mit zusätzlichen Einrichtungen versehen werden können, die eine Kollision von Fahrzeugen mit Hindernissen wie bspw. dem Stoß oder anderen Fahrzeugen zuverlässig verhindern können.

Entsprechende Systeme zur Vermeidung der Kollision von Fahrzeugen mit anderen Fahrzeugen, Hindernissen oder Personen sind mittlerweile Stand der Technik (z. B. Bergbau, Umschlagesysteme in Häfen) und können individuell dem Anforderungszweck eingesetzt werden. Weiterhin soll geprüft werden, ob durch technische Maßnahmen die Einfahrt von Fahrzeugen in bereits besetzte untertägige Streckenabschnitte vermieden werden kann. Hierbei wäre ggf. der Einsatz dieser Technik auf Streckenabschnitte, die von einem beladenen Transportfahrzeug besetzt sind, zu beschränken. Auch derartige Systeme sind Stand der Technik und werden bereits in vielen Bereichen (z. B. Bergbau, Umschlagesysteme in Häfen, Eisenbahn) eingesetzt.

Es wird empfohlen, die Unterlage EU 228 bezüglich der Ergebnisse der MTO-Analyse zu überarbeiten und den Einsatz von technischen Systemen zur Vermeidung von Kollisionen zwischen den Transportmitteln untereinander bzw. mit dem Stoß einzusetzen. In diesem Zusammenhang soll auch die Möglichkeit geprüft werden, ob autonome Fahrzeuge für den untertägigen Einsatz mindestens für den Transport der Abfallgebinde eingesetzt werden können. So kann beim Transport der Abfallgebinde vom Füllort zur Einlagerungskammer durch den Einsatz von autonomen Fahrzeugen der Einsatz von Personen für den Gebindetransport entfallen, und die Strahlenexposition des unter Tage eingesetzten Personals kann reduziert werden, da die Strahlenexposition des Fahrpersonals des Transportwagens entfällt.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

BMI: Leitlinien zur Beurteilung der Auslegung von Kernkraftwerken mit Druckwasserreaktoren gegen Störfälle im Sinne des § 28 Abs. 3 der Strahlenschutzverordnung -Störfall-Leitlinien-, Stand Oktober 1983

BMUB: Sicherheitskriterien für Kernkraftwerke, Stand Oktober 1977

BMUB: Sicherheitskriterien für die Endlagerung radioaktiver Abfälle in einem Bergwerk, Stand April 1983

BMUB: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Stand März 2015

BMUB: Sicherheitsanforderungen an die Endlagerung wärmeentwickelnder radioaktiver Abfälle, Stand September 2010

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Stand Juni 2013

KTA 1402: Integriertes Managementsystem zum sicheren Betrieb von Kernkraftwerken, Fassung 2017-11

KTA 3604: Lagerung, Handhabung und innerbetrieblicher Transport radioaktiver Stoffe (mit Ausnahme von Brennelementen) in Kernkraftwerken, Fassung 11/05

 <b>DMT</b>	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 117 von 155
		Stand: 06.03.2019

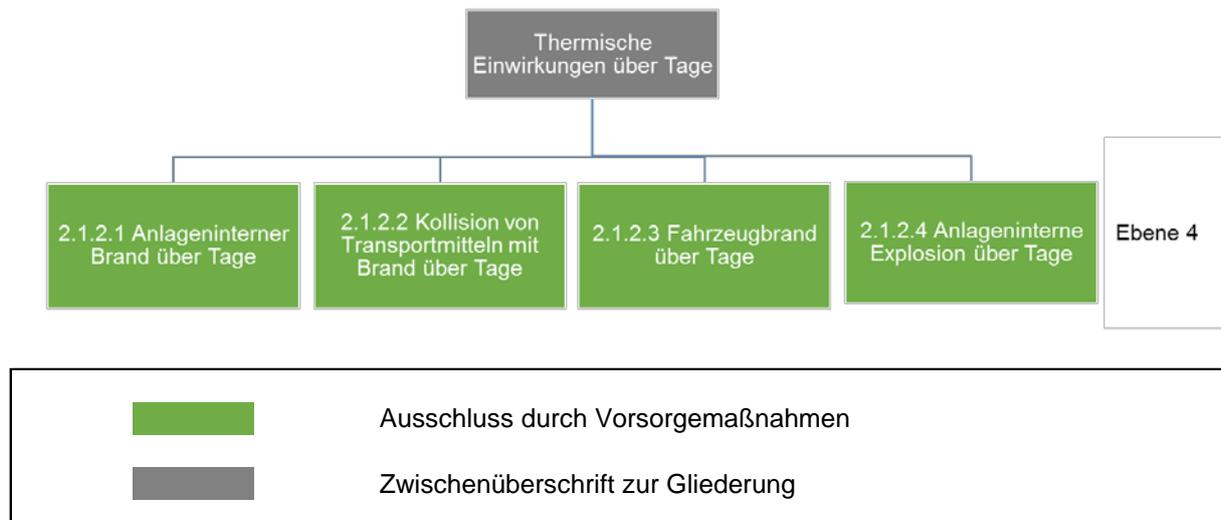
Sandvik AB: <https://www.rocktechnology.sandvik/en/products/automation/automine-equipment-and-teleoperation-systems/automine-multi-lite-for-loading-and-hauling/>,  
aufgerufen am 15.06.2018

AB Volvo: <https://www.volvogroup.com/en-en/innovation/automation.html> aufgerufen am  
15.06.2018

## Anhang H: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 6 - thermische Einwirkungen über Tage

Der Themenbereich 6 umfasst die thermischen Einwirkungen über Tage. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung H-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 6



---

**Nummer:**

2.1.2.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Anlageninterner Brand über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 101, EU 228, EU 278, EU, EU 302, EU 375, EU 380, EU 381, EU 382, EU 383, EU 388, EU 419 und EU 420

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Zu der Störfallgruppe „Anlageninterner Brand“ zählen gemäß dem Bericht EU 228 die folgenden Ereignisse:

- Ereignis Nr. 6: Infolge eines technischen Defektes an Anlageneinrichtungen der Trocknungsanlage kommt es zu einem anlageninternen Brand.
- Ereignis Nr. 15: Aufgrund von Entzündung brennbarer Materialien in der Umladehalle oder einem technischen Defekt an der Anlageneinrichtung kommt es zu einem anlageninternen Brand im Umlade- oder Pufferbereich.
- Ereignis Nr. 22: Infolge eines technischen Defektes an Anlageneinrichtungen im Sonderbereich kommt es bei Lagerung und Konditionierung von Betriebsabfällen oder bei Dekontamination von Tausch-/Transportpaletten oder anderen Handhabungseinrichtungen zu einem anlageninternen Brand.
- Ereignis Nr. 34: Aufgrund eines technischen Defektes an Anlageneinrichtungen in der Pufferhalle kommt es bei der Pufferung von Abfallgebinden zu einem anlageninternen Brand.
- Ereignis Nr. 36: Infolge eines technischen Defektes im konventionellen Anlagenbereich kommt es zu einem anlageninternen Brand.
- Ereignis Nr. 38: Infolge eines technischen Defektes an Anlageneinrichtungen des Beschickungsbereiches kommt es zu einem anlageninternen Brand in der Schachthalle

Alle zuvor genannten Ereignisse werden aufgrund der getroffenen brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Die brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen wie bauliche Brandschutzmaßnahmen zur Verhinderung der Brandausbreitung, Brandmeldeanlagen zur Branderkennung und mobile und stationäre Löschanlagen zur Brandbekämpfung sind u.a. im Brandschutzmemorandum EU 278 beschrieben. Des Weiteren sind im Bericht EU 101 die Brandschutzmaßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung, die baulichen Brandschutzmaßnahmen und die ermittelten Brandlasten für die Umlade- und Pufferhalle sowie für weitere übertägige Gebäude beschrieben.

Gemäß des Brandschutzmemorandums (EU 278) gewährleisten die Maßnahmen zur Brandentdeckung und Brandbekämpfung beim Umgang mit oder Lagern von radioaktiven Stoffen, dass trotz der Brandvorbeugung evtl. auftretende Feuer auf die Phase des Entstehungsbrandes (pre-flash-over-Brand) beschränkt bleiben und in kürzester Zeit vollständig gelöscht werden. Brände in konventionellen Raumbereichen werden durch passive und aktive Brandschutzmaßnahmen so eingedämmt, dass auch bei Entwicklung eines Vollbrandes (flash-over-Brand) in diesen Raumbereichen ein Übergreifen des Feuers auf Raumbereiche mit radioaktiven Stoffen ausgeschlossen ist.

Zusätzlich zu den brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen sind auch administrative Maßnahmen vorgesehen, die im Bericht EU 388 beschrieben werden.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die atomrechtliche Prüfung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beinhaltet zunächst nur eine sehr konzeptionelle Prüfung der erstellten Unterlagen zum Brandschutz. Eine Detailprüfung dagegen erfolgt erst in den nachgeordneten Verfahren zur Erteilung der baurechtlichen Genehmigung sowie zur bergrechtlichen Genehmigung von Betriebsplänen. Auch in diesen Verfahren erfolgt die Prüfung gemäß aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik. In diesem Rahmen müssen die Ausführungsplanung für Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen, gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 2 des PFB vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt werden. Weiterhin erfolgen während der Ausführungsplanung und der Bauwerkserrichtung zusätzlich begleitende Kontrollen durch unabhängige Sachverständige. Die bautechnischen Brandschutzmaßnahmen werden durch Prüfungen vor Ort abgenommen. Die entsprechenden Prüfanweisungen werden vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsicht zur Zustimmung vorgelegt. Diese beteiligt bei der Prüfung einen unabhängigen Sachverständigen. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad erfolgt gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 4 eine Gesamt-Abnahmeprüfung. Somit ist auch von atomrechtlicher Seite sichergestellt, dass in Bezug auf die Brandschutzmaßnahmen der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird.

Zur Sicherstellung eines wirkungsvollen Brandschutzes müssen daher alle Brandschutzmaßnahmen in Gänze aufeinander abgestimmt sein und dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und somit auch den Anforderungen der Störfallanalyse genügen.

Nach Prüfung der Unterlagen kommen wir zu dem Ergebnis, dass grundsätzlich die Brandschutzmaßnahmen auch nach dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik so gestaltet werden können, dass das Ereignis „Anlageninterner Brand“ mit Auswirkungen auf Abfallbinde weiterhin vermieden wird (Ereignisse der Klasse 2).

**Hinweis:**

Es ist sinnvoll, die Brandschutzmaßnahmen in einer geschlossenen Unterlage zusammenzufassen. Diese Unterlage beschreibt somit auch die Schnittstellen zur Störfallanalyse. Eine Detailprüfung dagegen erfolgt erst in den nachgeordneten Verfahren zur Erteilung der baurechtlichen Genehmigung sowie zur bergrechtlichen Genehmigung von Betriebsplänen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

KTA 2101.2: Brandschutz in Kernkraftwerken Teil 2: Brandschutz an baulichen Anlagen, Fassung 2015-11

KTA 2101.3: Brandschutz in Kernkraftwerken Teil 3: Brandschutz an maschinen- und elektrotechnischen Anlagen Fassung 2015-11

Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke vom 20. November 2012, Neufassung vom 3. März 2015 (BAnz AT 30.03.2015 B2)

**Nummer:**

2.1.2.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Kollision von Transportmitteln mit Brand über Tage

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 101, EU 208, EU 228, EU 278, EU, EU 302, EU 375, EU 380, EU 381, EU 382, EU 383, EU 388, EU 419 und EU 420

**Beschreibung der Aussagen:**

Die Störfallgruppe „Kollision von Transportmitteln mit Brand“ umfasst mechanische und thermische Einwirkungen auf Abfallgebände infolge von Kollision aufgrund eines technischen Defekts am Transportmittel bzw. eines Fahrfehlers mit anschließendem Fahrzeugbrand. Zu der Störfallgruppe wurden gemäß dem Bericht EU 228 die folgenden Ereignisse identifiziert:

- Ereignisse Nr. 2, 5 und 10: Beim Fahren auf dem Schachtgelände, in der Trocknungsanlage bzw. in der Umladehalle kollidiert das Transportmittel mit einem Hindernis, z. B. mit Bauwerksteilen oder anderen Transportmitteln. Die Kollision führt zu einem Brand des Transportmittels.
- Ereignis Nr. 25: Beim Transport im Übergabebereich kollidiert das Seitenstapelfahrzeug mit der Wand zwischen Übergabebereich und Sonderbehandlungsraum, wobei es zum Herausfallen der Wand bzw. Wandteilen auf Abfallgebände bzw. Betriebsabfälle im Sonderbehandlungsraum kommt. Die Kollision führt zu einem Brand des Seitenstapelfahrzeugs.
- Ereignis Nr. 27: Beim Transport im Übergabebereich kollidiert das Seitenstapelfahrzeug mit dem Rolltor zwischen Übergabebereich und Werkstatt, wobei es zum Herausfallen des Rolltores auf das Seitenstapelfahrzeug mit Abfallgebänden kommt. Die Kollision führt zu einem Brand des Seitenstapelfahrzeuges.
- Ereignisse Nr. 29 und 31: Beim Transport in der Pufferhalle kollidiert das Seitenstapelfahrzeug mit Bauwerksteilen bzw. mit abgestellten Abfallgebänden. Die Kollision führt zu einem Brand des Seitenstapelfahrzeuges.

Alle zuvor genannten Ereignisse werden aufgrund der getroffenen brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet. Die brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen wie bauliche Brandschutzmaßnahmen zur Verhinderung der Brandausbreitung, Brandmeldeanlagen zur Branderkennung und mobile und stationäre Löschanlagen zur Brandbekämpfung sind u.a. im Brandschutzmemorandum EU 278 beschrieben. Des Weiteren sind im Bericht EU 101 u.a. die Brandschutzmaßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung dargelegt.

Beim Umgang mit oder Lagern von radioaktiven Stoffen gewährleisten die Maßnahmen zur Brandentdeckung und Brandbekämpfung, dass aufgrund der Kollision eines Transportmittels über Tage auftretende Feuer auf die Phase des Entstehungsbrandes (pre-flash-over-Brand) beschränkt bleiben und in kürzester Zeit vollständig gelöscht werden.

Zusätzlich zu den brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen sind auch administrative Maßnahmen vorgesehen, die im Bericht EU 388 beschrieben werden.

Des Weiteren ist durch die Verkehrslenkung über Tage gemäß dem Bericht EU 208 ein störungsfreier Verkehrsablauf mit der vorrangigen Maßgabe eines sicheren Transports der Abfallgebinde zu gewährleisten. Es sind administrative und technische Maßnahmen vorgesehen, wie z.B. Geschwindigkeitsbegrenzung, Lichtzeichenanlagen, Schranken, Zuständigkeitsregelungen und Überwachungseinrichtungen.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke (2015) ist die Funktion der sicherheitstechnisch wichtigen baulichen Anlagenteile, Systeme und Komponenten auf dem Anlagengelände durch Kollisionen mit Fahrzeugen nicht zu beeinträchtigen.

Die getroffenen Maßnahmen zur Beherrschung von Kollisionen von Fahrzeugen mit stehenden Strukturen entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik.

Die administrativen und technischen Maßnahmen zur Vermeidung von Kollisionen jedoch entsprechen hingegen nicht mehr dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik.

Als Ursache für den ereignisauslösenden Vorgang der Kollision wird u. a. ein menschlicher Fahrfehler genannt. Das menschliche Versagen ist nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik nicht isoliert von den anderen Fehlerebenen Technik und Organisation zu betrachten. Das Zusammenspiel solcher Fehler kann durch eine voreilende MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe ermittelt, Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeiten können ggf. durch weitere Maßnahmen reduziert werden. Ausführlichere Informationen zum Erfordernis einer MTO-Analyse sind im Formblatt 2 „Ereignisanalysen“ dargestellt.

Die atomrechtliche Prüfung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beinhaltet zunächst nur eine sehr konzeptionelle Prüfung der erstellten Unterlagen zum Brandschutz. Eine Detailprüfung dagegen erfolgt erst in den nachgeordneten Verfahren zur Erteilung der baurechtlichen Genehmigung. Auch in diesen Verfahren erfolgt die Prüfung gemäß aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik. In diesem Rahmen müssen die Ausführungsplanung für Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen, gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 2 des PFB vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt werden. Weiterhin erfolgen während der Ausführungsplanung und der Bauwerkserrichtung zusätzlich begleitende Kontrollen durch unabhängige Sachverständige. Die bautechnischen Brandschutzmaßnahmen werden durch Prüfungen vor Ort abgenommen. Die entsprechenden Prüfanweisungen werden vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsicht zur Zustimmung vorgelegt. Diese beteiligt bei der Prüfung einen unabhängigen Sachverständigen. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad erfolgt gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 4 eine Gesamt-

Abnahmeprüfung. Somit ist auch von atomrechtlicher Seite sichergestellt, dass in Bezug auf die Brandschutzmaßnahmen der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird.

Zur Sicherstellung eines wirkungsvollen Brandschutzes müssen alle Brandschutzmaßnahmen in Gänze aufeinander abgestimmt sein und dem aktuellen Stand der Technik entsprechen und somit auch den Anforderungen der Störfallanalyse genügen (siehe Formblatt 2.1.2.1.).

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse sind auch die hier untersuchten Ereignisse zu berücksichtigen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

**Literatur:**

BMUB: Sicherheitsanforderungen an Kernkraftwerke, Fassung 3. März 2015

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

---

**Nummer:**

2.1.2.3

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Fahrzeugbrand über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 101, EU 208, EU 228, EU 278, EU 302, EU 375, EU 380, EU 381, EU 382, EU 383, EU 388, EU 419 und EU 420

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Zu der Störfallgruppe „Fahrzeugbrand“ zählen gemäß dem Bericht EU 228 die Ereignisse Nr. 3, 7, 11 und 32. Auf dem Schachtgelände, in der Trocknungsanlage, in der Umlade- oder Pufferhalle kommt es infolge eines technischen Defekts am Transportmittel zu einem Fahrzeugbrand. Alle vier Ereignisse werden aufgrund der getroffenen brandschutztechnischen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet.

Im Bericht EU 101 sind die Brandschutzmaßnahmen zur Branderkennung und Brandbekämpfung, die baulichen Brandschutzmaßnahmen und die ermittelten Brandlasten für die Umlade- und Pufferhalle sowie für weitere übertägige Gebäude beschrieben.

Gemäß dem Brandschutzmemorandum (EU 278) gewährleisten die Maßnahmen zur Brandentdeckung und Brandbekämpfung beim Umgang mit oder Lagern von radioaktiven Stoffen, dass trotz der Brandvorbeugung evtl. auftretende Feuer an mit radioaktiven Stoffen beladenen Transportmitteln über Tage auf die Phase des Entstehungsbrandes (pre-flash-over-Brand) beschränkt bleiben und in kürzester Zeit vollständig gelöscht werden. Exemplarisch sind verschiedene Einzelmaßnahmen dargestellt, mit denen auftretende Feuer an Transportmitteln vermieden werden bzw. möglichen Auswirkungen auf die Phase des Entstehungsbrandes beschränkt bleiben.

Fahrzeuge und Maschinen mit Verbrennungsmotor werden als Brandlasten betrachtet. Durch regelmäßige Instandhaltung und Pflege der Fahrzeuge, die Einhaltung von einschlägigen Vorschriften bei Instandhaltungsarbeiten und deren Überwachung sowie durch Beschränkung der Raucherlaubnis auf bestimmte Raumbereiche wird erreicht, dass die Gefahr eines Fahrzeugbrandes minimiert wird.

In der LKW-Trocknungsanlage und in der Umladehalle am Ort der LKW-Entladung und -freimessung sind Sprühwasserlöschanlagen zur Bekämpfung von Fahrzeugbränden installiert. Das Seitenstapelfahrzeug ist mit einer bordfesten, manuell auslösbaren Löschanlage ausgerüstet. Zur Branderkennung werden am Seitenstapelfahrzeug Temperaturfühler installiert, die eine optische Anzeige und eine akustische Meldung auslösen.

An Fahrzeugen über Tage werden Entstehungsbrände frühzeitig erkannt, da sich außer dem Fahrer des Transportfahrzeuges immer zumindest ein Betriebsangehöriger in der Nähe der LKW aufhält. Der Löschangriff kann deshalb unverzüglich mit den vorhandenen

Brandbekämpfungseinrichtungen (Hydranten, Handfeuerlöcher, fahrbare Pulverlöcher, bordfeste HRD-Anlagen) eingeleitet werden. Dadurch kann der Fahrzeugbrand bis zum Eintreffen der Feuerwehr wirksam eingegrenzt werden.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die atomrechtliche Prüfung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beinhaltet zunächst nur eine sehr konzeptionelle Prüfung der erstellten Unterlagen zum Brandschutz. Eine Detailprüfung dagegen erfolgt erst in den nachgeordneten Verfahren zur Erteilung der baurechtlichen Genehmigung. Auch in diesen Verfahren erfolgt die Prüfung gemäß aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik. In diesem Rahmen müssen die Ausführungsplanung für Gebäude, Gebäudeteile, Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen, gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 2 des PFB vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt werden. Weiterhin erfolgen während der Ausführungsplanung und der Bauwerkerrichtung zusätzlich begleitende Kontrollen durch unabhängige Sachverständige. Die bautechnischen Brandschutzmaßnahmen werden durch Prüfungen vor Ort abgenommen. Die entsprechenden Prüfanweisungen werden vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsicht zur Zustimmung vorgelegt. Diese beteiligt bei der Prüfung einen unabhängigen Sachverständigen. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad erfolgt gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 4 eine Gesamt-Abnahmeprüfung. Somit ist auch von atomrechtlicher Seite sichergestellt, dass in Bezug auf die Brandschutzmaßnahmen der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird.

Zur Sicherstellung eines wirkungsvollen Brandschutzes müssen alle Brandschutzmaßnahmen in Gänze aufeinander abgestimmt sein und dem angemessenen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen und somit auch den Anforderungen der Störfallanalyse genügen.

*Hinweise***Branderkennung und Brandbekämpfung:**

Es ist sinnvoll, dass bei der im Formblatt 2.1.2.1 „Anlageninterner Brand“ als Hinweis beschriebenen Erstellung einer geschlossenen Unterlage zum Brandschutz auch die Maßnahmen zum Brandschutz der Fahrzeuge beschrieben werden.

**Einsatz von HRD-Löschanlagen und Prüfverfahren**

In den letzten Jahren wurden neben den bekannten HRD-Löschanlagen zum Schutz von Fahrzeugen und Motorbereichen weitere Löschsysteine entwickelt. Diese zum Teil mit Wasser bzw. Aerosolen arbeitenden Systeme werden im Bergbau teilweise wegen der einfacheren Handhabung den HRD-Löschanlagen vorgezogen. Gleichzeitig mit dieser Entwicklung wurde aufgrund zurückliegender Brände an Reisebussen in Schweden ein neues Prüfverfahren zur Prüfung der Löschleistung von Brandbekämpfungssystemen in Motorräumen von Omnibussen entwickelt. Es wird empfohlen, neben der Möglichkeit HRD-Löschanlagen einzusetzen, auch eine Grundlage zu schaffen, alternative Löschsysteine einsetzen zu können. Dies würde die Abhängigkeit von nur einem Löschsysteine für den Fall, dass das HRD-Löschsysteine nicht mehr verfügbar sein sollte, deutlich verringern. Da das neue Prüfverfahren zum Nachweis der Löschwirksamkeit dem heutigen Stand von

Wissenschaft und Technik entspricht, ist es sinnvoll, die Nachweise der Löschwirksamkeit mittels des neuen Prüfverfahrens zu führen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

---

**Nummer:**

2.1.2.4

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Anlageninterne Explosion über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 205, EU 278, EU 324

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Aufgrund eines technischen Defektes im konventionellen Anlagenbereich (Ereignis Nr. 37) kommt es zu einer anlageninternen Explosion. Laut dem Bericht EU 228 wird dieses Ereignis aufgrund der getroffenen explosionsschutztechnischen und sonstigen Vorsorgemaßnahmen der Klasse 2 zugeordnet.

Gemäß dem Bericht EU 205 ist die sichere Handhabung, Lagerung und Verwendung von Sprengmitteln im Endlager Konrad gewährleistet. Die Anlieferung des Sprengmittels erfolgt über den Schacht Konrad 1. Damit werden sowohl thermische als auch mechanische Einwirkungen auf Transporteinheiten infolge einer Explosion ausgeschlossen.

Chemikalien und Druckgasflaschen werden nur im betrieblich notwendigen Maße vorgehalten. Das Flaschenlager befindet sich außerhalb der Umladeanlage. Mit explosiven Stoffen wird mit Ausnahme von Zählgasen und Chemikalien in geringen Mengen in den übertägigen Anlagen am Schacht Konrad 2 nicht umgegangen. Explosionen in Gebäuden, die zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden führen könnten, sind deswegen nicht zu unterstellen.

Die getroffenen Maßnahmen, die eine Freisetzung radioaktiver Stoffe aus den Abfallgebinden infolge von Brand- und Explosionsereignissen verhindern, sind im Brandschutzmemorandum EU 278 beschrieben.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sind geeignete Maßnahmen zu treffen, wenn eine Bildung von explosiven Gasgemischen durch eine Freisetzung aus den eingelagerten Abfällen zu unterstellen ist.

Anlageninterne Explosionen in der Schachtanlage Konrad, die zu Freisetzungen radioaktiver Stoffe aus Abfallgebinden führen könnten, sind durch die getroffenen Vorsorgemaßnahmen nicht zu unterstellen. Tätigkeiten mit Stoffen, die eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, erfolgen gemäß der Gefahrstoffverordnung und der Betriebssicherheitsverordnung sowie dem untergeordneten Regelwerk (Technische Regeln für Gefahrstoffe, TRGS) und dementsprechend nach dem aktuellen angemessenen Stand von Wissenschaft und Technik.

Die als Bewertungsmaßstab für den Ausschluss der Explosion in Laboren im PFB herangezogene Laborrichtlinie wurde zwischenzeitlich überarbeitet (letztmalige Überarbeitung April 2017).

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

BG RCI: Laborrichtlinien: „Sicheres Arbeiten in Laboratorien – Grundlagen und Handlungshilfen“ – DGUV Information 213-850

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

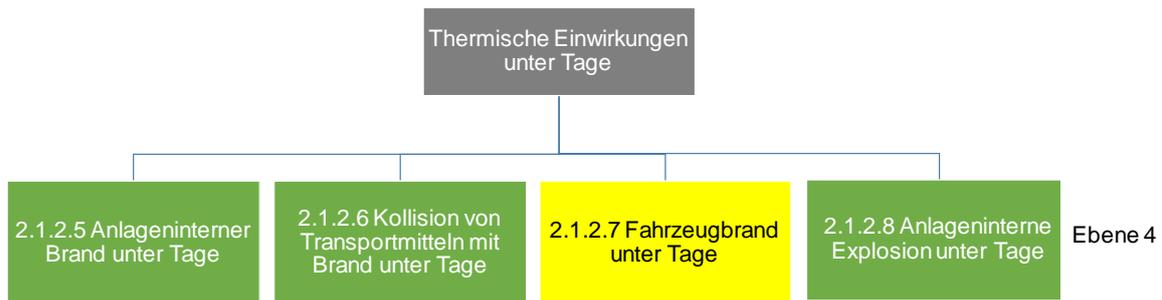
Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) vom 26. November 2010, zuletzt geändert am 29.03.2017

Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV), zuletzt geändert am 18.10.2017

## Anhang I: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 7 - thermische Einwirkungen unter Tage

Der Themenbereich 7 umfasst die thermischen Einwirkungen unter Tage. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung I-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 7



Bewertung der Strahlenexposition



Ausschluss durch Vorsorgemaßnahmen



Zwischenüberschrift zur Gliederung

---

**Nummer:**

2.1.2.5

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Anlageninterner Brand unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 238, EU 250

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Systemanalyse wurde das untertägigen Ereignis „Anlageninterner Brand“ als Nr. 49 und 58 identifiziert. Bei diesem Ereignis kann es aufgrund von Handhabungsfehlern bzw. eines technischen Defektes zu einem anlageninternen Brand kommen. Der Brand geht hierbei von Anlagenteilen im untertägigen Entladebereich sowie an Sonderpunkten bzw. Sonderbereichen an den Transportstrecken aus.

Bereiche mit großen Brandlasten wie bspw. die Betankungsanlage für die unter Tage eingesetzten Fahrzeuge befindet sich in großer Entfernung von den Bereichen im Grubengebäude, in denen die Handhabung und der Transport der Abfallgebinde stattfindet (Umladeanlage am Füllort, Transportstrecken und Einlagerungskammern).

Brände, die in unmittelbarer Nähe der Abfallgebinde entstehen, sind wesentlich kleiner und werden durch das anwesende Personal schnell entdeckt und können gelöscht werden, bevor es zum Übergreifen des Brandes auf die Abfallgebinde kommt, bei dem eine Freisetzung von Aktivität erfolgt.

Durch die vorgenannten Maßnahmen zum aktiven und passiven Brandschutz wird verhindert, dass ein Brand innerhalb des Grubengebäudes Auswirkungen auf Abfallgebinde hat. Bei einem Brand im Werkstatt- und Lagerbereich ist eine Beeinträchtigung von Abfallgebinden hinreichend unwahrscheinlich, insbesondere, weil Gebinde in den Transportstrecken nicht in unmittelbarer Nähe der Grubennebenräume abgestellt werden. Das Ereignis „Anlageninterner Brand“ wird deshalb der Ereignisklasse 2 zugeordnet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die atomrechtliche Prüfung im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens beinhaltet zunächst nur eine sehr konzeptionelle Prüfung der erstellten Unterlagen zum Brandschutz. Eine Detailprüfung dagegen erfolgt erst in den nachgeordneten Verfahren zur Erteilung der bergrechtlichen Genehmigung von Betriebsplänen. Die technischen Vorkehrungen und administrativen Maßnahmen zur Vermeidung eines Brandes unter Tage werden im bergrechtlichen Verfahren somit auf dem Stand von Wissenschaft und Technik gehalten. In diesem Rahmen muss die Ausführungsplanung für Anlagen, Anlagenteile, Systeme und Komponenten, bei denen sicherheitstechnisch wichtige Auslegungsanforderungen bestehen, gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 2 des PFB vor Errichtung der Anlagen auch der

atomrechtlichen Aufsichtsbehörde zur Zustimmung vorgelegt werden. Weiterhin erfolgen während der Ausführungsplanung sowie der Errichtung zusätzlich begleitende Kontrollen durch unabhängige Sachverständige. Die Brandschutzmaßnahmen werden durch Prüfungen vor Ort abgenommen. Die entsprechenden Prüfanweisungen werden vor Errichtung der Anlagen der atomrechtlichen Aufsicht zur Zustimmung vorgelegt und unter Beteiligung eines unabhängigen Sachverständigen geprüft. Vor der Inbetriebnahme des Endlagers Konrad erfolgt gemäß der Nebenbestimmung A.1 – 4 eine Gesamt-Abnahmeprüfung. Somit ist auch von atomrechtlicher Seite sichergestellt, dass in Bezug auf die Brandschutzmaßnahmen der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik eingehalten wird.

Nach Prüfung der Unterlagen kommen wir zu dem Ergebnis, dass grundsätzlich ein anlageninterner Brand gemäß der Ereignisse Nr. 49 und Nr. 58, der zu einer Freisetzung von Aktivität führen kann, auch weiterhin ausgeschlossen werden kann.

#### *Hinweise*

##### Grubenwehr:

Im Brandschutzmemorandum ist die Stärke der Grubenwehr mit einem Personalbestand von 20 Mann beschrieben. Im Alarmfall sollen ein bis zwei Grubenwehrtrupps zur Verfügung stehen und im Falle einer Alarmierung nach 5 bis 30 Minuten am Brandort sein. Als Regelwerk wurden die Leitlinien des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen für Organisation, Ausstattung und Einsatz von Grubenwehren herangezogen. In diesen Leitlinien wird eine Stärke von mindestens drei Trupps empfohlen. Abhängig von den betrieblichen Verhältnisse, wie z. B. Art und Umfang der Gefährdung, Stärke der Belegschaft, Abwesenheitsanteilen der Grubenwehrmitglieder, Zuschnitt der Grube und Hilfeleistungsmöglichkeiten durch andere Grubenwehren erscheint diese Zahl zu gering. Die Zeit zwischen Alarmierung und Eintreffen am Brandort unter Tage von max. 30 Minuten erscheint sehr kurz. Die notwendige Stärke und die Interventionszeit sind durch nochmalige Betrachtung zu überprüfen.

##### Einsatz von CO<sub>2</sub>-Löschanlagen unter Tage:

Im Brandschutzmemorandum ist beschrieben, dass zur brandschutztechnischen Absicherung des untertägigen Leitstandes eine CO<sub>2</sub>-Löschanlage eingesetzt werden soll. Unter Tage ist normalerweise der Einsatz von Raumschutzanlagen mit CO<sub>2</sub> nicht vorgesehen. Es wird empfohlen, neben der Möglichkeit CO<sub>2</sub>-Löschanlagen einzusetzen, auch eine Grundlage zu schaffen, alternative Löschanlagen z. B. mit Stickstoff oder Inergen® einsetzen zu können.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:   
Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

#### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

 <b>DMT</b>	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 133 von 155
		Stand: 06.03.2019

---

**Literatur:**

Leitlinien des Deutschen Ausschusses für das Grubenrettungswesen für Organisation, Ausstattung und Einsatz von Grubenwehren, Oktober 2014

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 134 von 155
		Stand: 06.03.2019

---

**Nummer:**

2.1.2.6

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Kollision von Transportmitteln mit Brand unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 238, EU 467

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Systemanalyse wurde das untertägigen Ereignis „Kollision von Transportmitteln mit Brand“ in den Ereignissen Nr. 47, 52, 54, 61, 65, 77 und 79 identifiziert. Bei diesen Ereignissen kommt es aufgrund eines technischen Defektes am Transportmittel (Transportwagen und/oder Stapelfahrzeug) oder menschlichen Fehlverhaltens zu einer Kollision mit einem Hindernis (anderes Transportmittel, Stoß, Bauwerksteile, Abfallgebände, Transport-/Tauschpalette) und anschließendem Brand eines Transportmittels. Zusätzlich wird bei dem Ereignissen Nr. 52 und 54 noch ein möglicher Steinfall unterstellt.

An verschiedenen Betriebspunkten kann es im Brandfall zu Aktivitätsfreisetzungen kommen. Hierbei handelt es sich um das Füllort, die Entladekammer und die Einlagerungskammer, wo das zu berücksichtigende Brandinventar durch betriebliche Einrichtungen, zusätzliche Betriebsstoffe, brennbare Abfälle und unter Umständen auch durch die Anwesenheit eines zweiten Fahrzeuges vergrößert werden kann. An die Maßnahmen des abwehrenden Brandschutzes sind deshalb die nachfolgend beschriebenen erhöhten Anforderungen zu stellen, um unzulässige Aktivitätsfreisetzungen ausreichend ausschließen zu können. Die Bekämpfung der Entstehungsbrände wird wegen der relativ langen Ausrüst- und Anfahrtszeiten der Grubenwehr ausschließlich durch das anwesende Betriebspersonal gewährleistet. Aus diesem Grunde ist vorgesehen, dass an den kritischen Betriebspunkten mindestens ein Angehöriger der Grubenwehr präsent ist und dass die Fahrzeugführer im Umgang mit Löscheinrichtungen besonders geschult sind. Für die Brandbekämpfung stehen an diesen Betriebspunkten jeweils zwei fahrbare Pulverlöcher mit 50 kg Inhalt zur Verfügung. Mit diesen Löschmitteln können auch Treibstoffbrände, die nach der Analyse der Brandentwicklung den Übergang zum Fahrzeugvollbrand einleiten, noch wirkungsvoll bekämpft werden.

Die Ereignisse werden der Ereignisklasse 2 zugeordnet.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Die mechanischen Lastannahmen haben sich nicht geändert und sind weiterhin gültig. Die Bewertung des Szenarios „Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand“ ist somit weiterhin gültig. Das Risiko des Auftretens von Kollisionen kann durch geeignete Maßnahmen verringert werden. Diese sind detaillierter im Formblatt 2.1.1.11 beschrieben und umfassen den Einsatz zusätzlicher technischer Einrichtungen wie Assistenzsysteme einerseits und die

Durchführung einer voreilenden MTO (Mensch-Technik-Organisation)-Analyse der Betriebsabläufe andererseits. Die MTO-Analyse soll untersuchen, ob und welche weiteren Maßnahmen sinnvoll sind, um ein Übergreifen eines Brandes von einem Fahrzeug auf ein zweites Fahrzeug zu vermeiden. Als bestehende Maßnahmen werden hierbei die Anwesenheit von zwei Personen, davon ein Mitglied der Grubenwehr, sowie das Vorhalten von zusätzlichen Feuerlöscheinrichtungen (z. B. Feuerlöscher PG50H) berücksichtigt.

Die Herleitung, dass das Zusammentreffen der Ereignisse Brand eines Transportfahrzeuges und Steinfall keine radiologischen Auswirkungen hat, ist nicht schlüssig dargestellt. Ein Fahrzeug in Vollbrand kann einen Steinfall aus der temperaturbeaufschlagten Firse nach sich ziehen.

Zur weitergehenden Betrachtung des Brandes von Transportfahrzeugen haben wir weitere Betrachtungen im Formblatt 2.1.2.7 „Fahrzeugbrand unter Tage“ durchgeführt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit Berücksichtigung weiterer Ebenen ausreichend belegt

Neue Informationen zu standortunabhängigen Daten

---

#### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Im Folgenden werden drei Defizite zur Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand aufgeführt, die bereits in anderen Formblättern jeweils detailliert beschrieben sind.

In der im Formblatt 2 bereits empfohlenen MTO-Analyse ist auch die hier untersuchten Ereignisse Nr. 47, 52, 54, 61, 65, 77 und 79 zu berücksichtigen. Dabei muss auch untersucht werden, ob weitere Maßnahmen außer der Anwesenheit von zwei Personen, davon mindestens ein Mitglied der Grubenwehr, als Vorsorge gegen den Brand des zweiten Fahrzeuges getroffen werden sollten.

Detaillierte Empfehlungen zum Thema „Fahrzeugbrand unter Tage“ werden im Formblatt 2.1.2.7 abgegeben.

Weiterhin sollen die Auswirkungen eines Brandes auf den Ausbau und den damit verbundenen Steinfall auf Abfallgebinde untersucht werden. Detaillierte Betrachtungen hierzu finden sich im Formblatt 2.1.1.10 „Steinfall“.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

---

#### **Literatur:**

---

**Nummer:**

2.1.2.7

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Fahrzeugbrand unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 000.02 EU 132.1, EU 132.2, EU 132.3, EU 208, EU 228, EU 238, EU 371, EU 406, EU 407, EU 467

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Systemanalyse wurde das untertägige Ereignis „Fahrzeugbrand unter Tage“ in den Ereignissen Nr. 48, 56, 62, 63, 70, 74 und 75 identifiziert. Hierbei können potenziell Abfallgebinde beschädigt und Aktivität freigesetzt werden. Die Ereignisse Nr. 56, 62, 70 und 74 werden der Klasse 1 und die Ereignisse Nr. 48, 63 und 75 der Klasse 2 zugeordnet.

Bei diesen Ereignissen kommt es aufgrund eines technischen Defektes am Transportmittel (Transportwagen und/oder Stapelfahrzeug) bzw. des Versatztransport-/Spritzmanipulatorfahrzeuges zu einem Brand des entsprechenden Fahrzeuges. Für das abdeckende Brandereignis wurde in der weiteren Betrachtung vom vollständigen Abbrennen (Vollbrand) eines Fahrzeuges mit einer Brand-last von 700 l Dieselkraftstoff/Öl und max. 1.700 kg Feststoffe (Gummi, Kabel, Lacke) ausgegangen.

Die radiologischen Auswirkungen der Ereignisse der Klasse 1 wurden berechnet. Die Ergebnisse dieser Berechnungen zeigen, dass die Störfallplanungswerte des § 49 Abs. 1 StrlSchV eingehalten werden.

In der Nebenbestimmung A.3 – 21 des PFB hat die Behörde festgelegt, dass abweichend von den Antragsunterlagen als Antriebsaggregat für die beiden für die Beschickung der Einlagerungskammern eingesetzten Transportwagen ein Elektromotor vorzusehen ist. Der dritte Transportwagen, der zur Abdeckung von betriebsbedingten Ausfallzeiten in Reserve vorgehalten wird, darf als Antriebsaggregat auch einen Dieselmotor erhalten. In Abhängigkeit von der weiteren Detailplanung wird voraussichtlich das Brandinventar eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb wegen des Fortfalls bzw. der Verringerung der Kraftstoffvolumina unter dem Brandinventar eines dieselgetriebenen Fahrzeugs liegen. Im Hinblick auf die zusätzlichen Hilfseinrichtungen für die Stromversorgung wie Stromschienen unter der Firste, zusätzliches Schaltfeld und Transformator unter Tage ergeben sich im Brandfall voraussichtlich keine zusätzlichen Auswirkungen auf die Abfallgebinde.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

In der Unterlage EU 228 wurde der Fahrzeugbrand unter Tage als Ereignis identifiziert, welches zu einer potenziellen Beschädigung von Abfallgebinden führen kann. Bisher werden als abdeckende Lastannahme für den Vollbrand eines Transportfahrzeuges 700 l

Dieselmotorkraftstoff/Hydrauliköl und max. 1.700 kg brennbare Feststoffe genannt, die zu einem Brandereignis von 800 °C mit einer Dauer von einer Stunde führen.

Der Einsatz von elektrisch betriebenen Transportwagen wurde in den Genehmigungsunterlagen zum PFB nicht betrachtet, da deren Einsatz erst durch die Planfeststellungsbehörde verfügt wurde. Der PFB selbst beinhaltet außerdem eine kurze Bewertung der grundsätzlichen Machbarkeit; eine detaillierte brandschutztechnische Bewertung ist für diese technische Ausführung jedoch nicht in den Genehmigungsunterlagen gegeben. Zum Beispiel ist nicht dargestellt, ob die Energieversorgung des Transportfahrzeuges auch durch einen Stromspeicher (Akkumulator) erfolgen soll. Eine sicherheitstechnische Bewertung der Nutzung elektrisch angetriebener Fahrzeuge sowie die Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau des Endlagers Konrad kann erst erfolgen, wenn eine konkrete Planung für die elektrisch betriebenen Fahrzeuge vorliegt.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Neue Informationen zu standortunabhängigen Daten

---

### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Die Betrachtungen zum untertägigen Brandschutz werden im bergrechtlichen Verfahren z. B. zur Genehmigung von Sonderbetriebsplänen eingereicht. Hierbei erfolgt auch eine Prüfung gemäß aktuellem Stand von Wissenschaft und Technik. Zu diesem Verfahren werden folgende Hinweise mit Bezug zum Fahrzeugbrand unter Tage gegeben.

#### *Hinweise*

##### Erstellung einer geschlossenen Brandschutzunterlage

Es ist sinnvoll, die Brandschutzmaßnahmen in einer geschlossenen Unterlage zusammenzufassen. Diese Unterlage beschreibt somit auch die Schnittstellen zur Störfallanalyse.

##### Einsatz von HRD-Löschanlagen und Prüfverfahren:

In den letzten Jahren wurden neben den bekannten HRD-Löschanlagen weitere Löschanlagen zum Schutz von Fahrzeugen und Motorbereichen entwickelt. Diese zum Teil mit Wasser bzw. Aerosolen arbeitenden Systeme werden im Bergbau teilweise wegen der einfacheren Handhabung den HRD-Löschanlagen vorgezogen. Gleichzeitig mit dieser Entwicklung wurde aufgrund zurückliegender Brände an Reisebussen in Schweden ein neues Prüfverfahren zur Prüfung der Löschleistung von Brandbekämpfungssystemen in Motorräumen von Omnibussen entwickelt. Es wird empfohlen eine Grundlage zu schaffen, neben der Möglichkeit von HRD-Löschanlagen auch alternative Löschanlagen einsetzen zu können. Dies würde die Abhängigkeit von nur einem Löschanlagen für den Fall, dass das HRD-Löschanlagen nicht mehr verfügbar sein sollte, deutlich verringern. Da das neue Prüfverfahren zum Nachweis der Löschwirksamkeit dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht, sollten die Nachweise der Löschwirksamkeit mittels dem neuen Prüfverfahren geführt werden.

#### Verringerung der Brandlast:

Im Jahr 2010 wurden Reifen für untertägig eingesetzte Gleislosfahrzeuge orientierend untersucht. Ziel dieser Untersuchungen war nachzuweisen, ob sich die brandtechnischen Eigenschaften bei einem mit elastischem Kunststoff gefüllten Reifen verbessern. Diese orientierenden Versuche mit zunächst relativ kleinen Reifen (Größe 185 65 R15) zeigten ein deutlich besseres Brandverhalten als ungefüllte Reifen. Zur weiteren Verringerung der Brandlast bzw. Wärmefreisetzungsrate ist es sinnvoll, diese Entwicklung weiterzuverfolgen. Eine weitere Verringerung der Brandlast kann durch die Verwendung von schwer entflammbarer Hydraulikflüssigkeit erreicht werden. Daher ist es sinnvoll, in den hydraulischen Anlagen der Fahrzeuge vorzugsweise schwer entflammbare Hydraulikflüssigkeiten einzusetzen. Somit kann ggf. die Brandlast des Transportwagens und die des Stapelfahrzeuges deutlich reduziert werden. Mit einer Reduzierung der Brandlast wird zusätzlich eine Verbesserung der Konservativität der Betrachtungen zum Ereignis „Fahrzeugbrand unter Tage“ erreicht. Darüber hinaus ist zu erwägen, auch das Reservefahrzeug elektrobetrieben zu planen. Hierbei sind neben der möglichen Reduzierung der Brandlast auch Vereinfachungen bei der Wartung dieser Fahrzeuge zu berücksichtigen.

#### Beeinflussung der Wetterrichtung durch Brand eines Fahrzeuges:

Aus der Unterlage Planung Grubengebäude geht hervor, dass Rampen und Berge mit Neigungen von 12% vorhanden sind. In den Unterlagen ist auf ein Forschungsvorhaben der Versuchsgrubengesellschaft zur Beeinflussung der Bewetterung durch Brandereignisse hingewiesen. Hierbei wird der Brand eines dieselbetriebenen Fahrzeuges mit der Brandlast 300 l Dieselkraftstoff, 400 l Öl und 1.700 kg Feststoffen unterstellt. Sollte im Rahmen der Herleitung des Ereignisses Kollision von zwei Fahrzeugen von einem Ereignis auszugehen sein, bei dem beide Fahrzeuge in Brand geraten, ist es sinnvoll, die Auswirkungen des zu unterstellenden Brandereignis auf die Wetterführung neu zu berechnen.

Da in den bisherigen Störfallanalysen eine Betrachtung eines elektrobetriebenen Fahrzeuges fehlt, empfehlen wir die Durchführung einer zusätzlichen brandschutztechnischen Untersuchung für den elektrischen Betrieb der Transportwagen (bspw. über eine Versorgung mittels Stromschienen oder eines Stromspeichers). Dabei ist zu prüfen, ob die PTB-Kurve (siehe EU 132.3) als abdeckende Lastannahme auch für den Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen herangezogen werden kann.

In diesem Zuge soll auch eine Validierung der PTB-Kurve als konservative Lastannahme erfolgen. Hierzu wird empfohlen, die aufgrund der Berücksichtigung der o. g. Hinweise geänderten Brandlasten als Eingangsparameter für eine Simulationsrechnung zu verwenden. Die Simulationsrechnung soll auf Basis aktuell geplanter Brandlasten, der Berücksichtigung eines elektrischen Antriebes und ggf. modifizierter Bauausführungen der Fahrzeuge die Konservativität der Annahmen zum Brandszenario (PTB-Kurve) absichern und das zusätzliche Szenario des Einsatzes eines elektrisch betriebenen Transportwagens abdecken. Hier sind auch die Auswirkungen des ventilationsgesteuerten Brandes zu berücksichtigen, da unterschiedliche Wettermengen des Bewetterungssystems einerseits die Größen Abbrandrate, Branddauer und -temperatur beeinflussen und andererseits zu einer möglichen Kühlung des Brandraumes führen.

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

Überprüfung des Einflusses des Deltas auf die Sicherheitsaussage notwendig

**Literatur:**

DIN EN 1889-1: Maschinen für den Bergbau unter Tage -Anforderungen an bewegliche Maschinen für die Verwendung unter Tage- Teil 1: Gummibereifte Gleislosfahrzeuge für den Bergbau unter Tage von 1-2011

SP Method 4912: Method for testing the suppression performance of fire suppression systems installed in engine compartments of buses and coaches, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut vom 19.09.2014

---

**Nummer:**

2.1.2.8

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Anlageninterne Explosion unter Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 205, EU 228, EU 238

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Im Rahmen der Systemanalyse wurde das untertägigen Ereignis „Anlageninterne Explosion“ als Nr. 59 identifiziert. Bei diesem Ereignis kann es aufgrund von Handhabungsfehlern beim Umgang mit Sprengmitteln bzw. eines technischen Defektes bei der Lagerung oder dem Transport von Sprengmitteln kommen. Hierbei können potenziell Abfallgebände beschädigt und Aktivität freigesetzt werden. Das Szenario wird der Ereignisklasse 2 zugeordnet.

Neben der Explosion von Sprengmitteln wurde im Planfeststellungsbeschluss auch die Bildung von zündfähigen Gemischen im Vorortbereich der Einlagerungskammern bewertet. Dabei wird die Ansammlung von explosiblen Wasserstoff-/Luft-Gemischen durch radiolyse- bzw. korrosionsinduzierte Wasserstoffbildung durch die Verfüllung von Hohlräumen kurz nach der Einlagerung einerseits und durch die Bewitterung der Einlagerungskammern andererseits vermieden.

In der Nebenbestimmung A.3 – 21 des PFB hat die Behörde festgelegt, dass abweichend von den Antragsunterlagen als Antriebsaggregat für die beiden für die Beschickung der Einlagerungskammern eingesetzten Transportwagen ein Elektromotor vorzusehen ist. Die Art der Energieversorgung wurde nicht festgelegt, sondern nur beispielhaft mittels Stromschiene unter der Firste beschrieben.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Der Ausschluss einer anlageinternen Explosion, die zu einer Freisetzung von Aktivität führen kann, ist weiterhin gültig. Der Umgang mit Sprengmittel erfolgt nur auf Basis der bergbehördlichen Vorschriften, und in einer Funktionsprüfung im Rahmen der Inbetriebnahme wird die Einhaltung der Betriebsplanzulassungen, Erlaubnisse, Ausnahmegewilligungen und Bauartzulassungen nachgewiesen (siehe EU 205). Das vorgenannte Regelwerk wird regelmäßig auf den aktuellen Stand der Technik angepasst.

Die radiolyse- bzw. korrosionsinduzierte Wasserstoffbildung wurde im Planfeststellungsbeschluss berücksichtigt. Es wurde jedoch nicht weiter beschrieben, auf welcher Basis diese Aussage getätigt wurde. In der nachgeordneten Unterlage EU 273 „Gasbildung im Endlager Konrad während der Betriebsphase, Revision 2“ werden Gasbildungsraten auf Basis von Korrosionsraten an eisenhaltigen Oberflächen beschrieben.

Mittlerweile wurden weitere Forschungstätigkeiten auf dem Gebiet der Korrosion von eisenhaltigen Materialien durchgeführt (Nagra, 2014).

Diese Korrosions- und damit auch Gasbildungsraten sind mit den in der Unterlage EU 273 herangezogenen Werten vergleichbar. Ein sicherheitstechnischer Einfluss ergibt sich hieraus nicht.

Der Einsatz von elektrisch betriebenen Transportwagen wurde in den Antragsunterlagen zum PFB nicht betrachtet, da deren Einsatz erst durch die Planfeststellungsbehörde verfügt wurde. Der PFB selbst beinhaltet außerdem eine kurze Bewertung der grundsätzlichen Machbarkeit. Zum Beispiel ist nicht dargestellt, ob die Energieversorgung des Transportfahrzeuges auch durch einen Stromspeicher (Akkumulator) erfolgen soll. Eine sicherheitstechnische Bewertung der Nutzung elektrisch angetriebener Fahrzeuge hinsichtlich des Explosionsschutzes sowie die Auswirkungen auf das Sicherheitsniveau des Endlagers Konrad kann erst erfolgen, wenn eine konkrete Planung für die elektrisch betriebenen Fahrzeuge vorliegt.

#### *Hinweise*

Durch Heranziehung von aktuellen Daten für die Gasbildungsraten können die Annahmen für die Störfallbetrachtungen besser gestützt werden.

Sollte es zum Einsatz von elektrisch betriebenen Fahrzeugen unter Tage kommen (siehe auch Bewertungsformblatt 2.1.2.7), muss bei dem Einsatz von Energiespeichern wie beispielsweise Akkumulatoren eine sicherheitstechnische Bewertung hinsichtlich des Explosionsschutzes durchgeführt werden.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:   
Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

---

#### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

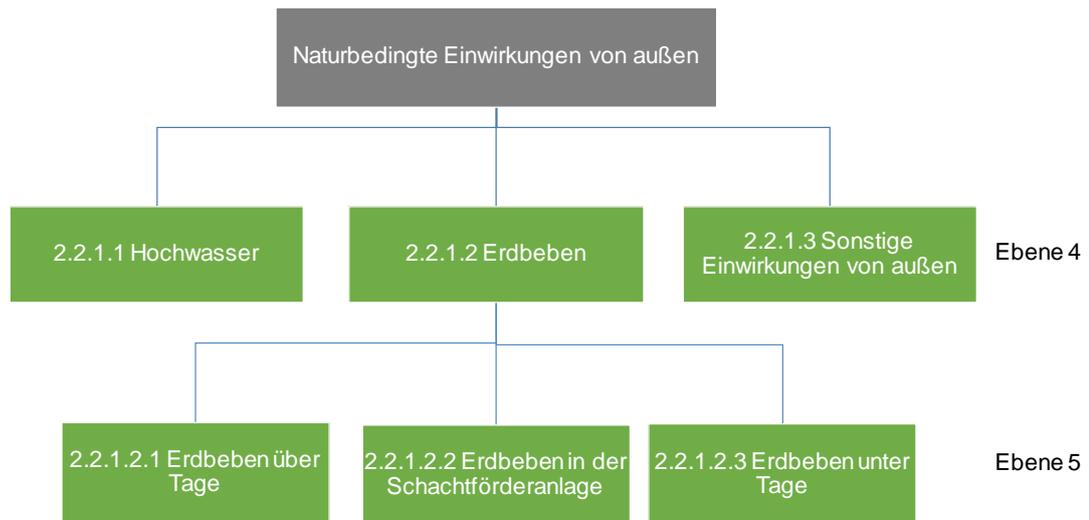
#### **Literatur:**

Nagra: Arbeitsbericht NAB 14-21, Scientific basis for the production of gas due to corrosion in a deep geological repository, February 2014

## Anhang J: Bewertungsformblätter zum Themenbereich 8 - naturbedingte Einwirkungen von außen

Der Themenbereich 8 umfasst die naturbedingte Einwirkungen von außen. Die einzelnen Bewertungsformblätter werden auf den folgenden Seiten aufgeführt.

Abbildung J-1: Hierarchische Struktur zum Themenbereich 8



Ausschluss durch Vorsorgemaßnahmen



Zwischenüberschrift zur Gliederung

**Nummer:**

2.2.1.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Hochwasser

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützendes Dokument: EU 228

**Beschreibung der Aussagen:**

Der Endlagerstandort ist wegen seiner topographischen Lage hochwassersicher. Besondere Vorkehrungen gegen Hochwasser werden nicht getroffen, da eine Gefährdung durch Hochwasser standortbedingt nicht gegeben ist.

Laut des Berichts EU 228 ist Hochwasser im Standortbereich allein auf die durch Starkniederschläge verursachten Überschwemmungen von Gewässern zweiter Ordnung und damit auf deren eng begrenztes natürliches Überschwemmungsgebiet in Bachniederungen beschränkt.

Die hydrologischen Verhältnisse in der Umgebung der Schachanlage Konrad sind für das Endlagervorhaben betrachtet, beschrieben und berücksichtigt worden. Die Schachanlage Konrad liegt im Einzugsbereich des Flusses Aue. Im Bereich der Schachanlage Konrad liegt auch der Zweigkanal Salzgitter, der je nach Lage und Ausbau Wasser an den Untergrund abgeben oder als Vorfluter fungieren kann. Aufgrund der Höhendifferenz zur Talniederung der Aue bzw. zum Zweigkanal Salzgitter können die übertägigen Anlagen der Schachanlage Konrad nicht überschwemmt werden.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sollte der Standort des Lagers hochwasserfrei sein. Kann eine Überflutung durch Hochwasser nicht ausgeschlossen werden, so muss das Lagergebäude mit geeigneten Maßnahmen geschützt werden.

Die standortbedingten Betrachtungen im Hinblick auf Hochwasser entsprechen dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

**Nummer:**

2.2.1.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 3

**Titel:**

Erdbeben

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

**Beschreibung der Aussagen:**

Die Auswirkungen seismischer Einwirkungen auf die Schachanlage Konrad sind je nach Betriebsbereich unterschiedlich. Die Erdbebenauswirkungen auf die übertägige Anlage, die Schachtförderanlage und die untertägige Anlage werden separat untersucht.

Anforderungen zur Beherrschung von Schäden infolge eines Erdbebens sind in den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) festgelegt.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Weitere Ebenen werden betrachtet

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein: **Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

---

**Nummer:**

2.2.1.2.1

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Erdbeben über Tage

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 184, EU 315, EU 503, EU 504, Ing.-Büro Duddeck und Partner-Stellungnahme B0986953, BfS-Bericht B2616568, TÜV-Stellungnahme EGK-BUW.04.1

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Erdbebenauswirkungen auf Abfallgebäude mit Freisetzung radioaktiver Stoffe treten wegen der Auslegung der übertägigen Gebäude und Anlagenteile entsprechend der standortspezifischen Intensität für das Bemessungserdbeben nicht auf. Ein Absturz von Abfallgebänden wird durch die Auslegung der Hebezeuge vermieden. Ein Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebäude wird durch die Auslegung der möglichen Komponenten und durch die Standsicherheit der Gebäude und der relevanten Nachbargebäuden (z.B. Kamine) ausgeschlossen.

Nicht auszuschließen ist lediglich ein Handhabungsstörfall in der Pufferhalle beim Transport der Abfallgebäude mit dem Seitenstapelfahrzeug. Da Transporteinheiten in der Pufferhalle nur in Sonderfällen und im Allgemeinen unterhalb der maximalen Hubhöhe gehandhabt werden, wird ein Zusammentreffen von Erdbeben und Absturz aus maximaler Höhe von 3 m nicht als Störfall unterstellt. Die in der Pufferhalle zu berücksichtigenden Freisetzungsanteile werden aufgrund der geringeren Absturzhöhe durch den Störfall mit den höchsten mechanischen Lasteinwirkungen abgedeckt.

In den Bereichen, in denen kontaminierte Wässer gesammelt oder gelagert werden, z. B. im Sonderbehandlungsraum, wird durch Auslegungsmaßnahmen verhindert, dass infolge eines Erdbebens Wässer in den Boden sickern können. Für die Löschwasserrückhaltebecken und für die Auffangwanne der Abwassersammelbehälter im Keller der Sonderbehandlung ist die Dichtheit unter Erdbebenbeanspruchungen nachzuweisen.

Basis der Erdbebenauslegung sind die nach den Grundsätzen der KTA-Regel 2201.1 (1990) festgelegten Bemessungserdbeben und die daraus abgeleiteten Lastannahmen. Im Bericht EU 315 sind alle Gebäude und Anlagenteile aufgelistet, die für das Bemessungserdbeben ausgelegt sind. Die Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen für die baulichen Anlagenteile und Komponenten werden im Bericht EU 184 zusammengestellt.

---

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) ist anlagenspezifisch zu untersuchen, ob durch postulierte Schäden infolge eines Erdbebens die Strahlenexposition durch Freisetzung radioaktiver Stoffe in der Umgebung zu einer Überschreitung der Störfallplanungswerte führen kann. Ist dies der Fall, sind die Anlagenteile in sinngemäßer Anwendung nach KTA-Regel 2201.1 (2011) zu klassifizieren und gegen Erdbeben auszulegen.

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat im Jahr 2016 überprüft, ob die im Bericht EU 184 festgelegten Kenngrößen eines Bemessungserdbebens unter Berücksichtigung der KTA-Regel 2201.1 (2011) weiterhin gültig sind. Hierbei wird festgestellt, dass die Festlegung des Bemessungserdbebens und weiterer ingenieurseismologischer Kenngrößen, angefertigt auf Grundlage der KTA-Regel 2201.1 (1990), auch die heutigen Anforderungen der KTA-Regel 2202.1 (2011) erfüllt. Diese Aussage wurde im Jahr 2017 gutachterlich geprüft und bestätigt. Damit wurde nachgewiesen, dass die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Die Aussage, dass ein Absturz von Abfallgebinden durch die Auslegung der Hebezeuge vermieden wird, ist nicht nachvollziehbar. Die Hebezeuge sind nicht entsprechend den zusätzlichen Anforderungen gemäß KTA 3902 ausgelegt um diese Aussage zu rechtfertigen. Des Weiteren besitzen Konrad-Container keine Lastanschlagpunkte gemäß KTA 3905. Ein Absturz von Abfallgebinden kann somit nicht ausgeschlossen werden. Die Hebezeuge sind gemäß KTA 2201 gegen ein Bemessungserdbeben ausgelegt, wodurch ausgeschlossen werden kann, dass Hebezeuge beim Erdbeben auf Abfallgebinde stürzen.

Zu einer der Auswirkungen des Bemessungserdbebens auf den Baugrund zählt die Bodenverflüssigung. Laut den KTA-Regeln 2201.1 Kap. 7 (2011) und 2201.2 Kap. 5 (2012) ist die Veränderung des Baugrundes durch die Bodenverflüssigung zu betrachten. Beide KTA-Regeln (1990) wurden bei der Auslegung der sicherheitstechnisch relevanten Bauwerke und Anlagenteile berücksichtigt. Im Planfeststellungsverfahren gibt es keinen Nachweis, dass die Bodenverflüssigung bewertet wurde. Die Baugrunduntersuchung und Gründungsplanung für die obertägigen Bauwerke am Schacht 1 und 2 werden in den Berichten EU 503 (1996) und EU 504 (1996) dargestellt. Sie wurden bereits von Sachverständigen begutachtet (1997 und aktualisiert im Jahr 2000).

**Hinweise****Absturz von Abfallgebinden**

Gemäß dem aktuellen Stand von W&T kann der Absturz eines Abfallgebindes durch die Auslegung der Hebezeuge nicht vermieden werden, da die Hebezeuge nicht entsprechend den zusätzlichen Anforderungen gemäß KTA 3902 ausgelegt sind. Des Weiteren besitzen Konrad-Container keine Lastanschlagpunkte gemäß KTA 3905. Ein Absturz von Abfallgebinden kann somit nicht ausgeschlossen werden. Dieses Delta ist sicherheitstechnisch jedoch nicht relevant, da der Absturz von Abfallgebinden im Rahmen der Störfallanalyse voll umfänglich betrachtet wurde (siehe Bewertungsformblatt 2.1.1.1.2).

Die Hebezeuge hingegen sind gemäß KTA 2201 gegen ein Bemessungserdbeben ausgelegt, wodurch ausgeschlossen werden kann, dass Hebezeuge beim Erdbeben auf Abfallgebände stürzen.

#### Bodenverflüssigung

Es wird empfohlen, die Bodenverflüssigung standortspezifisch zu berücksichtigen. Ob die Bodenverflüssigung zu unterstellen ist und ob sie bereits betrachtet wurde, ist zu überprüfen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist nicht belegt, Lücke im Stand von Wissenschaft und Technik identifiziert

Nicht berücksichtigte Szenarien

---

#### **Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

#### **Literatur:**

EU 503: Endlager Konrad, gutachtliche Stellungnahmen zu den Baugrunduntersuchungen für die Tagesanlage, Außenanlage und Verkehrsanbindung, Januar 1996

EU 504: Spezifikation Baugrund Tagesanlage, Verkehrsanbindung, Januar 1996

Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH: Gutachtliche Stellungnahme in geotechnischer Hinsicht zur Baugrunduntersuchung und Gründungsplanung für die obertägigen Bauwerke am Schacht 1 und 2 (EU 503 und 504), B0986953, April 1997

Ingenieurbüro Prof. Duddeck und Partner GmbH: Aktualisierung der gutachtlichen Stellungnahmen, Juli 2000

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, Fassung Juni 1990

KTA 2201.2: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 2: Baugrund, Fassung Juni 1990

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze, Fassung November 2011

KTA 2201.2: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 2: Baugrund, Fassung November 2012

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

BfS: Prüfung des seismologischen Gutachtens für den Standort Konrad in Bezug zur neuen KTA 2201.1 (2011-11), B2616568, Datum 05. Dezember 2016

TÜV: Stellungnahme zu der durch das Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Überprüfung des seismologischen Gutachtens der BGR (1996) für den Standort Konrad in Bezug auf die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben unter Berücksichtigung der Neufassung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11), EGK-BUW.04.1, Datum 22. Februar 2017

**Nummer:**

2.2.1.2.2

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Erdbeben in der Schachtförderanlage

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 184, EU 228, EU 274, BfS-Bericht B2616568, TÜV-Stellungnahme EGK- BUW.04.1

**Beschreibung der Aussagen:**

Auswirkungen auf Abfallgebinde mit Freisetzung radioaktiver Stoffe infolge eines Erdbebens (max. Bemessungserdbeben) treten während der Schachtförderung nicht auf. Die Erdbebensicherheit wird für die Schachteinbauten und das Förderseil nachgewiesen, so dass ein Absturz des Förderkorbes ausgeschlossen werden kann.

Basis der Erdbebenauslegung ist das nach den Grundsätzen der KTA-Regel 2201.1 (1990) festgelegte Bemessungserdbeben und die daraus abgeleiteten Lastannahmen. Alle Grubenräume und die untertägigen Anlagenteile sind für das Bemessungserdbeben gemäß KTA 2201.4 ausgelegt (EU 274).

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat im Jahr 2016 überprüft, ob die im Bericht EU 184 festgelegten Kenngrößen eines Bemessungserdbebens unter Berücksichtigung der KTA-Regel 2201.1 (2011) weiterhin gültig sind. Hierbei wird festgestellt, dass die Festlegung des Bemessungserdbebens und weiterer ingenieurseismologischer Kenngrößen, angefertigt auf Grundlage der KTA-Regel 2201.1 (1990), auch die heutigen Anforderungen der KTA-Regel 2202.1 (2011) erfüllen. Diese Aussage wurde im Jahr 2017 gutachterlich geprüft und bestätigt. Damit wurde nachgewiesen, dass die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein: 

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

 <b>DMT</b>	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Los I</b>	Seite: 151 von 155
		Stand: 06.03.2019

---

**Literatur:**

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen Teil 1: Grundsätze, Fassung Juni 1990

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen Teil 1: Grundsätze, Fassung November 2011

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

BfS: Prüfung des seismologischen Gutachtens für den Standort Konrad in Bezug zur neuen KTA 2201.1 (2011-11), B2616568, Datum 05. Dezember 2016

TÜV: Stellungnahme zu der durch das Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Überprüfung des seismologischen Gutachtens der BGR (1996) für den Standort Konrad in Bezug auf die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben unter Berücksichtigung der Neufassung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11), EGK-BUW.04.1, Datum 22. Februar 2017

**Nummer:**

2.2.1.2.3

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

**Titel:**

Erdbeben unter Tage

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 184, EU 228, EU 274, BfS-Bericht B2616568, TÜV-Stellungnahme EGK- BUW.04.1

**Beschreibung der Aussagen:**

Auswirkungen auf Abfallgebinde mit Freisetzung radioaktiver Stoffe treten unter Tage infolge eines Erdbebens (max. Bemessungserdbeben) nicht auf. Ein Absturz von Abfallgebänden wird durch die Auslegung der Hebezeuge vermieden. Eine Beschädigung von Gebänden durch Steinfall wird durch den Ausbau vermieden.

Basis der Erdbebenauslegung ist das nach den Grundsätzen der KTA-Regel 2201.1 (1990) festgelegte Bemessungserdbeben und die daraus abgeleiteten Lastannahmen. Alle Grubenräume und die untertägigen Anlagenteile sind für das Bemessungserdbeben gemäß KTA 2201.4 ausgelegt (EU 274).

Weiterhin werden erdbebeninduzierte Steinfälle mit Lastbeaufschlagung von Abfallgebänden in Strecken und Kammern ausgeschlossen (EU 228), da

- das Auftreten von Erdbeben im Bereich der Schachanlage Konrad unwahrscheinlich ist,
- es keine Erfahrungen oder Hinweise aus dem Bergbau gibt, dass Erdbeben Steinfälle induzieren,
- die Strecken und Kammern durch Anker Ausbau gegen Steinfall ausgelegt sind.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) hat im Jahr 2016 überprüft, ob die im Bericht EU 184 festgelegten Kenngrößen eines Bemessungserdbebens unter Berücksichtigung der KTA-Regel 2201.1 (2011) weiterhin gültig sind. Hierbei wird festgestellt, dass die Festlegung des Bemessungserdbebens und weiterer ingenieurseismologischer Kenngrößen, angefertigt auf Grundlage der KTA-Regel 2201.1 (1990), auch die heutigen Anforderungen der KTA-Regel 2202.1 (2011) erfüllen. Diese Aussage wurde im Jahr 2017 gutachterlich geprüft und bestätigt. Damit wurde nachgewiesen, dass die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben dem heutigen Stand von Wissenschaft und Technik entsprechen.

Der Ausschluss einer Gebindebeschädigung durch einen erdbebeninduzierten Steinfall wird unter anderem damit begründet, dass es keine Erfahrungen oder Hinweise auf die Tatsache, dass Erdbeben Steinfälle induzieren, gibt (siehe EU 228, S. 21). In der Zeit seit dem Erlass

des Planfeststellungsbeschlusses bis heute ereigneten sich weitere Erdbeben, die auch Auswirkungen auf untertägige Bauwerke wie Bergwerke, Tunnel oder Kavernen hatten. Weiterhin wurde der Stand von Wissenschaft und Technik in Bezug der erdbebenbedingten Auswirkungen auf den Betrieb von Bergwerken (beispielhaft in Lenhardt, 2009) sowie im Tunnelbau (beispielhaft in Jaramillo, 2017) fortgeschrieben. Auf Basis dieser aktuellen Literaturdaten haben wir geprüft, ob mittlerweile Kenntnisse oder Hinweise vorliegen, die auf einen erdbebeninduzierten Steinfall im Bergbau hinweisen. Hierbei wurden insbesondere Erkenntnisse aus Erdbeben berücksichtigt, die Einfluss auf unterirdische Bauwerke (Bergwerke, Tunnel, Kavernen) hatten. Die Literaturrecherche zeigt, dass das Bemessungserdbeben keinen Steinfall induziert.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:

Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

Neue Informationen zu standortunabhängigen Daten

---

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

---

**Literatur:**

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen Teil 1: Grundsätze, Fassung Juni 1990

KTA 2201.1: Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen Teil 1: Grundsätze, Fassung November 2011

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013

BfS: Prüfung des seismologischen Gutachtens für den Standort Konrad in Bezug zur neuen KTA 2201.1 (2011-11), B2616568, Datum 05. Dezember 2016

TÜV: Stellungnahme zu der durch das Bundesamt für Strahlenschutz durchgeführten Überprüfung des seismologischen Gutachtens der BGR (1996) für den Standort Konrad in Bezug auf die im Planfeststellungsverfahren getroffenen Festlegungen zum Bemessungserdbeben unter Berücksichtigung der Neufassung der KTA-Regel 2201.1 (2011-11), EGK-BUW.04.1, Datum 22. Februar 2017

Lenhardt, W., The Impact of Earthquakes on Mining Operations, Berg- und Huettenmaennische Monatshefte (2009) 154: 249. <https://doi.org/10.1007/s00501-009-0470-1>

Carlos A. Jaramillo, Impact of seismic design on tunnels in rock – Case histories, Underground Space Volume 2, Issue 2, June 2017, Pages 106-114

---

**Nummer:**

2.2.1.3

Anzahl der Dokumente in der nächsten Ebene: 0

---

**Titel:**

Sonstige Einwirkungen von außen

---

**Ursprungsdokument(e):**

Hauptdokument: PFB

Unterstützende Dokumente: EU 228, EU 324, EU 315, EU 278

---

**Beschreibung der Aussagen:**

Laut des Berichts EU 228 umfassen die betrachteten sonstigen Einwirkungen von außen Ereignisse wie Blitzschlag, Wind, Eis und Schnee, äußere Brände und andere standortabhängige Einwirkungen von außen. Diese Einwirkungen sind durch geeignete bauliche, technische oder administrative Maßnahmen vermieden und damit der Klasse 2 zugeordnet.

Gemäß des Berichts EU 324 sind die Einwirkungen von außen wie Blitzschlag, Wind, Eis, Schnee oder Sturm durch die Auslegung aller Gebäude der übertägigen Anlage entsprechend den Bestimmungen der Niedersächsischen Bauordnung berücksichtigt. Die ausreichende Auslegung der Bauwerke wird gutachterlich bestätigt.

Zur Vermeidung von Brandeinwirkungen von außen werden um die Tagesanlagen Konrad 1 und 2 Löschwasserringleitungen und Überflurhydranten installiert. Außerdem wird durch geringe Brandlasten im Außenbereich einer Brandübertragung auf die Bauwerke vorgebeugt. Die aktiven, passiven und administrativen Brandschutzmaßnahmen werden im Brandschutzmemorandum EU 278 beschrieben.

Hinsichtlich möglicher Brandeinwirkungen von außen ist untersucht worden, ob durch den Betrieb der Schlackenbetten der Salzgitter AG und insbesondere durch die Schlacken Transporte auf den der Tagesanlage Konrad 2 benachbarten Gleisen eine Brandübertragung zu besorgen ist. Aufgrund des Abstandes zwischen der Geländegrenze Konrad 2 zu den Transportstrecken und zu den Schlackenbetten sowie des Abstandes zwischen den Anlieferungsstrecken der Abfallgebände und den Schlackenbetten ist eine unmittelbare Gefährdung der Abfallgebände durch heiße auslaufende Schlacken ausgeschlossen. Nicht völlig auszuschließen sind Brandübertragungen auf das Gelände Konrad 2 durch Funkenflug. Die vom Antragsteller vorgesehenen Vorsorgemaßnahmen beim Endlager stellen allerdings sicher, dass so entstehende Brände sowie alle durch Brandübertragungen von außen evtl. entstehenden Brände kurzfristig gelöscht werden und die Abfallgebände nicht betroffen sind.

**Bewertung der Gültigkeit der Information:**

Laut den ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung (2013) sind die Lastannahmen für naturbedingte Einwirkungen den Standortgegebenheiten entsprechend festzulegen. Die baulichen Einrichtungen sind entsprechend den Landesbauordnungen der Bundesländer und gemäß den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu errichten. Darüber hinaus ist das Lagergebäude mit Erdungs- und Blitzschutzanlagen auszustatten.

Diese Anforderungen sind nach den zuvor beschriebenen Aussagen bereits betrachtet worden.

Wurde ein Delta identifiziert? Ja:  Nein:   
Aussage ist mit dieser Ebene ausreichend belegt

**Empfehlung zum Umgang mit dem Delta:**

Weitere Untersuchungen werden empfohlen? Ja:  Nein:

**Literatur:**

ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, Fassung 10. Juni 2013