

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 1 von 184
		Stand: 14.02.2025

**Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)  
Phase 2 -  
MTO-Analyse für das Endlager Konrad  
in Form einer  
Hazard Operability Study (HAZOP)**

**DMT GmbH & Co. KG**

**ENCOS GmbH & Co. KG**

**MTO Safety GmbH**

Hamburg, 14.02.2025

(N. Hentrich)

(M. Arnold)

CME3-2021-01356

Rev. 0

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 2 von 184
		Stand: 14.02.2025

## Impressum:

Auftraggeber: Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH  
Eschenstraße 55  
31224 Peine

Telefon: 05171 43 0  
Fax: 05171 43-1218  
E-Mail: [dialog@bge.de](mailto:dialog@bge.de)  
Internet: [www.bge.de](http://www.bge.de)

Ersteller: M. Arnold<sup>1</sup>, D. Walbrodt<sup>1</sup>, L. Ferreira<sup>2</sup>, R. Miller<sup>3</sup>

1 DMT GmbH & Co. KG  
Friedrich-Ebert-Damm 145  
22047 Hamburg  
Telefon: +49 (0)40 8557-2572  
Internet: [www.dmt-group.com](http://www.dmt-group.com)

2 ENCOS GmbH & Co. KG  
Blohmstraße 10  
21079 Hamburg  
Telefon: +49 (0)40 7511-580  
Internet: [www.encos.de](http://www.encos.de)

3 MTO Safety GmbH  
Gethesemanestr. 4  
10437 Berlin  
Telefon: +49 (0)30 3988-7982  
Internet: [www.mto-safety.de](http://www.mto-safety.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.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 3 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	---------------------------------------

## 0. Abgrenzung des Auftrags der DMT durch BGE

Die Erstellung des nachfolgenden Berichts „MTO-Analyse für das Endlager Konrad in Form einer Hazard Operability Study (HAZOP)“ wurde von der BGE an DMT GmbH & Co. KG im Rahmen der ÜsiKo Phase 2 beauftragt (ÜsiKo = „Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik“). Die ÜsiKo wird – initiiert von der BGE als verantwortungsvolle Vorhabenträgerin – unabhängig von der jederzeit gegebenen behördlichen Überwachung, als selbstständige Überprüfung durch externe Fachgutachter und Sachverständige durchgeführt. Der Planfeststellungsbeschluss Konrad ist bestandskräftig. Er selbst ist kein Gegenstand der Überprüfung i. S. d ÜsiKo.

Inhalte und Ergebnisse des nachfolgenden Berichts liegen allein in der Verantwortung des jeweiligen Verfassers, der seinen Auftrag selbstständig und frei von Weisungen erfüllt hat. Die Ausführungen in diesem Kapitel erfolgen von Seiten der BGE und dienen ausschließlich der Einordnung der Bearbeitung des Auftrags für ÜsiKo Phase 2.

Die ÜsiKo umfasst bislang folgende zwei Phasen: Die Phase 1 (2017 - 2020) diente der Ermittlung des Überprüfungsbedarfs. Hier wurde fachgutachterlich untersucht, ob in Bezug auf die Sicherheitsanalysen für das Endlager Konrad ein allgemeiner Fortschritt im Stand von Wissenschaft und Technik eingetreten ist. Soweit dies der Fall ist, wurde dieser Fortschritt als sogenanntes Delta formuliert. Zum überwiegenden Teil wurde bereits in Phase 1 festgestellt, dass der konstatierte Fortschritt keine Relevanz in Bezug auf die Sicherheit des Endlagers Konrad aufweist. Konnte eine Relevanz in Bezug auf die Sicherheit des Endlagers Konrad – in vereinzelt Fällen – in Phase 1 nicht von vornherein ausgeschlossen werden, wurde insoweit ein weiterer Betrachtungsbedarf für Phase 2 ermittelt (sog. sicherheitsrelevante Deltas).

Die Feststellung eines sogenannten sicherheitsrelevanten Deltas in Phase 1 allein lässt keine Schlussfolgerungen in Bezug auf die Sicherheit des Endlagers Konrad zu. Es wird lediglich festgestellt, dass sich der aktuelle Stand von Wissenschaft und Technik in Bezug auf die Anforderungen an ein heute neu zu genehmigendes Endlager verändert hat und eine sicherheitstechnische Relevanz nicht von vornherein verneint werden kann. Die ÜsiKo sieht für diesen Fall vor, dass eine weitergehende fachgutachterliche Betrachtung in Phase 2 (Aktualisierung von Sicherheitsanalysen) erfolgt.

Bei der Aktualisierung von Sicherheitsanalysen (Phase 2 der ÜsiKo) setzen sich die Fachgutachter mit den konkreten Ausprägungen eines Fortschritts im Stand von Wissenschaft und Technik mit Bezug zu den sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (sog. Sicherheitsrelevanz) auseinander. Im Rahmen der Bearbeitung in Phase 2 werden z.B. neue Modellrechnungen vorgenommen. Sodann wird untersucht, ob eine Relevanz dieser Ergebnisse für die Sicherheitsanforderungen des Endlagers Konrad nach Phase 2 ausgeschlossen werden kann (1.) oder ob die Sicherheitsrelevanz weiter besteht (2.).

1. Soweit fachgutachterlich festgestellt wird, dass sich die in Phase 1 identifizierte potenzielle Sicherheitsrelevanz nach dem Ergebnis der Phase 2 nicht bestätigt, sind Folgerungen in Bezug auf die Sicherheit des Endlagers Konrad ausgeschlossen. In diesem Fall wird das Delta bereits mit der Aktualisierung der Sicherheitsanalysen geschlossen. Für den Fall, dass die Fachgutachter hier gleichwohl Empfehlungen abgeben, bedeutet

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 4 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	---------------------------------------

dies nicht, dass ihre Umsetzung im Hinblick auf die Sicherheit des Endlagers geboten ist. In diesen Fällen wird die BGE in Abstimmung mit den Behörden vielmehr im Einzelfall bewerten, ob und wenn ja, in welcher Weise eine Realisierung erfolgt, um ggf. einen Beitrag zur überobligatorischen Optimierung der Sicherheit des Endlagers zu leisten. Besteht der Fehler (die Abweichung) z. B. im Versagen einer Bremse, dann kann die Bremse nicht als Schutzeinrichtung herangezogen werden. Es muss eine andere organisatorische oder technische Maßnahme greifen (z. B. eine zweite, redundante Bremsvorrichtung).

2. Soweit die Sicherheitsrelevanz eines Deltas für das Endlager Konrad nach der fachgutachterlichen Untersuchung nicht ausgeschlossen werden kann, wird die BGE in Abstimmung mit den Behörden unter Einbeziehung etwaiger Empfehlungen der Gutachter über etwaige Maßnahmen beraten und diese – soweit erforderlich – anschließend umsetzen.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 5 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	---------------------------------------

## Kurzfassung

Ersteller: M. Arnold<sup>1</sup>, D. Walbrodt<sup>1</sup>, L. Ferreira<sup>2</sup>, R. Miller<sup>3</sup>

**Titel:** Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) Phase 2: MTO-Analyse für das Endlager Konrad in Form einer Hazard Operability Study (HAZOP)

**Stand:** 14.02.2025

Aufbauend auf den Ergebnissen der Phase 1 der Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) werden die Einlagerungsabläufe für schwach- und mittelradioaktiven Abfälle hinsichtlich der menschlich-technisch-organisatorischen (MTO) Einflüsse analysiert. Die ganzheitliche, voreilende MTO-Analyse wird in Form einer Hazard Operability Study (HAZOP) für den gesamten Einlagerungsvorgang im Endlager Konrad durchgeführt. Die Untersuchung wurde auf Basis des zum Zeitpunkt der Durchführung verfügbaren Planungsstandes durchgeführt.

Der vorliegende Abschlussbericht ist das Ergebnis der MTO-Analyse, die in Form mehrerer HAZOP-Analysen für die geplante Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen im Endlager Konrad durchgeführt wurde. Der Einlagerungsvorgang und die damit verbundenen Tätigkeiten und Handlungsschritte sind in sieben Abläufe aufgeteilt worden. Für jeden Ablauf wurde eine eigenständige HAZOP-Analyse durchgeführt. Die Reihenfolge der HAZOP-Analysen spiegelt die Vorgänge im Endlager in ihrer zeitlichen und örtlichen Reihenfolge über und unter Tage wider.

Dabei werden die bereits geplanten bzw. umgesetzten Schutzeinrichtungen und -maßnahmen zur Verhinderung der möglichen Vorfälle bzw. zur Wahrung der Integrität der Abfallgebinde aufgelistet und ggf. weitere Schutzmaßnahmen empfohlen, die zu einer weiteren Optimierung der Sicherheit des Endlagers Konrad im Betrieb führen könnten. Für diese Empfehlungen wird eine Bewertung der Sicherheitsbedeutung hinsichtlich des potenziellen Sicherheitsgewinns der zusätzlichen Schutzmaßnahmen vorgenommen.

Im Ergebnis wurden 14 Deltas aus ÜsiKo Phase 1 im Rahmen der ÜsiKo Phase 2 bearbeitet. Dazu wurde eine ablaufbezogene voreilende MTO-Analyse durchgeführt. Hinsichtlich fünf der 14 Deltas kommen Optimierungsmaßnahmen in Betracht. Diese werden zur weiteren Optimierung der Sicherheit des Endlagers empfohlen. Ob und wie sich durch die Umsetzung einer Empfehlung tatsächlich eine Optimierung der Betriebssicherheit des Endlagers erzielen lässt, bleibt einer abschließenden Gesamtbewertung vorbehalten.

## Inhaltsverzeichnis

0.	Abgrenzung des Auftrags der DMT durch BGE.....	3
	Kurzfassung .....	5
	Inhaltsverzeichnis.....	6
	Anhangsverzeichnis.....	8
	Abbildungsverzeichnis.....	9
	Tabellenverzeichnis.....	12
	Abkürzungsverzeichnis .....	13
	Glossar.....	15
1.	Einleitung und Zielsetzung.....	18
2.	Systemanalyse Konrad.....	20
3.	Darstellung der sicherheitsrelevanten Deltas.....	21
4.	Umfang/Aufgabenstellung .....	23
4.1	Struktur der MTO-Analysen .....	23
4.2	Aufgabenstellung der Analyse.....	25
4.3	Prüfumfang.....	27
4.3.1	Brandschutzmaßnahmen.....	27
4.3.2	Brand zweier Fahrzeuge.....	28
4.3.3	Abgrenzung .....	29
4.3.4	Übersicht des Prüfumfanges.....	33
5.	Durchführung der HAZOP-Analysen .....	34
5.1	Sicherheitsbezogene Analyse.....	34
5.2	Vorgehen bei der HAZOP-Analyse.....	35
5.3	Parameter und Leitwörter .....	38
5.4	Definition Ursache .....	40
5.5	Bewertung der Auswirkung einer potenziellen Abweichung.....	40
5.6	Bewertung von Schutzeinrichtungen .....	41
5.7	Bewertung „Sicherheitsbedeutung“ .....	41
5.8	Durchführung der HAZOP-Analysen .....	42
5.9	Dokumentation der Ergebnisse der HAZOP-Analyse.....	42
6.	Ergebnisse der HAZOP-Analysen .....	44
6.1	HAZOP 1: Gebindeanlieferung und Trocknung.....	44

6.1.1	Untersuchungsumfang .....	44
6.1.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	46
6.1.3	Ergebnisse .....	46
6.2	HAZOP 2: Gebindeabfertigung .....	50
6.2.1	Untersuchungsumfang .....	50
6.2.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	53
6.2.3	Ergebnisse .....	53
6.3	HAZOP 3: Pufferlagerung und Sonderbehandlungsraum.....	54
6.3.1	Untersuchungsumfang .....	54
6.3.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	58
6.3.3	Ergebnisse .....	58
6.4	HAZOP 4: Transport nach unter Tage.....	59
6.4.1	Untersuchungsumfang .....	59
6.4.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	63
6.4.3	Ergebnisse .....	63
6.5	HAZOP 5: Umladung im Füllort .....	64
6.5.1	Untersuchungsumfang .....	64
6.5.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	65
6.5.3	Ergebnisse .....	66
6.6	HAZOP 6: Gebindeantransport unter Tage.....	68
6.6.1	Untersuchungsumfang .....	68
6.6.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	71
6.6.3	Ergebnisse .....	71
6.7	HAZOP 7: Einlagerung .....	71
6.7.1	Untersuchungsumfang .....	71
6.7.2	Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen) .....	79
6.7.3	Ergebnisse .....	79
7.	Zusammenfassung .....	87
	Literaturverzeichnis .....	116

Gesamtseitenzahl: 184

## Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Liste relevanter Unterlagen für das Endlager Konrad.....	118
Anhang 2: Tabelle HAZOP Nr. 1.....	120
Anhang 3: Tabelle HAZOP Nr. 2 .....	129
Anhang 4: Tabelle HAZOP Nr. 3.....	138
Anhang 5: Tabelle HAZOP Nr. 4.....	149
Anhang 6: Tabelle HAZOP Nr. 5.....	160
Anhang 7: Tabelle HAZOP Nr. 6 .....	165
Anhang 8: Tabelle HAZOP Nr. 7 .....	172

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schematische Darstellung des Einlagerungssystems im Endlager Konrad ....	18
Abbildung 2:	Schematische räumliche Darstellung der sieben Abläufe, zu denen HAZOP-Analysen durchgeführt wurden und ihre Verortung im Endlager Konrad .....	24
Abbildung 3:	Darstellung der Zusammenhänge zwischen Grundursachen, beobachtbaren Ursachen und deren Auswirkung .....	40
Abbildung 4:	Übersicht LKW Fahrweg vom Werkstor bis zur Umladehalle .....	45
Abbildung 5:	Übersicht „Bahn-Waggon“: Fahrweg vom Werkstor bis zur Umladehalle .....	46
Abbildung 6:	Schematische Darstellung der Umladehalle mit GEK und Bereich zur Wendung stehend angelieferter Abfallgebinde.....	51
Abbildung 7:	Fahrweg des entladenen LKW aus der Umladehalle zur Wache mit Überschneidungsbereich mit Gleis 6 .....	53
Abbildung 8:	Schematische Darstellung des Transportwegs von der GEK zur Umladeposition an der das Seitenstapelfahrzeug die TE für die Pufferung übernimmt.....	55
Abbildung 9:	Schematische Darstellung des Transportwegs der TE vom Umladebereich in die Pufferhalle.....	55
Abbildung 10:	Schematische Darstellung des Transportwegs aus der Pufferhalle Richtung Puffertunnel.....	56
Abbildung 11:	Schematische Darstellung des Transportwegs der TE von der GEK zu Gleis 9 und anschließend zum Sonderbehandlungsraum.....	57
Abbildung 12:	Schematische Darstellung des Transportwegs vom Sonderbehandlungsraum zur Gebindeeingangskontrolle .....	57
Abbildung 13:	Schematische Darstellung des Schachtantransports der TE auf dem PW mit Hilfe der Flurförderanlage nach Abschluss der GEK. Der Weg der TE auf dem PW über den Querverschub 2, den Puffertunnel und die Drehscheibe zum Förderschacht ist als roter Pfeil dargestellt .....	59
Abbildung 14:	Schematische Darstellung der Beschickung Fördergestell: PW auf Absetzboden. Der Absetzboden liegt auf den Absetzklinken auf und ist vom Fußrahmen abgehoben. ....	61
Abbildung 15:	Schematische Darstellung der „Klinkenfahrt Aufwärts“. Bei der „Klinkenfahrt aufwärts“ wird der Fußrahmen aufwärts gegen den Absetzboden gefahren und drückt diesen nach oben. Die Absetzklinken sind nicht mehr belastet. Weiterhin sichern die Festen Begrenzungen des Fußrahmens den PW gegen Wegrollen. ....	61

Abbildung 16: Schematische Darstellung der „Klinkenfahrt Aufwärts“. Vor der Klinkenfahrt „abwärts“ werden die Absetzklinken eingefahren, und der Fußrahmen im Anschluss abwärts bewegt. Die Festen Begrenzungen des Fußrahmens sichern den PW gegen Wegrollen.....	62
Abbildung 17: Schematische Darstellung des Füllortes. Transport des beladenen PW am Füllort vom Schacht zur Umladeposition. Der PW wird mit der Aufzieh- und Abschiebeeinrichtung vom Absetzboden des Fördergestells abgezogen und an den Distanzhalter gefahren. ....	63
Abbildung 18: Schematische Darstellung des Füllorts mit den Einrichtungen zur Umladung von TE.....	65
Abbildung 19: Schematische Darstellung der Transportstrecke des TW unter Tage mit der Kennzeichnung des in HAZOP 6 untersuchten Bereichs .....	68
Abbildung 20: Schematische Darstellung der Einlagerungstransportstrecke vom Füllort bis zur Entladekammer mit Wetterschleuse und Knotenpunkten. ....	69
Abbildung 21: Beispielhafte Anordnung von LSA-Komponenten in einem Knotenpunkt .....	69
Abbildung 22: Schematische Darstellung der Fahrzeugdetektion .....	70
Abbildung 23: Schematische Darstellung des Einlagerungsvorgangs mit Kennzeichnung des in HAZOP 7 untersuchten Bereichs. ....	72
Abbildung 24: Schematische Darstellung der Einlagerungskammerzufahrt, der Entladekammer sowie der Einlagerungskammer.....	73
Abbildung 25: Schematische Darstellung der Ausgangssituation zu Beginn der Node 1 und Node 2: TW und SF befinden sich in der jeweiligen Warteposition.....	73
Abbildung 26: Schematische Darstellung der Ausgangssituation nach Entladen des TW ....	74
Abbildung 27: Schematische Darstellung des Abstellens der beladenen TP im Abstellbereich TP am Umladeort.....	75
Abbildung 28: Schematische Darstellung der Aufnahme der leeren TP im Abstellbereich Tauschpalette am Umladeort.....	75
Abbildung 29: Schematische Darstellung des SF mit leerer TP in der Entladekammer.....	75
Abbildung 30: Schematische Darstellung der Beladung des TW mit leerer TP. ....	76
Abbildung 31: Schematische Darstellung der Aufnahme der beladenen TP im Abstellbereich TP am Umladeort.....	76
Abbildung 32: Schematische Darstellung des Abstellens der beladenen TP im Abstellbereich TP am Einlagerungsort.....	77
Abbildung 33: Schematische Darstellung der Einlagerung der zylindrischen Abfallgebände. Der mit einer leeren TP beladene TW hat gewendet. ....	77

Abbildung 34: Schematische Darstellung des SF in der Entladekammer und TW in der Warteposition zur Rückfahrt zum Füllort.....78

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Die sieben zentralen Abläufe des Einlagerungssystems Konrad für die HAZOP-Analysen durchgeführt wurden mit Zuordnung der Ereignisse aus EU 228 [1] und Deltas aus ÜSiKo Phase 1 .....	26
Tabelle 2:	Zuordnung der 14 Deltas aus ÜSiKo Phase 1 zu den HAZOP-Analysen .....	27
Tabelle 3:	Nicht betrachtete Ereignisse .....	33
Tabelle 4:	In den HAZOP-Analysen genutzte Parameter und Leitwörter und deren Bedeutung .....	39
Tabelle 5:	Die Bedeutung der Spalten in einem HAZOP-Arbeitsblatt .....	43
Tabelle 6:	Delta 8 „Ereignisspektrum“ .....	88
Tabelle 7:	Delta 13 „Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung über Tage“ .....	91
Tabelle 8:	Delta 19 „Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung unter Tage)“ .....	96
Tabelle 9:	Delta 20 „Kollision von Transportmitteln mit Brand (thermische Einwirkungen über Tage)“ .....	105
Tabelle 10:	Delta 21 „Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand (thermische Einwirkungen unter Tage)“ .....	107

## Abkürzungsverzeichnis

<b>ÄV</b>	Änderungsvorgang
<b>BGE</b>	Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH
<b>BVOS</b>	Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen
<b>D</b>	Detektionsfeld
<b>DIN</b>	Deutsches Institut für Normung
<b>EN</b>	Europäische Norm
<b>EU</b>	Erläuternde Unterlage
<b>FFA</b>	Flurförderanlage
<b>GEK</b>	Gebindeeingangskontrolle
<b>HAZOP</b>	Hazard Operability Study
<b>HRD</b>	High Rate Discharge
<b>ISO</b>	Internationale Organisation für Normung
<b>KN</b>	Knotenpunkt
<b>LKW</b>	Lastkraftwagen
<b>LSA</b>	Lichtsignalanlage
<b>LSG</b>	Lichtzeichen-Signalgeber
<b>MTO</b>	Mensch-Technik-Organisation
<b>öLS</b>	örtlicher Leitstand
<b>öLS-VluT</b>	örtlichen Leitstand – Verkehrslenkung unter Tage
<b>PAAG</b>	Prognose - Auffinden der Ursachen – Abschätzen der Auswirkungen – Gegenmaßnahmen
<b>PFB</b>	Planfeststellungsbeschluss

<b>PFV</b>	Planfeststellungsverfahren
<b>Pos.</b>	Position
<b>PW</b>	Plateauwagen
<b>QV</b>	Querverschub
<b>SF</b>	Stapelfahrzeug
<b>SFE</b>	Sollfunktionseinheit
<b>SMF</b>	Spritzmanipulatorfahrzeug
<b>TAS</b>	Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen
<b>TE</b>	Transporteinheit
<b>TP</b>	Tauschpalette
<b>TW</b>	Transportwagen
<b>uT</b>	unter Tage
<b>üT</b>	über Tage
<b>ÜsiKo</b>	Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik
<b>VluT</b>	Verkehrslenkung unter Tage
<b>WELLE</b>	Wetterlenk- und -leiteinrichtungen
<b>ZB/BHB</b>	Zechenbuch/Betriebshandbuch

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 15 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## Glossar

Abfallgebinde	Kubischer oder zylindrischer Behälter mit radioaktivem Abfall.
Ablauf	Einzelne Schritte, welche inhaltlich zusammenhängende Handlungen beschreiben und die technisch/organisatorisch von anderen Abläufen abgrenzbar sind. Für jeden Ablauf im Endlager Konrad wurde eine HAZOP-Analyse durchgeführt.
Abweichung	Übergeordneter Begriff für unerwünschte Zustände, welche mit einer Nicht-Erfüllung von einer von einer geplanten Sollfunktion verbunden sind. Die Sollfunktion leitet sich aus den Genehmigungs- und Planungsunterlagen für das Endlager Konrad ab.
Auswirkung	Beschreibt bei Eintreten einer Abweichung die potentiell möglichen Einwirkungen an Abfallgebänden, Fahrzeugen und Bauwerksteilen ohne Berücksichtigung bereits geplanter Schutzeinrichtungen.
Delta	Ein Delta bedeutet eine in Phase 1 der ÜsiKo identifizierte Fortentwicklung im Stand von Wissenschaft und Technik wie er dem bestandskräftigen Planfeststellungsbeschluss zu Grunde liegt (2002) gegenüber dem Stand zum Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichts der ÜsiKo Phase 1 (2018). Von einem sog. sicherheitsrelevanten Delta wird nach Phase 1 der ÜsiKo gesprochen, wenn sich der Stand von Wissenschaft und Technik in Bezug auf die Anforderungen an ein neu zu genehmigendes Endlager verändert hat und eine sicherheitstechnische Relevanz für das Endlager Konrad nicht von vornherein verneint werden kann.
Einlagerungsvorgang	Summe aller Abläufe im Endlager Konrad, welche mit der Einlagerung zusammenhängen.
Ereignis	Mechanische oder thermische Einwirkungen auf Abfallgebinde gemäß EU 228 [1]
HAZOP	Hazard Operability Study; International verbreitetes Verfahren zum voreilenden Auffinden möglicher Abweichungen und Störungen sowie zum Abschätzen der Auswirkungen und Empfehlen von Optimierungsmaßnahmen in Systemen aller Art.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 16 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

HAZOP-Arbeitsblatt	Dient der Aufzeichnung der Untersuchungsergebnisse während der HAZOP-Analyse und kann zu deren Nachverfolgung genutzt werden.
Leitwort	Beschreibt die Art einer möglichen Abweichung von einer Soll-Vorgabe. Wird in einer HAHOP-Analyse in Zusammenhang mit einem Parameter verwendet.
Maßnahmenempfehlung	Aktivität oder technische Einrichtung, um das Eintreten von Abweichungen von einer vorgeplanten Sollfunktion zu verhindern. Unter Maßnahmen werden nicht nur technische Einrichtungen verstanden, sondern auch menschliche oder organisationale Barrieren. Die empfohlenen Maßnahmen können zur weiteren Optimierung der Sicherheit des Endlagers beitragen.
Node	Teil eines Ablaufs, welcher sinnvoll abgrenzt werden kann.
Parameter	Eigenschaft in einer Sollfunktionseinheit, z. B. „Zeit“, „Ort“, „Weg“ usw. Wird in einer HAZOP-Analyse in Zusammenhang mit einem Leitwort verwendet.
Schutzeinrichtung	Bereits geplante oder schon vorhandene Vorkehrung, welche konzipiert wurde, um eine Abweichung zu vermeiden oder die Auswirkung einer Abweichung zu verhindern oder zumindest zu verringern. Die Schutzeinrichtung kann auch die Häufigkeit des Auftretens der Abweichung oder der Auswirkung reduzieren. Die Schutzeinrichtung kann baulicher, prozessleittechnischer und / oder organisatorischer Art sein.
Sicherheitsbedeutung	Bewertung einer Maßnahmenempfehlung hinsichtlich ihres Optimierungspotenzials], d.h. inwieweit die Häufigkeit des Eintretens der Abweichung oder der Auswirkung(en) bzw. das Ausmaß der Auswirkung verringert wird. Die Sicherheitsbedeutung wird qualitativ mit „hoch“ oder „niedrig“ bewertet.

 	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 17 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Sollfunktion	Die Sollfunktion stellt die Gesamtheit aller in dem jeweiligen Node einer HAZOP beschriebenen Sollfunktionseinheiten dar. Die Sollfunktion beschreibt die aus den Genehmigungs- und Planungsunterlagen für das Endlager Konrad abgeleiteten geplanten Vorgänge und Handlungen zum Transport und Einlagerung von Abfallgebinden.
Sollfunktionseinheit	Einzelner sinnvoll abgrenzbarer Vorgang oder Handlungsschritt, als Grundlage für die Analyse. Eine Sollfunktionseinheit ist ein Teil einer Sollfunktion; eine Sollfunktion besteht aus mehreren Sollfunktionseinheiten. Die in den Sollfunktionseinheiten beschriebenen Vorgänge oder Handlungsschritte leiten sich aus Genehmigungs- und Planungsunterlagen für das Endlager Konrad ab.
Tauschpalette	Metallrahmen, auf welchem zylindrische Abfallgebinde transportiert werden können.
Transporteinheit	Ein kubisches Abfallgebinde, ein oder zwei liegende zylindrische Abfallgebinde auf einer Tauschpalette oder ein zylindrisches Abfallgebinde, welches stehend angeliefert wird.
Ursache	Benennt den Grund für eine Abweichung, z. B. „Handlungsfehler“, „Technischer Defekt“.
Waggonverband	2 bis 3 Bahn-Waggons, welche lose gekuppelt sind und gemeinsam verfahren werden.
Zug	Waggons, welche gekuppelt verfahren werden.

## 1. Einleitung und Zielsetzung

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

Der untertägige Bereich des Endlagers wird als Erweiterung des Grubengebäudes eines bestehenden ehemaligen Eisenerzbergwerks errichtet. Das Eisenerzvorkommen in einer Tiefe von 800 m bis 1.300 m hat eine Mächtigkeit von 12 m bis 18 m. In neu aufgefahrenen Einlagerungsbereichen sollen bis zu 303.000 m<sup>3</sup> radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung endgelagert werden. Das hierzu geplante Einlagerungssystem ist schematisch in Abbildung 1 dargestellt. Das Einlagerungssystem des Endlagers Konrad beinhaltet die Tätigkeiten über Tage ebenso wie unter Tage und erstreckt sich über die Anlieferung von Abfallgebinden über Tage, über die Handhabung und Beförderung nach unter Tage bis hin zur Einlagerung in den Einlagerungskammern.

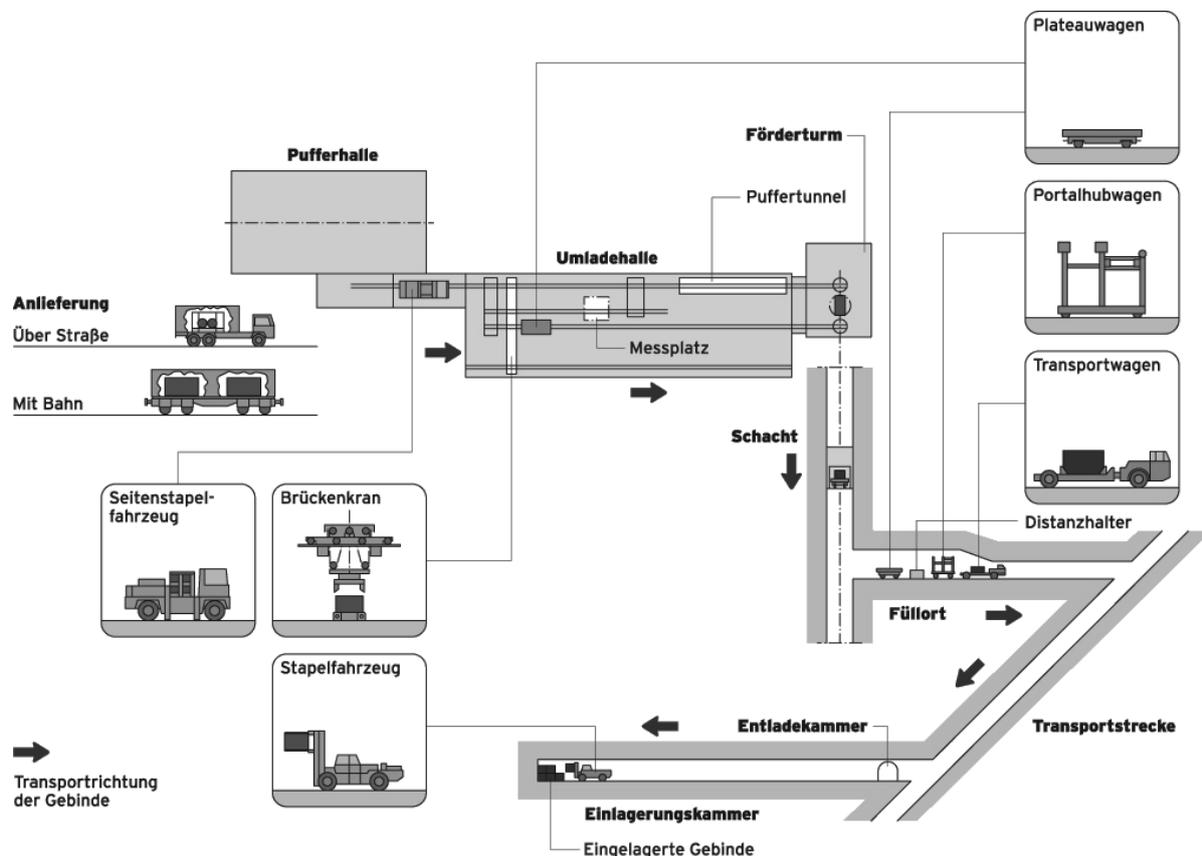


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Einlagerungssystems im Endlager Konrad

Im Jahr 1982 stellte die Physikalisch-Technische Bundesanstalt einen Antrag auf Einleitung eines Planfeststellungsverfahrens (PFV). Die Planungen für das Endlager Konrad und die Ergebnisse der Sicherheitsanalysen wurden im „Plan Konrad“ zusammengefasst.

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

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 19 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

die Genehmigungsbehörde unter Beteiligung von Sachverständigen im Jahr 2002 im Planfeststellungsbeschluss (PFB) [2] festgestellt, dass die erforderliche Vorsorge gegen Schäden aus der Endlagerung radioaktiver Abfälle gemäß dem zu diesem Zeitpunkt aktuellen Stand von Wissenschaft und Technik gewährleistet ist. Anhaltspunkte, die Zweifel an der Gültigkeit dieser Feststellung begründen, liegen der BGE nicht vor.

Die Verantwortung für das Endlager Konrad lag bis zum 24. April 2017 beim Bundesamt für Strahlenschutz. Auf Grundlage des "Gesetzes zur Neuordnung der Organisationsstruktur im Bereich der Endlagerung", das am 30. Juli 2016 in Kraft trat, und dem Bescheid des Bundes v. 24. April 2017 wurde die Aufgabenwahrnehmung der Planung, Errichtung und Betrieb v. Endlagern für radioaktive Abfälle, so auch für das Endlager Konrad, auf die Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH (BGE) übertragen.

Als verantwortungsvolles Unternehmen führt die BGE die bereits von dem Bundesamt für Strahlenschutz, begonnene freiwillige – von gesetzlichen Verpflichtungen unabhängige – „Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)“ fort. Dieses Überprüfungsverfahren erfolgt vorsorglich und umfasst folgende vier Phasen (Phase 3 und Phase 4 nur sofern erforderlich):

- Phase 1: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs,
- Phase 2: darauf aufbauend Aktualisierung von Sicherheitsanalysen,
- Phase 3: darauf aufbauend ggf. Anpassung der Planung,
- Phase 4: darauf aufbauend ggf. Umsetzung im Bau.

Die Arbeiten zur Phase 1 der ÜsiKo „Ermittlung des Überprüfungsbedarfs“ sind bereits abgeschlossen. Es wurden in Phase 1 dabei diejenigen Aspekte der Sicherheitsanalysen identifiziert, die im Rahmen der Phase 2 der ÜsiKo vertieft bearbeitet werden sollen [siehe 3]. Im Abschlussbericht zu Phase 1 [4] wurde festgestellt, dass die für das Endlager Konrad durchgeführte Ereignisanalyse in Anlehnung an die Störfall-Leitlinien des BMI von 1983 auch heute dem internationalen sowie nationalen Stand von Wissenschaft und Technik entspricht. Nichtsdestotrotz wurde die Durchführung einer „ganzheitlichen, voreilenden MTO-Analyse“ als sogenanntes sicherheitsrelevantes Delta identifiziert, da gemäß dem weiter fortentwickelten Stand von Wissenschaft und Technik das sicherheitsgerichtete Zusammenwirken personeller, technischer und organisatorischer Faktoren für den sicheren Betrieb einer heute neu zu genehmigenden kerntechnischen Anlagen zu bewerten wäre.

In dem hier vorliegenden Bericht werden die Ergebnisse der ganzheitlichen, voreilenden MTO-Analyse für diejenigen Tätigkeiten und Ereignisse beschrieben, bei denen in der Phase 1 der ÜsiKo sogenannte sicherheitsrelevante Deltas bzgl. der Störfallanalysen Konrad identifiziert wurden. Die voreilende MTO-Analyse wird auf Basis des zum Zeitpunkt der Analyse verfügbaren Planungsstands mit der HAZOP-Methode durchgeführt.

Die MTO-Analyse wird auf Grundlage der Genehmigungsunterlagen des PFB Konrad, der Prüfunterlagen des PFV Konrad und der genehmigten Änderungsvorgänge Konrad durchgeführt. Da es sich um eine voreilende MTO-Analyse handelt, ist der aktuelle

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 20 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Planungsstand<sup>1</sup> zu berücksichtigen. Die Angaben zum aktuellen Planungsstand des Zechenbuchs/Betriebshandbuchs (ZB/BHB) liegen im Entwurf vor.

Ziel der hier vorliegenden Untersuchung ist, das Zusammenspiel von Menschen, technischen Hilfsmitteln und organisatorischen Strukturen und Prozessen zu analysieren und mögliche Vorfälle zu identifizieren, die potenziell Auswirkungen auf die Integrität eines Abfallgebindes haben könnten.

Dabei werden die bereits geplanten bzw. umgesetzten Schutzeinrichtungen und -maßnahmen zur Verhinderung der möglichen Vorfälle bzw. zur Wahrung der Integrität der Abfallgebände aufgelistet und ggf. weitere Schutzmaßnahmen empfohlen, die zu einer weiteren Optimierung der Sicherheit des Endlagers beitragen könnten. Für diese Empfehlungen wird eine Bewertung der Sicherheitsbedeutung der zusätzlichen Schutzmaßnahmen durchgeführt.

Die vorgeschlagenen Maßnahmen / Empfehlungen zeigen Möglichkeiten zur Optimierung auf, deren tatsächliches Potenzial, einen Sicherheitsgewinn zu erreichen, im Kontext aller betrieblichen Erfordernisse durch den Betreiber bewertet werden muss. Ob und wie sich durch die Umsetzung einer Empfehlung tatsächlich eine Optimierung der Betriebssicherheit des Endlagers erzielen lässt, bleibt einer abschließenden Gesamtbewertung vorbehalten.

## 2. Systemanalyse Konrad

Im Rahmen des PFV für das Endlager Konrad wurde von der Antragstellerin eine Störfallanalyse nach kerntechnischen Gesichtspunkten erstellt (Bundesamt für Strahlenschutz: „Systemanalyse Konrad, Teil 3; Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen“). Diese Störfallanalyse ist als Erläuternde Unterlage 228 (EU 228) [1] im Rahmen des PFV für das Endlager Konrad eingereicht worden. In dieser Analyse sind diejenigen Störfälle identifiziert, klassifiziert und zu Störfallgruppen zusammengefasst, die aufgrund der Ereignisabläufe in der Betriebsphase des Endlagers Konrad möglich sind und bei denen mechanische und/oder thermische Einwirkungen auf die Abfallgebände auftreten, die mit einer möglichen Freisetzung von radioaktiven Stoffen verbunden sein können. In Anhang II der Störfallanalyse (EU 228) [1] sind insgesamt 79 Ereignisse betrachtet worden. Das Ereignis 76 ist in Revision 03 entfallen, daher liegen dieser Bearbeitung nur 78 Ereignisse zu Grunde.

Für die Störfallanalyse wurden die wesentlichen Handhabungs- und Transportvorgänge der Abfallgebände von der Anlieferung in die übertägigen Anlagenbereiche bis zur Einlagerung in den Einlagerungskammern unter Tage betrachtet. Berücksichtigt werden dabei die Umschlags- und Einlagerungstechniken für die verschiedenen Transporteinheiten (TE). Eine TE ist entweder ein kubisches Abfallgebände (Konrad-Container Typ I bis Typ VI) oder eine Tauschpalette (TP), die mit einem oder zwei zylindrischen Abfallgebänden (z. B. Gussbehälter) beladen ist oder ein zylindrisches Abfallgebände.

---

1 Die vorliegenden Planungsunterlagen und Informationen beinhalten den aktuellen Stand zum Zeitpunkt des Arbeitsbeginns.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 21 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Es werden die nachstehend aufgeführten Ereignisse betrachtet.

Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände:

- Absturz von Abfallgebänden,
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände und
- Kollisionen von Transportmitteln ohne Brand.

Thermische Einwirkungen auf Abfallgebände:

- Kollision von Transportmitteln mit Brand,
- Fahrzeugbrand,
- Anlageninterner Brand und
- Anlageninterne Explosion.

Als auslösende Vorgänge für diese Ereignisse werden zugrunde gelegt:

- Technisches Versagen von Handhabungseinrichtungen,
- Technisches Versagen von Transporteinrichtungen,
- Technisches Versagen von Verriegelungseinrichtungen,
- Technisches Versagen von leittechnischen Einrichtungen,
- Gebirgsmechanische Ursachen (z. B. Steinfall),
- Handhabungsfehler,
- Fahrfehler,
- Rangierfehler und
- Wartungsfehler.

Einwirkungen von außen wie Erdbeben, Feuer oder Überflutung sind in der EU 228 [1] aufgeführt, werden jedoch in der MTO-Analyse nicht betrachtet.

### 3. Darstellung der sicherheitsrelevanten Deltas

In der ÜsiKo Phase 1 wurde der Stand der Störfallanalyse zum Zeitpunkt der Erteilung des PFB mit dem Stand von Wissenschaft und Technik zum Zeitpunkt der ÜsiKo Phase 1 verglichen. Es wurde geprüft, ob insoweit eine Fortentwicklung festzustellen ist. Falls dies festgestellt werden konnten, wurden in ÜsiKo Phase 1 sog. „Deltas“ formuliert.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 22 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

In der ÜsiKo Phase 1 wurde erarbeitet, dass 14 der dort identifizierten Deltas mittels einer voreilenden MTO-Analyse weiter untersucht werden sollten. Dies sind die im folgenden aufgeführten Deltas 8 bis 21. Diesen Deltas sind jeweils Ereignisse aus der EU 228 [1] zugeordnet:

- Delta 8: Ereignisspektrum
- Delta 9: Absturz in der Pufferhalle (mechanische Einwirkung über Tage)
- Delta 10: Absturz in der Umladehalle (mechanische Einwirkung über Tage)
- Delta 11: Absturz im Sonderbehandlungsraum (mechanische Einwirkung über Tage)
- Delta 12: Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände (mechanische Einwirkung über Tage)
- Delta 13: Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung über Tage)
- Delta 14: Absturz von Abfallgebänden bei der Beschickung des Förderkorbes (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)
- Delta 15: Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände bei der Förderung unter Tage (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)
- Delta 16: Absturz von Lasten auf Abfallgebände im Förderkorb (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)
- Delta 17: Absturz von Abfallgebänden bei der Handhabung (mechanische Einwirkung unter Tage)
- Delta 18: Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände (mechanische Einwirkung unter Tage)
- Delta 19: Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung unter Tage)
- Delta 20: Kollision von Transportmitteln mit Brand (thermische Einwirkungen über Tage)
- Delta 21: Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand (thermische Einwirkungen unter Tage)

In der ÜsiKo Phase 1 wurde die Notwendigkeit gesehen, über die rein technische Betrachtung von Sicherheit hinausgehend auch das sicherheitsgerichtete Zusammenwirken menschlicher, technischer und organisatorischer Faktoren zu betrachten. Es wurde folgende Aussage getroffen „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.“ [4]. Mit „Ereignisanalyse“ sind in diesem Fall die 78 Ereignisse aus dem Anhang II der EU 228 [1] zu verstehen. Im Delta 8 „Ereignisspektrum“ ist adressiert, dass die voreilende MTO-Analyse auch mögliche Vorfälle untersuchen soll, welche nicht Teil der in Anhang II der EU 228 aufgelisteten Ereignisse sind.

Die oben aufgelisteten 14 Deltas werden in der vorliegenden Unterlage mit der ganzheitlichen, voreilenden MTO-Analyse in Form der HAZOP-Methode untersucht.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 23 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 4. Umfang/Aufgabenstellung

### 4.1 Struktur der MTO-Analysen

Im Rahmen der Vorbereitung der HAZOP-Analysen stellte sich heraus, dass eine isolierte Analyse der 14 zu betrachtenden Deltas im Rahmen einer voreilenden MTO-Analyse nicht sinnvoll ist. In den Deltas aus Phase 1 sind bestimmte Störfallszenarien beschrieben, z. B. in Delta 13 „Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung über Tage)“. Welche Transportmittel an welchem Ort über Tage bei welchen Vorgängen kollidieren, ist nicht weiter spezifiziert, d. h. es kann sich um die Kollision von LKW auf dem Betriebsgelände des Schacht Konrad handeln oder auch von Transportmitteln in der Umladehalle. Für die Bearbeitung der voreilenden MTO-Analysen schien es nicht sinnvoll, diese sehr unterschiedlichen Kollisions-Szenarien in einer HAZOP-Analyse zu bearbeiten, da durch diese Art der Betrachtung das allgemeine Verständnis der Abläufe im Endlager Konrad verlorengehen kann.

Es wurde stattdessen entschieden, bei der Untersuchung die zeitliche und räumliche Abfolge der Abläufe im Endlager Konrad zu Grunde zu legen. Im Rahmen der voreilenden Analyse dieser Abläufe können die in Abschnitt 3 aufgeführten 14 Deltas vollständig bearbeitet werden.

Durch die neue Strukturierung nach Abläufen werden die Zusammenhänge leichter ersichtlich und bearbeitbar. Im Einlagerungssystem des Endlagers Konrad sind sieben zentrale Abläufe für den bestimmungsgemäßen Betrieb in räumlich weitgehend abgeschlossenen Bereichen identifiziert worden, welche jeweils in einer eigenständigen HAZOP-Analyse untersucht werden. Diese sieben Abläufe spiegeln die möglichen Schritte eines Abfallgebundes von der Anlieferung am Werkstor des Endlagers Konrad bis zur Einlagerung unter Tage wider (in Tabelle 1 sind die sieben Abläufe beschrieben).

Der Start der Betrachtung für die HAZOP-Analysen ist die Anlieferung von Abfallgebunden auf das Gelände des Endlagers Konrad und das Ende der Betrachtung ist die Einlagerung von Gebunden unter Tage. Die Unterteilung des Einlagerungssystems Konrad in sieben Abläufe und die Verortung dieser Abläufe ist in Abbildung 2 dargestellt. In der Abbildung sind die einzelnen Abläufe und ihre räumlichen sowie betrieblichen Grenzen dargestellt. Die Grenzen der betrachteten Abläufe sind farblich markiert. Diese Farben finden sich auch in Tabelle 1 wieder.

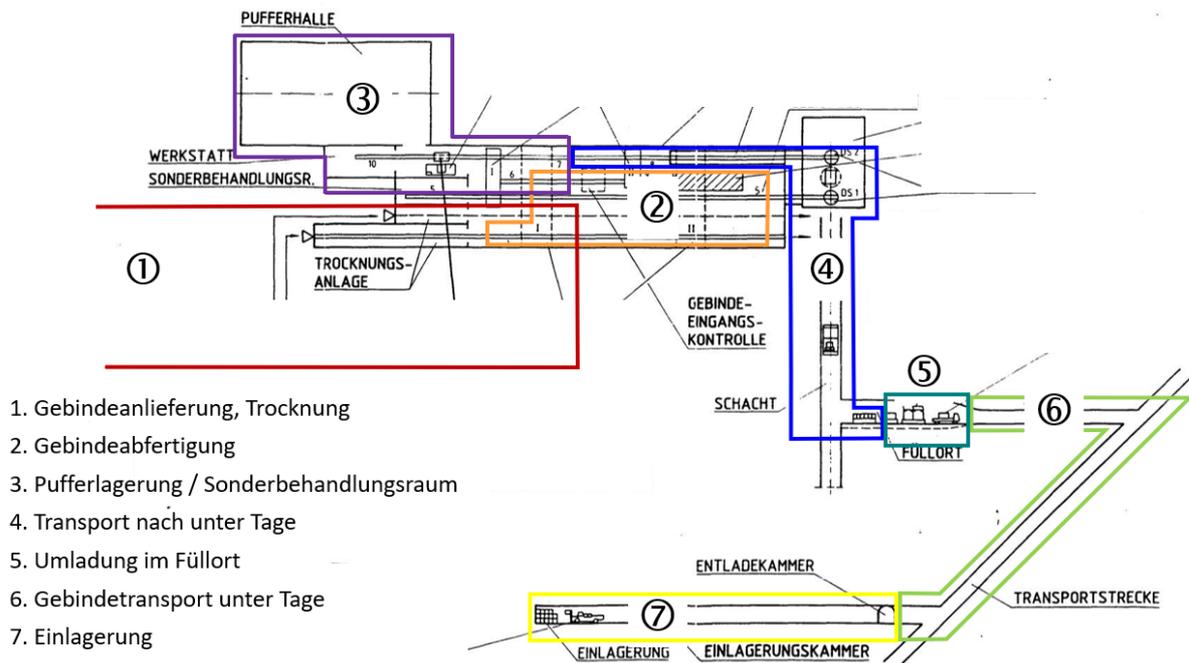


Abbildung 2: Schematische räumliche Darstellung der sieben Abläufe, zu denen HAZOP-Analysen durchgeführt wurden und ihre Verortung im Endlager Konrad

Es sind verschiedene Betriebsabläufe innerhalb eines räumlich abgeschlossenen Bereiches möglich, z. B. durch die verschiedenen Abfallgebildearten (zylindrisch/kubisch) oder aufgrund unterschiedlicher Transportmittel für die Anlieferung (LKW oder Bahn). Diese Unterscheidung wird innerhalb einer HAZOP-Analyse durch die Verwendung von „Nodes“ ermöglicht. Diese Nodes beziehen sich auf abgrenzbare Abfolgen von Handlungen innerhalb eines Ablaufs. Für diese Nodes wurden jeweils getrennte HAZOP-Analysen durchgeführt. Mit jedem Node sind spezifische technische Einrichtungen bzw. Ausrüstungsgegenstände verknüpft, welche an bestimmten Orten benutzt werden. So ist z. B. in HAZOP 3, Node 1 die Pufferung und Entpufferung von TE in der Pufferhalle beschrieben. Für diese Tätigkeit kommt als technische Einrichtung das Seitenstapelfahrzeug zum Einsatz. Die Zusammenfassung aller Tätigkeiten mit dem Seitenstapelfahrzeug in einer HAZOP-Analyse (HAZOP 3, Node 1) hat dann den Vorteil, dass alle möglichen Ereignisse in Zusammenhang mit dem Seitenstapelfahrzeug (Absturz von Gebinden bei der Handhabung, Kollision mit anderen Transportmitteln, usw.) in dieser HAZOP-Analyse zusammenhängend betrachtet und systematisch bearbeitet werden können.

Die Basis der hier vorliegenden HAZOP-Analysen waren somit nicht die Ereignisse nach EU 228 [1], sondern die Informationen zu den Betriebsabläufe im Endlager Konrad. Aus diesem Grund untersucht die vorliegende MTO-Analyse die möglichen Fehler bzw. Abweichungen bei der Ausführung der einzelnen beschriebenen Abläufe. Im Nachhinein wurden die in den HAZOP-Analysen identifizierten Abweichungen einem Ereignis nach EU 228 [1] bzw. einem Delta nach ÜsiKo Phase 1 zugeordnet und in das HAZOP-Arbeitsblatt eingetragen. Es zeigt sich, dass die in Abschnitt 3 aufgeführten 14 Deltas und die ihnen zugeordneten Ereignisse nach EU 228 [1] vollständig bearbeitet werden können.

 	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 25 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 4.2 Aufgabenstellung der Analyse

Der im Endlager Konrad einzulagernde radioaktive Abfall wird entweder in zylindrischen oder in kubischen Abfallgebinden (Konrad-Containern) angeliefert. Die Anlieferung erfolgt über das öffentliche Verkehrsnetz (bzw. im Fall der Anlieferung per Bahn auch über die bundeseigene, nicht öffentliche Anschlussbahn Konrad 2) mittels LKW oder Eisenbahn. Der Untersuchungsumfang der HAZOP-Analysen beginnt mit der Gebindeanlieferung und -annahme am Werkstor des Endlagers Konrad und endet mit der Einlagerung der zylindrischen oder kubischen Abfallgebinde unter Tage in einer Einlagerungskammer. Zusätzlich sind die Vorgänge beim Verschluss der gefüllten Einlagerungskammern (Kammerversatz) untersucht worden. Alle Tätigkeiten außerhalb des Werkszauns des Endlagers Konrad sind nicht im Untersuchungsumfang enthalten.

Neben den in der EU 228 [1] aufgeführten Ereignissen haben sich mit fortschreitender Planung des Endlagers Änderungen ergeben, die direkte Auswirkungen auf die in der MTO-Analyse zu betrachtenden Ereignisse haben. So ist z. B. der EU 208 „Systembeschreibung Einlagerungssystem, Bd. 1 und 2“ [5]), die Abfertigung von liegend angelieferten zylindrischen Abfallgebinden beschrieben. In Ergänzung dazu wurde im Rahmen eines atomrechtlichen Änderungsverfahrens beantragt, die Annahme von stehend angelieferten zylindrischen Abfallgebinden vom Typ B(U) zuzulassen. Dem Änderungsvorgang (ÄV) 53 [6] wurde von der atomrechtlichen Aufsicht bereits zugestimmt. Der ÄV 53 [6] beschreibt die Handhabung der stehend angelieferten zylindrischen Abfallgebinde, was den aktuellen Planungsstand entspricht. Daher ist es notwendig, die Abfertigung von stehend angelieferten zylindrischen Abfallgebinden (insbesondere deren Wendung in die liegende Position) in der MTO-Analyse zu berücksichtigen. In der technischen Beschreibung zum ÄV 53 [6] sind in Anhang I weitere, über die Störfallanalyse in EU 228 [1] hinausgehende Ereignisse beschrieben. Diese Ereignisse 101 – 113 aus ÄV 53 [6] sind ebenfalls in der MTO-Analyse berücksichtigt. Die Ereignisse aus dem ÄV 53 [6] sind keinem Delta aus der ÜsiKo Phase 1 zugeordnet, da in der Phase 1 der ÜsiKo der Stand zum PFB untersucht wurde.

In der Tabelle 1 sind die HAZOP-Analysen und die Zuordnung von Ereignissen und Deltas im Überblick dargestellt. In der ersten Spalte von links sind die untersuchten sieben Abläufe dargestellt, wobei für jeden Ablauf eine HAZOP-Analyse durchgeführt wurde. Bei Bedarf wurden die Abläufe in einzelne Nodes unterteilt, für welche eigenständige Analysen durchgeführt wurden (siehe Kapitel 4.1). Die sieben Zeilen der Tabelle entsprechen den sieben Abläufen bzw. den HAZOP-Analysen. In der zweiten Spalte von links sind die in der jeweiligen HAZOP-Analyse untersuchten technischen Komponenten aufgeführt. Die dritte und vierte Spalte beschreiben jeweils den Startpunkt bzw. den Endpunkt der jeweiligen HAZOP-Analyse. In der fünften Spalte von links sind die Ereignisse aus der EU 228[1] und dem ÄV 53 [6] aufgeführt, welche den einzelnen HAZOP-Analysen zugeordnet werden konnten. In der sechsten und letzten Spalte sind die Deltas aus der ÜsiKo Phase 1 aufgeführt, welche den HAZOP-Analysen zugeordnet werden können.

Aus der Tabelle 1 lässt sich erkennen, in welchen HAZOP-Analysen die sicherheitsrelevanten Deltas aus ÜsiKo Phase 1 und die Ereignisse gemäß der Störfallanalyse (EU 228, [1]) sowie aus ÄV 53 [6] bearbeitet wurden.

Tabelle 1: Die sieben zentralen Abläufe des Einlagerungssystems Konrad für die HAZOP-Analysen durchgeführt wurden mit Zuordnung der Ereignisse aus EU 228 [1] und Deltas aus ÜsiKo Phase 1

Ablauf und Node = HAZOP	Komponenten	Start	Ende	Ereignisse (EU 228 und ÄV 53)	Delta
1 Gebindeanlieferung, Trocknung: Node 1: LKW Node 2: Bahn-Waggon	Tore, Trocknungsanlage, Verkehrslenkung, LKW, Bahn-Waggon, Rangierfahrzeug	Annahme am Werkstor	Bereit für Anschlag von Transportmittel an Umladehalle	1, 2, 4, 5, 9, 10	8, 13, 20
2 Gebindeabfertigung: Node 1: Kubische u. zylindrische Gebinde liegend Node 2: Zylindrische Gebinde stehend	Brückenkran 1 und 2, Anschlagmittel, Gebindeeingangskontrolle, Wendeeinrichtung, Plateauwagen, Flurförderanlage, Querverschub 1 und 2	Anschlag von Transportmittel an der Transporteinheit	Abschluss Gebindeeingangskontrolle	1, 2, 9, 13, 14, 18, ÄV 53: 101, 103-113	8, 10, 12, 13, 20
3 Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum Node 1: Pufferlagerung Node 2: Sonderbehandlungsraum	Plateauwagen, Seitensapelfahrzeug, Querverschub 1 und 2, Flurförderanlage, Plateauwagenschieber	Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle; Entscheidung zur Pufferung bzw. Entscheidung zur Sonderbehandlung	Plateauwagen mit Transporteinheit an Pos. 8.1 vor Puffertunnel bzw. Plateauwagen mit Transporteinheit bereit zur Gebindeeingangskontrolle	17, 24-31, 33	8, 9, 10, 13, 20
4 Transport nach unter Tage Node 1: Schachtantransport bis Schachtbeschiebung Node 2: Schachtförderung bis Übergabe Füllort	Plateauwagen, Schachtförderanlage, Tore, Drehscheibe 2, Aufzieh- und Abschiebevorrichtung, Fördergestell	Plateauwagen mit Transporteinheit an Pos. 8.1 vor Puffertunnel	Transporteinheit auf Plateauwagen bereit für Anschlag durch Portalhubwagen im Füllort	17, 39, 40, 41, 43, 44	8, 10, 14, 15, 16
5 Umladung im Füllort	Plateauwagen, Portalhubwagen, Transportwagen, Distanzhalter	Anfahrt Transportwagen im Füllort.	Transporteinheit auf Transportwagen; Portalhubwagen in Ruheposition	45	8, 17
6 Gebindetransport unter Tage	Transportwagen, Verkehrslenkung unter Tage	Transportwagen mit Transporteinheit im Füllort bereit für Transport unter Tage	Transportwagen mit Transporteinheit in Warteposition Transportwagen Umladung	51-54, 60, 61, 64, 65	8, 19, 21
7 Einlagerung Node 1: Zylindrische Gebinde Node 2: Kubische Gebinde Node 3: Erstellung Versatzwand	Stapelfahrzeug, Transportwagen, Spritzmanipulatorfahrzeug, Versatztransportfahrzeug	Transportwagen mit Transporteinheit in Warteposition im Umladebereich	Einlagerung Abfallgebinde abgeschlossen; Versatzwand ist errichtet	60, 61, 64 - 66, 68, 69, 71, 72, 77-79	8, 17, 19, 21

In Tabelle 2 ist aufgeführt, wie sich die 14 Deltas aus der ÜSiKo Phase 1, für welche eine voreilende MTO-Analyse durchgeführt werden soll, den einzelnen HAZOP-Analysen zuordnen lassen.

Tabelle 2: Zuordnung der 14 Deltas aus ÜSiKo Phase 1 zu den HAZOP-Analysen

Delta	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
HAZOP-Analyse	1-7	3	2, 3, 4	3	2	1, 2, 3	4	4	4	5, 7	7	6, 7	1, 2, 3	6, 7

### 4.3 Prüfumfang

Neben den in der EU 228 [1] aufgeführten Ereignissen haben sich mit fortschreitender Planung des Endlagers Änderungen ergeben, die direkte Auswirkungen auf die in der MTO-Analyse zu betrachtenden Ereignisse haben. Durch bereits im Rahmen von Änderungsverfahren beantragte und zugestimmte Veränderungen entfallen bei bestimmten Ereignissen die zugrunde gelegten Anlagen, Systeme und Komponenten und werden hier daher nicht weiter betrachtet. Weiterhin konnten bestimmte Ereignisse aufgrund bereits bestehender Sicherheitsvorkehrungen ausgeschlossen werden. Einige Ereignisse aus der EU 228 [1] betreffen Vorgänge, welche nicht im regulären Einlagerungsbetrieb stattfinden (z. B. Ereignisse bei der Behandlung von Abfallgebinden im Sonderbehandlungsraum). Auch diese Ereignisse werden in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet. In dem folgenden Kapitel wird auf diese nicht betrachteten Ereignisse näher eingegangen und der abschließende Prüfumfang ermittelt.

#### 4.3.1 Brandschutzmaßnahmen

In der EU 228 [1] gibt es Ereignisse, die sich von anderen Ereignissen nur darin unterscheiden, ob es im Ablauf zu einem Folgebrand kommt oder nicht. Der Handlungsablauf und die Ursache der Ereignisse sind ansonsten identisch. Im Rahmen der voreilenden MTO-Analyse werden Maßnahmen empfohlen, die die bereits planfestgestellten Einrichtungen und Vorgehensweisen noch weiter optimieren. Bei Ereignissen, die sich nur darin unterscheiden, ob es zu einem Folgebrand kommt oder nicht, kann eine Maßnahme, die der Ursache des Ereignisses (z. B. einer Kollision) entgegenwirkt, beide Ereignisabläufe (z. B. Kollision ohne Brand bzw. Kollision mit Brand) vermeiden.

Die grundsätzlichen Maßnahmen des vorbeugenden und abwehrenden Brandschutzes wurden bereits im Rahmen der Phase 1 der ÜSiKo [4] bewertet. Danach gilt, dass die Ereignisse „Anlageninterner Brand“ und „Fahrzeugbrand mit Auswirkungen auf Abfallgebände“ weiterhin vermieden werden bzw. ausgeschlossen sind.

Bei der Betrachtung der sicherheitsrelevanten Deltas, die ein Ereignis mit Brand betreffen, wurde daher davon ausgegangen, dass die gemäß PFB vorgesehenen technischen Brandschutzmaßnahmen

- bauliche Auslegung
  - der übertägigen Gebäude entsprechend des gültigen Regelwerkes,

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 28 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

- Feuerschutzabschlüsse, die regelmäßigen Prüfungen unterliegen,
- Branderkennung über Brandmeldeanlage,
- Branderkennung und Löschanlagen auf unter Tage eingesetzten Fahrzeugen,
- Vorhalten von Feuerlöschern über Tage und unter Tage sowie auf eigenen Fahrzeugen,
- stationäre Löschanlagen
  - Sprühwasser-Löschanlagen,
  - Sprinkleranlagen,
  - Gas-Löschanlage,
- ausreichende Löschwasserversorgung,
- Brandgasabsaugung,

sowie administrative Brandschutzmaßnahmen wie

- Ausbildung des Betriebspersonals in der Handhabung der Feuerlöschmittel,
- regelmäßige Wiederholung der Brandschutzausbildung,
- Kontrolle der Protokolle der wiederkehrenden Prüfungen der Brandschutzeinrichtungen durch Brandschutzsachverständige und
- zeitlich kurze Anfahrt der öffentlichen Feuerwehren, untertägigen Grubenwehr sowie Hilfeleistungswehren

geeignet sind. Die Eignung bezieht sich auf die Bekämpfung eines Entstehungsbrandes bzw. eines Brandes mit Auswirkungen auf Abfallgebäude. Daher besteht für die aus einem Ereignis resultierende Folge „Brand“ (Ereignisse Nr. 5, Nr. 10, Nr. 25, Nr. 27, Nr. 29, Nr. 31, Nr. 52, Nr. 54, Nr. 61, Nr. 65, Nr. 69) im Rahmen der MTO-Analyse kein weiteres Optimierungspotenzial. Die Ursache des Entstehungsbrandes, z. B. infolge einer Kollision, ist in den HAZOP-Analysen betrachtet und analysiert worden. Damit ist sichergestellt, dass die Ereignisse gemäß der EU 228 [1] berücksichtigt sind.

### 4.3.2 Brand zweier Fahrzeuge

An verschiedenen Betriebspunkten unter Tage, an denen das zu berücksichtigende Brandinventar durch betriebliche Einrichtungen, zusätzliche Betriebsstoffe, brennbare Abfälle und unter Umständen auch durch die Anwesenheit eines zweiten Fahrzeuges vergrößert sein kann, sind gemäß des PFB neben den fahrzeuggebundenen Brandschutzmaßnahmen, wie Handfeuerlöschern und manuell auszulösende HRD-Anlagen (High Rate Discharge), weitere Brandschutzmaßnahmen vorgesehen.

Im Rahmen der MTO-Analyse wurde auftragsgemäß nur der Einlagerungsbetrieb betrachtet. In diesem ist die Brandlast unter Tage im Vergleich zum Brand eines Transportmittels nur erhöht

- in der Entladekammer während der Umladung von Abfallgebunden vom Transportwagen (TW) auf das Stapelfahrzeug (SF) und

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 29 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

- in der Einlagerungskammer während der Errichtung der Versatzwand durch die zeitgleiche Anwesenheit von Versatztransport- und Spritzmanipulatorfahrzeug (SMF).

Für diese beiden Betriebspunkte werden zusätzliche Brandschutzmaßnahmen ergriffen. Diese bestehen neben den auf den Fahrzeugen vorhandenen Feuerlöschern und HRD-Anlagen darin,

- dass bei Handhabungen von Abfallgebinden im Kontrollbereich unter Tage mindestens einer der Beschäftigten Mitglied der Grubenwehr ist, und
- aus der zusätzlichen Vorhaltung von zwei 50-kg-Feuerlöschern.

Im Rahmen der voreilenden MTO-Analyse besteht für die vorgenannten Brandschutzmaßnahmen kein weiteres Optimierungspotenzial.

### 4.3.3 Abgrenzung

Im Folgenden wird dargestellt, welche Ereignisse aus den genannten Gründen in der vorliegenden Untersuchung nicht betrachtet werden.

#### **Absturz schwerer Lasten (Beleuchtungseinrichtungen) auf Abfallgebände**

In der Deckenkonstruktion der Umladehalle, im Sonderbehandlungsraum sowie der vorgelagerten Trocknungsanlage befinden sich Beleuchtungseinrichtungen. Deren Absturz auf Abfallgebände wird jeweils in den Ereignissen Nr. 8, Nr. 16, Nr. 23 und Nr. 35 gemäß EU 228 [1] sowie Ereignis 102 im ÄV 53 [6] beschrieben. Da gemäß EU 184 [7] die Aufhängung von Komponenten mit Streckenlasten > 20 kg/m für den Lastfall „Erdbeben“ auszulegen ist, ist kein Absturz der Komponenten auf Abfallgebände zu besorgen. Die Ereignisse Nr. 8, Nr. 16, Nr. 23 und Nr. 35 und 102 (ÄV 53) werden deshalb in der vorliegenden MTO-Analyse nicht betrachtet.

#### **Absturz von LKW-Hauben auf Abfallgebände**

In EU 208 „Systembeschreibung Einlagerungssystem, Bd. 1 und 2“ [5], einer Genehmigungsunterlage, welche im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für das Endlager Konrad eingereicht worden ist, ist festgehalten, dass Abfallgebände mittels LKW antransportiert werden können. Die Entladung der LKW erfolgt in der Umladehalle. Dazu war gemäß EU 208 [5] vorgesehen, die „LKW-Hauben“ an den Kran anzuschlagen und vom LKW abzuheben. Die LKW-Hauben sollten dann in einen dazu vorgesehenen Bereich der Umladehalle abgestellt werden. Gemäß ÄV 53 [6] ist eine Anlieferung mit LKW, welche über abnehmbare LKW-Haube verfügen, nicht mehr vorgesehen. Daher ist es nicht mehr notwendig, ein Abnehmen der LKW-Hauben zu betrachten. Es ist eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 12 gemäß EU 228 [1] nicht mehr notwendig.

#### **Anheben von zylindrischen Abfallgebänden von der Tauschpalette**

Gemäß EU 303 „Betriebsablauf im Bereich der Handhabung von Abfallgebänden“ [8] ist vorgesehen, dass Abfallgebände, welche in der Gebindeeingangskontrolle (GEK) als nicht endlagerfähig eingestuft worden sind, nach Gleis 9 verfahren werden und dort nach Entscheidung durch den Strahlenschutzbeauftragten gegebenenfalls einer nachträglichen

 	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 30 von 184 Stand: 14.02.2025
--	---	--

Behandlung unterzogen werden. Dazu war gemäß EU 228 [1] vorgesehen worden, die Abfallgebinde an der Position 9.1. anzuheben, um eine Dekontfolie unterlegen zu können (EU 228 [1], Ereignis Nr. 20 „Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung auf Gleis 9“). Nach Informationen der BGE ist ein Anheben der Abfallgebinde auf Gleis 9 auf diese Art nicht mehr vorgesehen ist. Durch den Wegfall dieses Handhabungsvorgangs ist eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 20 gemäß EU 228 [1] nicht mehr notwendig.

### **Kollision von Transportmitteln unter Tage bei der Umladung**

Im Einlagerungsbetrieb ist vorgesehen, dass die TE (kubische Abfallgebinde oder zylindrische Abfallgebinde auf einer TP) mittels Plateauwagen (PW) über die Schachtförderanlage nach unter Tage verfahren werden. Im Füllort auf der 850-m-Sohle werden die TE mit einem Portalhubwagen vom PW auf den TW umgeladen, welcher die TE zur vorgesehenen Einlagerungskammer transportiert. In der EU 208 [5] ist der Ablauf dahingehend präzisiert worden, dass der unbeladene TW an einen Distanzhalter rückwärts heranzfährt. Dabei fährt der TW in Spurführungsblechen, welche ein seitliches Abweichen von der Spur verhindern und eine korrekte Position am Distanzhalter sicherstellen. Auf der gegenüberliegenden Seite des Distanzhalters wird der mit einer TE beladene PW herangefahren. Sowohl TW wie PW müssen bündig am Distanzhalter stehen, damit der Portalhubwagen eine Freigabe zur Handhabung der Abfallgebinde bekommt. Eine Kollision von PW und TW ist durch den sich zwischen PW und TW befindlichen Distanzhalter ausgeschlossen. Alle nachfolgenden Arbeitsbewegungen des Portalhubwagens werden nacheinander eingeleitet, gesteuert und überwacht. Die Umladevorgänge erfolgen im Automatikbetrieb des Portalhubwagens (Steuerung und Überwachung durch speicherprogrammierbare Steuerung). Zusätzliche Vorsorge gegen Kollisionen zwischen PW, TE, TW und Portalhubwagen ist dadurch getroffen, dass Portalhubwagen und PW gleisgebunden geführt werden und der TW in Spurführungsblechen geführt wird. Der Bewegungsbereich des Portalhubwagens ist an den Fahrbahnen durch Begrenzungen (Anfahrpuffer) entsprechend eingegrenzt. Entgegen den Annahmen in der Störfallanalyse in EU 228 [1] kann es damit nicht zu einer Kollision zwischen Transportmitteln (TW/PW/Portalhubwagen) bei der Beladung des TW kommen. Da die in der EU 228 [1] unterstellten Kollisionen nicht auftreten können, ist auch ein Folgebrand nicht möglich. Es ist damit eine Betrachtung der Ereignisse Nr. 47 und Nr. 50 gemäß EU 228 [1] nicht mehr notwendig.

### **Kollision des Transportwagens mit dem Stoß**

In der Transportstrecke unter Tage befinden sich Abschnitte mit Gefälle („Rampen“). In der Störfallanalyse EU 228 [1] ist in Ereignis Nr. 55 beschrieben, dass es in Folge eines technischen Defekts am mit einem Abfallgebinde beladenen TW zu einem Bremsversagen kommt und der TW auf der Gefällstrecke unkontrolliert beschleunigt und infolgedessen mit dem Stoß kollidiert. Durch die Kollision kann es gegebenenfalls zu einem Steinfall kommen.

In EU 208 [5] ist der TW als Fahrzeug mit Dieselmotor und hydrodynamischen Antrieb beschrieben. Als zusätzliche Dauerbremseinrichtung für Gefällstrecken war ein Retarder vorgesehen. Nach Änderungsvorgang 138 [9] ist der TW jetzt als batterieelektrisches Fahrzeug vorgesehen.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 31 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Der TW verfügt über

- eine Betriebsbremse (Lamellenbremse),
- eine Feststellbremse und
- eine elektromotorische Hilfsbremse (Gegenstrombremse).

Der TW verfügt damit über drei unabhängige Bremssysteme (Redundanz), welche jeweils technisch vollständig voneinander getrennt sind und auf unterschiedlichen Funktionsweisen beruhen (Diversität). Aufgrund dieser hohen Redundanz und aufgrund der diversitären Auslegung des Bremssystems kann ein vollständiges Bremsversagen vermieden werden. Eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 55 gemäß EU 228 [1] ist damit nicht mehr notwendig.

### **Steinfall infolge gebirgsmechanischen Versagens**

In EU 228 [1] sind Ereignisse aufgeführt, bei denen infolge gebirgsmechanischen Versagens ein Steinfall resultiert. Das durch den Steinfall gelöste Material stürzt auf ein Abfallgebände. Die Ereignisse „Steinfall infolge gebirgsmechanischen Versagens“ im untertätigen Grubenbereich werden im Rahmen der MTO-Analyse nicht weiter betrachtet. Der Ausbau des Grubengebäudes erfolgt nach den aktuellen Ausbauregeln für das Endlager Konrad. Dieses Regelwerk wird regelmäßig auf den aktuellen Stand der Technik angepasst. Durch die Einhaltung der bergrechtlichen Vorgaben zur Kontrolle der Integrität des Ausbaus (regelmäßige Prüfungen) einerseits und die technische Auslegung des Ausbaus andererseits wird ein Steinfall verhindert. Eine ergänzende Betrachtung der Ereignisse Nr. 46, Nr. 57, Nr. 67 und Nr. 73 gemäß EU 228 [1] ist damit nicht mehr notwendig.

### **Tätigkeiten im Sonderbehandlungsraum**

In EU 228 [1] sind Ereignisse aufgeführt, die sich auf Tätigkeiten im Sonderbehandlungsraum beziehen. Die laut PFB [2] optional mögliche interne Konditionierung von Abfällen im Sonderbehandlungsraum ist nach Aussagen der BGE nicht mehr vorgesehen. Alle anderen vorgesehenen Tätigkeiten im Sonderbehandlungsraum sind keine Routinetätigkeiten, sondern auf Individualentscheidungen basierende singuläre Handlungsabläufe. Die Handlungsabläufe im Sonderbehandlungsraum sind somit nicht Gegenstand von HAZOP-Analysen. Eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 21 gemäß EU 228 [1] ist damit nicht mehr notwendig.

### **Anlageninterne Explosion**

Es ist in EU 228 [1] beschrieben, dass es aufgrund eines Handhabungsfehlers beim Umgang mit Sprengmitteln bzw. technischen Defekts bei der Lagerung oder dem Transport von Sprengmitteln zu einer anlageninternen Explosion kommt. Das Ereignis Nr. 59 wird im Rahmen der MTO-Analyse nicht betrachtet, da durch bergbehördliche technische Vorschriften und administrative Maßnahmen (z. B. Handhabung und Lagerung von Sprengmitteln nicht im Kontrollbereich) eine anlageninterne Explosion vermieden wird. Der Einsatz von Sprengmitteln unter Tage erfolgt nach Information der BGE nicht im Einlagerungsbetrieb.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 32 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Bei Ereignis Nr. 37 gemäß EU 228 [1] kommt es infolge eines technischen Defektes an über-tägigen Anlagen zu einer anlageninternen Explosion. Dieses Ereignis wird durch Maßnahmen des aktiven und passiven Brandschutzes sowie durch Explosionsschutzmaßnahmen vermieden und wird daher nicht im Rahmen der MTO-Analyse weiter betrachtet.

### **Seilriss**

Das in EU 228 [1] aufgeführte Ereignis Nr. 42 beinhaltet den technischen Defekt im System der Schachtförderanlage, infolgedessen es zu einem Absturz des Förderkorbes im Schacht kommt. Die technischen Defekte einzelner Systeme der Schachtförderanlage sind in HAZOP-Analyse 4 betrachtet worden und als nicht sicherheitsrelevant eingestuft worden. Da die Seile der Schachtförderanlage einer regelmäßigen Prüfung unterliegen und nach TAS [10] und BVOS [11] geprüft werden, ist ein Seilriss nicht zu unterstellen. Eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 42 gemäß EU 228 [1] ist damit nicht mehr notwendig.

### **Spontane Druckentlastung an Zählgasflaschen**

Bei der GEK wird zur Strahlungsmessung ein Gemisch aus Argon und Kohlenstoffdioxid als Prüfgas verwendet. Dieses Prüfgas steht unter einem Druck von 200 bar und lagert in Druckgasflaschen in direkter räumlicher Nähe zur GEK. In EU 228 [1] wird in Ereignis Nr. 19 eine spontane Druckentlastung der Zählgasflaschen unterstellt, wodurch die Flaschen auf Abfallgebände prallen. In EU 238 „Systemanalyse Konrad Teil 3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad“ [12] wird die Wahrscheinlichkeit für dieses Szenario für die Ursache „Bersten“ festgelegt. Die Häufigkeit für ein Bersten der Zählgasflasche, verbunden mit einem Linearimpuls durch Rückstoß ist hier mit  $1 \times 10^{-7}$ /Flaschen pro Jahr angesetzt worden. Aufgrund dieser geringen Wahrscheinlichkeit wird dieses Szenario in der vorliegenden Untersuchung nicht weiter betrachtet. Ein Eintreten eines Versagens von Druckgasflaschen ist auch deshalb nicht zu unterstellen, da Druckgasflaschen gemäß der Betriebssicherheitsverordnung § 15 [13] alle 10 Jahre wiederkehrend zu prüfen sind.

Neben dem hier unterstellten Bersten einer Druckgasflasche könnte eine spontane Druckentlastung auch auf Beschädigungen von Flaschen bei der Handhabung (z. B. Flaschenwechsel) zurückgeführt werden. Da ein Wechsel der Druckgasflaschen außerhalb des Einlagerungsbetriebes zu erfolgen hat, ist eine Beschädigung von Abfallgebänden nicht zu besorgen. Eine Betrachtung des Ereignisses Nr. 19 gemäß EU 228 [4] ist aus den genannten Gründen nicht notwendig.

## Übersicht der nicht betrachteten Ereignisse

In der nachfolgenden Tabelle ist aufgeführt, welche Ereignisse nicht betrachtet werden.

Tabelle 3: Nicht betrachtete Ereignisse

Nr. der nicht betrachteten Ereignisse nach EU 228 [1] bzw. ÄV 53 [6]	Bezeichnung/Name des Ereignisses
8	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
12	Absturz LKW-Haube auf Abfallgebände
16	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
19	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände
20	Anheben von zylindrischen Abfallgebänden von der Tauschpalette
21	Absturz von Abfallgebänden
23	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
35	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände
37	Anlageninterne Explosion
42	Absturz des Förderkorbes im Schacht
46	Steinfall auf Abfallgebände infolge gebirgsmechanischen Versagens
47	Kollision von Transportmitteln unter Tage bei der Umladung mit Brand
50	Kollision von Transportmitteln unter Tage bei der Umladung
55	Kollision des Transportwagens mit dem Stoß
57	Steinfall auf Abfallgebände infolge gebirgsmechanischen Versagens
59	Anlageninterne Explosion
67	Steinfall auf Abfallgebände infolge gebirgsmechanischen Versagens
73	Steinfall auf Abfallgebände infolge gebirgsmechanischen Versagens
102 (ÄV 53)	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände

### 4.3.4 Übersicht des Prüfumfanges

Die in Tabelle 1 aufgeführten Ereignisse und Deltas geben den Prüfumfang der HAZOP-Analyse wieder. Diese Tabelle ist um die in den oberen Absätzen beschriebenen Ereignisse bereits reduziert.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 34 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 5. Durchführung der HAZOP-Analysen

### 5.1 Sicherheitsbezogene Analyse

Sicherheitsbezogene Analysen von Prozessen und Abläufen können prinzipiell in folgende zwei Vorgehensweisen unterteilt werden:

- (1) Bei Ereignisanalysen werden bereits vorgefallene Ereignisse (Störungen, Unfälle, Störfälle) nachträglich systematisch untersucht, um die Ursachen dieser Ereignisse zu identifizieren. Mit Hilfe dieser Ursachen können dann Maßnahmen abgeleitet werden, um ein Wiederauftreten ähnlicher Ereignisse zu verhindern. Es wird also von einem tatsächlichen Ereignis ausgegangen und durch die systematische Analyse werden die möglichen Ursachen immer weiter eingegrenzt, um – idealerweise – bei Grundursachen (root cause) zu enden. Die Ereignisanalyse ist damit ein erfahrungsbasiertes Vorgehen.
- (2) Eine voreilende Analyse wird durchgeführt, bevor es zu einem unerwünschten Ereignis kommt. Es ist also noch keine Erfahrung (Empirie) vorhanden, sondern es werden anhand von Ablaufbeschreibungen prinzipiell mögliche Abweichungen und gegebenenfalls deren Auswirkungen identifiziert. Diese möglichen Abweichungen werden daraufhin untersucht, ob bereits geeignete Schutzeinrichtungen vorhanden sind. Ist dies nicht der Fall, können zusätzliche Maßnahmen festgelegt werden. Die voreilende Analyse ist damit ein theoriebasiertes Vorgehen. Der Vorteil einer voreilenden Analyse besteht darin, dass zusätzliche Maßnahmen identifiziert werden können, die ggf. zur weiteren Optimierung der Sicherheit des Endlagers beitragen können]

#### MTO-Analysen

MTO bedeutet „Mensch, Technik, Organisation“. Bei MTO-Analysen geht es darum, ein Problem ganzheitlich zu betrachten, d. h. den gesamten Einflussbereich aus individuellem Verhalten, Gruppenverhalten, organisatorischen Rahmenbedingungen und technischen Aspekten zu untersuchen. MTO-Analysen lassen sich sowohl als Ereignisanalysen als auch als voreilende Analysen durchführen.

#### Voreilende MTO-Analysen

Da voreilende Analysen nicht erfahrungsbasiert, sondern theoriebasiert sind, ist die große Anzahl möglicher beitragender Faktoren oder Grundursachen aus den Bereichen Mensch, Technik und Organisation im Rahmen der Analyse schwer zu erfassen. Aus diesem Grund ist die Anwendung einer systematischen Methodik notwendig.

In einer Vorläufer-Studie „Konzept zur Durchführung von MTO-Analysen“ [14] zu der hier vorliegenden Untersuchung wurden unterschiedliche Methoden für voreilende MTO-Analysen untersucht und systematisch bewertet. Die HAZOP-Methode wurde dabei als für diese Untersuchung am besten geeignete Methode bewertet. Die HAZOP-Methode (Hazard Operability Study) ist eine anerkannte und sehr gut geeignete Methode für voreilende Analysen.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 35 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Die in dieser Untersuchung angewendete Methodik für die HAZOP-Analyse ist angelehnt an die DIN EN 61882:2017-02 HAZOP-Verfahren [15] sowie an das PAAG-/HAZOP-Verfahren der Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit Sektion Chemie [16]. PAAG (Prognose - Auffinden der Ursachen - Abschätzen der Auswirkungen - Gegenmaßnahmen) ist die deutsche Bezeichnung für die HAZOP-Methode. Die chemische und petrochemische Industrie wendet die HAZOP-Methode international seit den 1970iger Jahren an.

## 5.2 Vorgehen bei der HAZOP-Analyse

Grundlage für die Erstellung der hier vorliegenden HAZOP-Analysen waren Dokumente zum Endlager Konrad, in welchen die für die jeweiligen Analysen relevanten Vorgänge beschrieben sind, sowie weitere mündliche Informationen der BGE zum geplanten Vorgehen im Einlagerungsbetrieb. Die MTO-Analyse wurde auf Grundlage der Genehmigungsunterlagen des PFB Konrad, der Prüfunterlagen des PFV Konrad und der zugelassenen Änderungsvorgänge Konrad durchgeführt. Da es sich um eine voreilende MTO-Analyse handelt, ist der aktuelle Planungsstand zu berücksichtigen.

Aus den vorliegenden Unterlagen wurden dann diejenigen Handhabungsschritte an Abfallgebinden ausgewählt, bei denen Ereignisse auftreten könnten, welche die Integrität eines Abfallgebindes potenziell gefährden könnten. Aus den Beschreibungen in den vorliegenden Unterlagen wurden anschließend Sollfunktionseinheiten (SFE) gebildet, d. h. einzelne sinnvoll abgrenzbare Vorgänge oder Handlungsschritte. Diese SFE sind standardisierte Beschreibungen von Handlungen und bilden die Grundlage der HAZOP-Analysen. Jede SFE beinhaltet einen Akteur (wer führt die Handlung aus) und eine Beschreibung der Handlung. Akteure einer SFE können sowohl einzelne handelnde Personen sein (z. B. „Rangierfahrzeugführer“), Gruppen von Personen oder eine einzelne Person aus einer Gruppe, ohne die Bestimmung der genauen Personen (z. B. „Personal Umladehalle“) oder auch technische Einrichtungen sein (z. B. „Technik Flurförderanlage“). Die Kombination von Akteur und Handlung bildet dann eine SFE (z. B. „Rangierfahrzeugführer: Prüfe die Stellung der Weichen“)

Diese SFE wurden dann in eine logische Abfolge gebracht, welche sich an den Abläufen im Einlagerungssystem des Endlagers Konrad orientiert. Die SFE wurden mit Hilfe der HAZOP-Methode systematisch analysiert. In den einzelnen HAZOP-Analysen sind nicht sämtliche Handhabungsschritte als SFE enthalten, welche sich in den entsprechenden Dokumenten der BGE (z. B. EU 303 „Betriebsablauf im Bereich der Handhabung von Abfallgebinden“ [8]) wiederfinden. Für die HAZOP-Analyse wurden nur diejenigen Handlungsschritte als SFE definiert, bei denen durch eine Fehlhandlung oder ein technisches Versagen die Integrität eines Abfallgebindes gefährdet werden könnte.

Eine HAZOP-Analyse besteht aus der systematischen Untersuchung von SFE, d. h. der Hinterfragung welche Fehler und Abweichungen in dieser SFE auftreten könnten. Für jede SFE werden alle ablaufrelevanten **Parameter** (z. B. Ausführung der Handlung, Geschwindigkeit, Ort, Weg etc.) aufgelistet, damit für jeden Parameter die Gefährdungspotentiale betrachtet werden können.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 36 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Eine weitere wichtige Komponente der HAZOP-Methode sind die **Leitwörter** (z. B. „nicht“, „mehr“, „weniger“ etc.), die in Verbindung mit den Parametern die **Abweichung** von der Sollfunktion ergeben. In Kapitel 5.3 sind die für diese voreilende MTO-Analyse genutzten Parameter und Leitwörter erläutert. Durch die Anwendung von Leitwörtern und Parametern auf die SFE werden die unterstellten Abweichungen vom bestimmungsgemäßen Vorgang beschrieben.

Im Folgenden ist die Durchführung einer HAZOP-Analyse an einem **fiktiven Beispiel** erläutert. Das Beispiel ist an die Vorgänge in HAZOP 1, Node 2 (Anlieferung Bahn-Waggon) angelehnt, wurde aber zur Verdeutlichung der Vorgehensweise abgeändert. Für dieses fiktive Beispiel sind alle relevanten Bewertungsschritte einer HAZOP-Analyse aufgeführt.

Beispiel für die Analyse einer SFE:

*SFE mit Akteur: Rangierfahrzeugführer: Prüfe Weichenstellung/ Weichenmelder.*

*Angewendeter Parameter: „Ausführung der Handlung“*

*Auf diesen Parameter angewendetes Leitwort: „anders als“*

Aus der Anwendung dieses Parameters mit einem Leitwort auf die Handlung aus der SFE lässt sich dann eine mögliche Abweichung ableiten:

*Abweichung: Weichenstellung nicht korrekt wahrgenommen.*

Um eine umfassende Identifizierung der möglichen Abweichungen sicherzustellen, werden bei der Analyse einer SFE alle Parameter und Leitwörter (für die in dieser Untersuchung genutzten Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4) systematisch abgeprüft.

Für die oben beschriebene Abweichung wird dann die **Ursache** ermittelt und die **Auswirkungen** diskutiert und bewertet.

*Ursache: Handlungsfehler*

*Auswirkung: Der Zug fährt auf nicht vorgesehenem Gleis, dadurch Kollision mit abgestelltem Zug oder Waggon.*

Die ermittelte Auswirkung wird einem **Ereignis** und **Delta** aus ÜsiKo Phase 1 zugeordnet (siehe Tabelle 1). Für die Ermittlung der Abweichungen und Auswirkungen der HAZOP-Analyse werden gegebenenfalls vorhandene Schutzeinrichtungen nicht einbezogen, d. h. der Vorgang wird betrachtet, als ob die Schutzeinrichtungen nicht vorhanden wären. Darüber hinaus werden auch Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten einer Abweichung nicht betrachtet, sondern es wird angenommen, dass die Abweichung eintritt.

Kommt das HAZOP-Team (siehe Kapitel 5.8) im Rahmen der HAZOP-Analyse zum Ergebnis, dass die Auswirkungen nicht sicherheitsrelevant sind, wird dies dokumentiert. Die SFE ist damit ausreichend betrachtet, die Analyse dieser SFE endet an dieser Stelle.

Sind die Auswirkungen beschrieben und wird eine Sicherheitsrelevanz festgestellt, ist zu prüfen, ob bereits Schutzeinrichtungen bestehen bzw. geplant sind. Die geplanten Schutzeinrichtungen werden aufgeführt.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 37 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Schutzeinrichtung: Auffahrdistanzmessgerät (Laserscanner) auf dem Rangierfahrzeug verbaut

Es ist damit in diesem Fall eine technische Schutzeinrichtung vorhanden.

Es könnte sein, dass es im Rahmen der HAZOP-Analyse trotz der vorhandenen Schutzeinrichtungen im Sinne einer weiteren Optimierung als sinnvoll erachtet wird, eine weitere **Schutzmaßnahme** zu empfehlen. So könnte unterstellt werden, dass der Rangierfahrzeugführer zu spät bemerkt, dass eine Weiche falsch gestellt ist und dass das zu befahrene Gleis bereits direkt hinter der Weiche mit Fahrzeugen besetzt ist. Das Auffahrdistanzmessgerät erkennt zwar ein Hindernis, der Bremsweg ist aber zu lang (bzw. der Abstand zum Hindernis zu kurz), um eine Kollision zu vermeiden. In diesem Fall könnten im Rahmen der MTO-Analyse Maßnahmen zur weiteren Optimierung empfohlen werden.

Die empfohlenen Maßnahmen werden anschließend nach ihrer **Sicherheitsbedeutung**, d. h. nach ihrem Optimierungspotenzial, bewertet. Für diese Untersuchung wurde dafür eine dichotome Bewertung der Sicherheitsbedeutung der Maßnahmen in "hoch" oder „niedrig“ vorgenommen (zur Bewertung der Sicherheitsbedeutung siehe Kapitel 5.7)

In diesem Fall würden die weiteren Schritte wie folgt aussehen:

Maßnahmenempfehlung: Es muss vor Einfahrt eines Zuges auf das Schachtgelände sichergestellt werden, dass die Weichen W1, W2, W3 so gestellt sind, dass der Fahrweg über Gleis 42 und Gleis 41 nach Gleis 2 führt, und dass der Fahrweg frei von Hindernissen ist.

Bewertung der Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch bei einer technischen Umsetzung und niedrig bei einer organisatorischen Umsetzung.

Damit ist die Analyse einer SFE abgeschlossen.

Bei der HAZOP-Methodik gilt nach DIN EN 61882:2017-02 „HAZOP-Verfahren (HAZOP-Studien) – Anwendungsleitfaden“ [15] grundsätzlich:

1. Es werden nicht mehrere voneinander unabhängige Fehler unterstellt. In einer HAZOP-Analyse ist der Einzelfehler zu betrachten und zu bewerten.

Beispiel: Es wird nicht unterstellt, dass eine falsche Weiche gestellt wurde, und dass gleichzeitig das Rangierfahrzeug zu schnell fährt. Es kann aber unterstellt werden, dass die Weiche falsch gestellt wurde, das Rangierfahrzeug dadurch auf ein anderes Gleis geleitet wurde und dadurch auf einen stehenden Waggon auffährt. Das wären die Auswirkungen eines einzelnen Fehlers.

2. Besteht der Fehler (die Abweichung) z. B. im Versagen einer Bremse, dann kann die Bremse nicht als Schutzeinrichtung herangezogen werden. Es muss eine andere organisatorische oder technische Maßnahme greifen (z. B. eine zweite, redundante Bremsvorrichtung).
3. Auswirkungen werden im ersten Schritt der HAZOP-Analyse ohne bereits vorhandene oder geplante Schutzeinrichtungen bewertet. Würde man geplante oder bereits vorhandene Schutzeinrichtungen im ersten Schritt mit aufnehmen, bestünde die Gefahr,

 	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 38 von 184 Stand: 14.02.2025
--	---	--

dass aufeinanderfolgende Ereignisse nicht bedacht werden. Es gilt jedoch gemäß IVSS Sektion Chemie „Risikobeurteilung in der Anlagensicherheit Das PAAG-/HAZOP-Verfahren und weitere praxisbewährte Methoden“ [16], dass bauliche Einrichtungen (welche nicht versagen können) oder bei vorhandener versagensfreier „inhärenter Sicherheit“ diese Einrichtungen nicht als Schutzmaßnahmen anzusehen sind und dadurch bereits in einem ersten Schritt berücksichtigt werden können.

### 5.3 Parameter und Leitwörter

Das HAZOP-Team hat in der Planungsphase der HAZOP-Analysen die für dieses Vorhaben zur Einlagerung von Abfallgebinden passenden Parameter und auf diese Parameter anzuwendende Leitwörter zusammengestellt. Die Auswahl der Parameter ist dabei vom zu betrachtenden Prozess abhängig.

Im Endlager Konrad werden viele Vorgänge durch menschliche Handlungen ausgelöst und durchgeführt. Daher ist der Parameter „Ausführung der Handlung“ einer der Wichtigsten. Fehlerhafte Objekte (z. B. technische Einrichtungen, welche versagen) können u. a. Ursache für eine Abweichung sein, weswegen „Objekt“ ebenfalls als Parameter herangezogen wurde. In den hier vorliegenden HAZOP-Analysen wurden Abweichungen aufgrund technischer Defekte - falls diese Defekte nicht anderen Parametern zugeordnet werden konnten - unter dem Parameter „Objekt“ erfasst. Die zu untersuchenden Ereignisse betreffen im Wesentlichen Kollisionen oder Abstürze. Dazu sind die räumlichen Parameter „Ort“ und „Weg“ sowie die „Geschwindigkeit“ zu betrachten. Wann ein Prozess oder Vorgang ausgelöst bzw. durchgeführt wird, kann eine Frage des Zeitpunktes sein, weswegen der Parameter „Zeit“ eingebracht wurde.

Bei der Auswahl der Leitwörter hat sich das HAZOP-Team eng an die in der DIN EN 61882: 2017-02 [15] genannten Leitwörter gehalten. Während der Anwendung hat sich die Auswahl der in der folgenden Tabelle 4 aufgeführten Parameter und Leitwörter als angemessen erwiesen.

Tabelle 4: In den HAZOP-Analysen genutzte Parameter und Leitwörter und deren Bedeutung

Parameter	Leitwort	Bedeutung
Ausführung der Handlung	Nicht	Vollständige Verneinung der Sollfunktion
	Sowohl als auch	Qualitative Änderung; Handlung plus zusätzliche Handlung
	Teilweise	Qualitative Änderung; nur teilweise Ausführung der Handlung
	Umkehrung	Entgegengesetzter Ablauf
	Anders als	Andere Umsetzung der Handlung als vorgesehen
Zeit	Zu früh/Zu spät bzw. Zu kurz/Zu lang	Zeitpunkt oder Zeitdauer eines Vorgangs
Ort	Anders als	Anderer Ort
Weg	Nicht	Vollständige Verneinung:
	Mehr/Weniger	Quantitative Zunahme/Abnahme des Weges
	Umkehrung	Entgegengesetzt
	Anders als	Anderer Weg
Geschwindigkeit	Mehr/Weniger	Quantitative Zunahme/Abnahme
Objekt	Nicht	Kein Objekt
	Mehr/Weniger	Höhere/Geringere Anzahl
	Anders als	Anderes Objekt oder technisches Versagen des Objekts

## 5.4 Definition Ursache

Da voreilende Analysen nicht erfahrungsbasiert, sondern theoriebasiert sind (siehe Kapitel 5.1), gibt es eine sehr große Anzahl möglicher beitragender Faktoren oder Grundursachen aus den Bereichen Mensch, Technik und Organisation. Diese Grundursachen führen dann entweder zu einem „technischen Defekt“ oder zu einem „Handlungsfehler“. Dies sind die beiden beobachtbaren Ursachen (siehe Abbildung 3).

Da die große Anzahl potenzieller Grundursachen im Rahmen einer Analyse nicht sinnvoll fassbar gemacht werden kann, wurden für die praktische Umsetzung im Rahmen der MTO-Analyse nur die beobachtbaren Ursachen „Technischer Defekt“ und „Handlungsfehler“ genutzt. Die beiden beobachtbaren Ursachen führen zu einem unerwünschten Ereignis. Im Umkehrschluss wird deutlich, dass unter jeder der zwei beobachtbaren Ursachen sich die Grundursachen aus den Bereichen Mensch, Technik und Organisation wiederfinden.

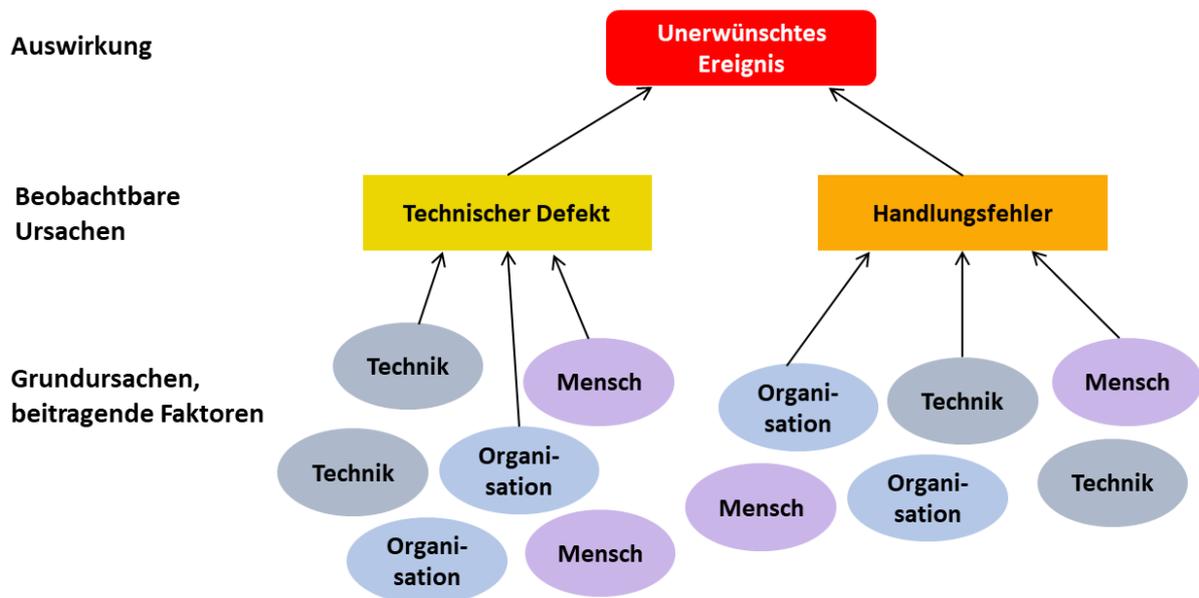


Abbildung 3: Darstellung der Zusammenhänge zwischen Grundursachen, beobachtbaren Ursachen und deren Auswirkung

## 5.5 Bewertung der Auswirkung einer potenziellen Abweichung

Im Rahmen der Bearbeitungen der HAZOP-Analysen erfolgt eine Beurteilung, ob die Auswirkung einer potenziellen Abweichung von einer Sollfunktion dazu führen könnte, dass Beschädigungen an dem Abfallgebäude auftreten könnten oder dass die mechanische Stabilität/Integrität des Abfallgebüdes beeinträchtigt sein könnte. Die Beurteilung, ob eine sicherheitsrelevante Auswirkung vorliegt, beinhaltet keine qualitative Aussage, ob tatsächlich Radioaktivität freigesetzt werden kann oder freigesetzt wird. Die Beurteilung der sicherheitsrelevanten Auswirkung nimmt keinen qualitativen Kredit von der Bauartzulassung der TE oder der konstruktiven Auslegung des Abfallgebüdes zum Schutz vor Beschädigung.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 41 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

In den HAZOP-Analysen sind an zahlreichen Stellen zwei praktisch identische Vorgänge von Kollisionen beschrieben (identische Abweichung, identische Ursache, identischer unterstellter Ablauf), welche sich nur darin unterscheiden, ob es als Konsequenz der unterstellten Kollision zu einem Brand kommt oder nicht. Bei Kollisionen ohne Brand erfolgt dann oftmals die Bewertung „keine Auswirkung“. Obwohl es sich ggf. um einen identischen Vorgang handelt, wird die Bewertung „keine Auswirkung“ im Falle eines Brandes nicht vorgenommen, da der unterstellte Brand per se zu einer möglichen Einwirkung auf das Abfallgebäude führen kann.

## 5.6 Bewertung von Schutzeinrichtungen

Als Schutzeinrichtungen werden solche Sachverhalte bzw. technischen Einrichtungen aufgeführt, welche zielgerichtet konzipiert wurden, um eine Störung oder Abweichung zu vermeiden. Andere technische Randbedingungen, welche vorhanden sind, aber nicht gezielt als Schutzfunktion konzipiert wurden, werden nicht als Schutzeinrichtung aufgeführt.

Beispiel:

- Die Fahrgeschwindigkeit des TW unter Tage ist auf 10 km/h begrenzt. Dies wurde gezielt geplant, um die negativen Auswirkungen von möglichen Kollisionen zu verringern. Diese Begrenzung der Geschwindigkeit ist damit eine Schutzeinrichtung im Sinne der HAZOP-Analyse.
- Die Ladefläche des TW ist breiter und länger als die zu transportierenden Abfallgebäude. Bei einer möglichen Kollision des TW mit dem Stoß ist dadurch das Abfallgebäude vor einem Anprall an den Stoß geschützt. Dieser Schutz ist aber rein technisch durch die Abmessung der Ladefläche bedingt und wurde nicht zielgerichtet als Schutzfunktion konzipiert. Die Abmessung der Ladefläche ist damit keine Schutzeinrichtung bei Kollisionen im Sinne der HAZOP-Analyse.

## 5.7 Bewertung „Sicherheitsbedeutung“

Als Ergebnis der Bewertungen in der MTO-Analyse werden Empfehlungen für zusätzliche Optimierungsmaßnahmen formuliert. In der Leistungsbeschreibung zu dieser Untersuchung ist gefordert, dass bei der Durchführung der MTO-Analyse bei Maßnahmenempfehlungen „eine Differenzierung nach der Sicherheitsbedeutung (signifikanter Sicherheitsgewinn im Sinne einer zusätzlichen Optimierung der Sicherheit des Endlagers)“ vorzunehmen sei. Diese Forderung wird dahingehend umgesetzt, dass für jede Maßnahmenempfehlung eine dichotome Bewertung der Sicherheitsbedeutung als „hoch“ oder „niedrig“ vorgenommen wurde. Eine Bewertung als „hoch“ wurde vorgenommen, wenn durch die Maßnahmenempfehlung eine Abweichung oder die Auswirkung der Abweichung sicher verhindert werden kann. Eine Bewertung als „niedrig“ wird vorgenommen, wenn für eine Abweichung oder die Auswirkung einer Abweichung zwar die Wahrscheinlichkeit reduziert, aber eine sichere Verhinderung nicht garantiert werden kann.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 42 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 5.8 Durchführung der HAZOP-Analysen

Die voreilende MTO-Analyse wurde zu einem Zeitpunkt erstellt, als relevante Anlagen, Systeme oder Komponenten teilweise noch nicht hergestellt waren, sondern nur Spezifikationen und Leistungsbeschreibungen dafür vorlagen. Für die MTO-Analyse wurden deshalb keine Besichtigungen vor Ort durchgeführt. Die MTO-Analyse wurde auf Basis der von der BGE zur Verfügung gestellten Dokumente und von der BGE erteilten Auskünfte erstellt.

Für die Durchführung der HAZOP-Analysen wurde ein festes HAZOP-Team von fünf Experten aus den drei beauftragten Organisationen gebildet. In diesem HAZOP-Team waren folgende Fachkenntnisse vertreten, wobei die Teammitglieder teilweise über mehrere der gelisteten Fachkenntnisse verfügten:

- Fachkenntnisse bezüglich der Abläufe und Standards in kerntechnischen Anlagen
- Fachkenntnisse bezüglich der Themenbereiche Mensch und Organisation
- Fachkenntnisse bezüglich der Abläufe in einem Endlager für radioaktive Abfälle
- Fachkenntnisse bezüglich der Durchführung von HAZOP-Analysen
- Fachkenntnisse bezüglich der Durchführung von MTO-Analysen
- Fachkenntnisse bezüglich der technischen Einrichtungen in einem Endlager für radioaktive Abfälle

Die HAZOP-Analysen wurden in den Jahren 2022 und 2023 online durchgeführt. Alle Analysen wurden von mehreren Experten (zwei oder drei) aus dem HAZOP-Team durchgeführt. Für jede HAZOP-Analyse gab es eine feste Bearbeitungsgruppe.

Während der Durchführung der Analysen festgestellte Informationslücken wurden der BGE schriftlich mitgeteilt und in Statusgesprächen mit der BGE geklärt bzw. auf dem Schriftweg von der BGE beantwortet.

Alle HAZOP-Analysen wurden als Entwurf an die BGE versendet und in Statusgesprächen mit der BGE durchgesprochen, wobei in den Statusgesprächen die fachlichen Experten der BGE für die betreffende Thematik anwesend waren. Auf Basis der Informationen aus den Statusgesprächen und der nachgelieferten schriftlichen Informationen wurden die HAZOP-Analysen dann bei Bedarf angepasst.

## 5.9 Dokumentation der Ergebnisse der HAZOP-Analyse

Die HAZOP-Analyse wurde in den Sitzungen von einem Teilnehmer des HAZOP-Teams für alle Teilnehmer direkt sichtbar in einem HAZOP-Arbeitsblatt (Microsoft Office Excel-Tabellenblatt) dokumentiert. In Tabelle 5 sind die elf Spalten eines HAZOP-Arbeitsblatts von links nach rechts wiedergegeben und es ist die Bedeutung der Spalten kurz beschrieben.

Tabelle 5: Die Bedeutung der Spalten in einem HAZOP-Arbeitsblatt

<b>Spaltentitel der Spalten im HAZOP-Arbeitsblatt</b>	<b>Bedeutung</b>
Sollfunktionseinheit	Vorgang oder Handlungsschritt, ausgeführt von einem Akteur
Parameter	Siehe Beschreibung der genutzten Parameter in Tabelle 4
Leitwort	Siehe Beschreibung der genutzten Leitwörter in Tabelle 4
Abweichung	Identifizierte mögliche Abweichung von geplanten Vorgängen und Handlungen bzw. deren erwünschter Ergebnisse als Resultat der Anwendung von Parameter und Leitwort auf die SFE
Ursachen	Ursache der Abweichung
Ereignis	Nummer des Ereignisses nach EU 228 [1]
Delta	Nummer des Deltas nach ÜsiKo Phase 1 [3]
Auswirkungen	Mögliche Auswirkungen der Abweichung auf ein Abfallgebinde
Schutzeinrichtungen	Bereits vorhandene Schutzeinrichtungen, um Abweichung oder Auswirkung zu verhindern oder zu begrenzen
Maßnahmenempfehlung	Empfehlung für zusätzliche Optimierungsmaßnahmen
Bewertung Sicherheitsbedeutung	Bewertung der Maßnahmenempfehlungen bezüglich ihrer Sicherheitsbedeutung

Die Arbeitsblätter zu den sieben HAZOP-Analysen sind in Anhang 2 bis 8 aufgeführt.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 44 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 6. Ergebnisse der HAZOP-Analysen

Bei den hier beschriebenen Maßnahmenempfehlungen handelt es sich um Vorschläge des HAZOP-Teams. Die Umsetzbarkeit und Zweckmäßigkeit der Maßnahmenempfehlungen muss abschließend noch durch die BGE bewertet werden.

### 6.1 HAZOP 1: Gebindeanlieferung und Trocknung

#### 6.1.1 Untersuchungsumfang

Die Betrachtungen der HAZOP 1 beginnen mit der Gebindeannahme am Werkstor des Endlagers Konrad und enden mit dem erfolgten Transport eines Abfallgebundes in die Umladehalle, bevor die TE bzw. das Abfallgebunde am Brückenkran angeschlagen wird. Alle Tätigkeiten außerhalb des Werkszauns des Endlagers Konrad sind nicht im Bearbeitungsumfang enthalten. Die TE bestehen entweder aus einem kubischen Abfallgebunde (Konrad-Container), aus einem oder zwei zylindrischen Abfallgebunden auf einer TP liegend oder aus einem stehend angelieferten zylindrischen Abfallgebunde.

Die Abfallgebunde werden entweder per LKW oder mit der Eisenbahn auf Bahn-Waggons angeliefert, woraus sich teilweise unterschiedliche Abläufe ergeben. Aus diesem Grund wird die HAZOP 1 in die zwei Nodes „LKW“ (Node 1) und „Bahn-Waggon“ (Node 2) unterteilt.

##### Node 1: LKW

Nach Öffnen des Werkstors durch das Wachpersonal und Passieren des Tors wird ein LKW vom Wachpersonal an der Wache in Empfang genommen. Dem LKW-Fahrer wird die Fahrtroute über das Gelände und die Abrufposition (als Ziel) mitgeteilt, welche durch das Personal des Steuerstands der Trocknungsanlage an das Wachpersonal kommuniziert werden. Der LKW-Fahrer fährt mit maximal 10 km/h über das Betriebsgelände zu der angegebenen Abrufposition. Dort führt das Personal der Trocknungsanlage eine visuelle Prüfung durch, ob ein Vorbehandlungsbedarf oder ein Trocknungsbedarf des LKWs gegeben ist. Gegebenenfalls wird an der Abrufposition oder vor der Trocknungskammer eine Vorbehandlung des LKW durchgeführt. Sobald durch das Personal des Steuerstands der Trocknungsanlage die Freigabe zum Weitertransport erfolgt, wird das Einfahrtstor der „Trocknungskammer LKW“ geöffnet und der LKW fährt in die Trocknungskammer, wo bei Bedarf eine Trocknung stattfindet. Nach Einfahrt des LKW wird das Einfahrtstor der Trocknungskammer LKW geschlossen.

Nach Abschluss der Trocknung oder – falls kein Trocknungsbedarf besteht – nach Durchfahrt des LKW durch die Trocknungskammer wird durch das Personal des Hauptleitstands das „Ausfahrtstor Trocknungskammer“ geöffnet und der LKW fährt in die Umladehalle bis zur Entladeposition für LKW. Das Ausfahrtstor Trocknungskammer ist die Grenze zum Kontrollbereich des Endlagers Konrad.

Damit enden die Vorgänge, welche in HAZOP 1 betrachtet werden. Abbildung 4 zeigt die für die Anlieferung der Abfallgebunde relevanten Positionen für den LKW.

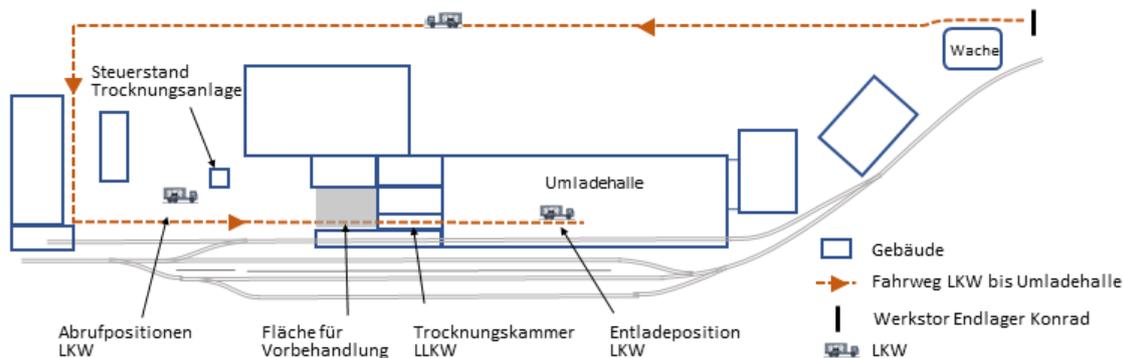


Abbildung 4: Übersicht LKW Fahrweg vom Werkstor bis zur Umladehalle

## Node 2: Bahn-Waggon

Beim Transport von Abfallgebinden zum Endlager Konrad per Bahn wird ein Zug bestehend aus Einzelwaggonen vor dem Werkstor auf dem Übergabegleis von einem Rangierfahrzeug des Endlagers Konrad übernommen. Bei der Übernahme sind die Bremsleitungen zwischen den einzelnen Waggonen bereits getrennt und die Kupplung der Waggonen ist auf maximale Länge eingestellt, um ein späteres Auftrennen des Zuges zu erleichtern.

Das Rangierfahrzeug verfügt über eine automatische Rangierkupplung, welche aus dem Führerstand des Triebfahrzeugs heraus bedient werden kann. Für Kupplungsvorgänge verfügt das Triebfahrzeug an beiden Enden über ein Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert. Das Rangierfahrzeug kann bei Bedarf auch über eine Fernbedienung gesteuert werden. Nach dem Ankuppeln wird der Zug (max. 1.000 t Anhängelast) mit max. 1 m/s auf das Werksgelände und weiter über die Gleise 42 und Gleis 41 bis auf Gleis 2 gefahren. Die Waggonen sind hierbei ungebremst und der Zug wird nur über die Bremsen des Rangierfahrzeugs gebremst. Auf Gleis 2 werden die Waggonen des Zuges zu Waggonverbänden von jeweils 2 - 3 Waggonen vereinzelt. Da die Waggonen ungebremst sind, müssen die Waggonen an allen Abstellpositionen, bei denen das Rangierfahrzeug abgekuppelt wird, mit Hemmschuhen gegen Wegrollen gesichert werden. Die Waggonverbände werden dann einzeln über Gleis 5 Richtung Trocknungskammer rangiert. Auf Gleis 5 findet ein Fahrtrichtungswechsel des Waggonverbandes statt und das Triebfahrzeug schiebt den Waggonverband. Auf der Enteisungsfläche vor der Trocknungskammer führt das Personal der Trocknungsanlage eine visuelle Prüfung durch, ob ein Vorbehandlungsbedarf oder ein Trocknungsbedarf gegeben ist. Nach Prüfung und Freigabe wird der Waggonverband in die „Trocknungskammer Waggon“ geschoben.

Zur Trocknung kann das Rangierfahrzeug vom Waggonverband abkuppeln und rückwärts aus der Trocknungskammer herausfahren. Nach erfolgter Trocknung fährt das Rangierfahrzeug wieder in die Trocknungskammer, kuppelt das Rangierfahrzeug an und schiebt den Waggonverband in die Umladehalle bis zur „Entladeposition Bahn-Waggon“. Falls kein Trocknungsbedarf besteht, entfällt der Trocknungsvorgang und das Rangierfahrzeug wird nicht vom Waggonverband abgekuppelt.

Damit enden die Vorgänge, welche in HAZOP 1 betrachtet werden. Abbildung 5 zeigt die für die Bahn-Anlieferung der Abfallgebinde relevanten Positionen.

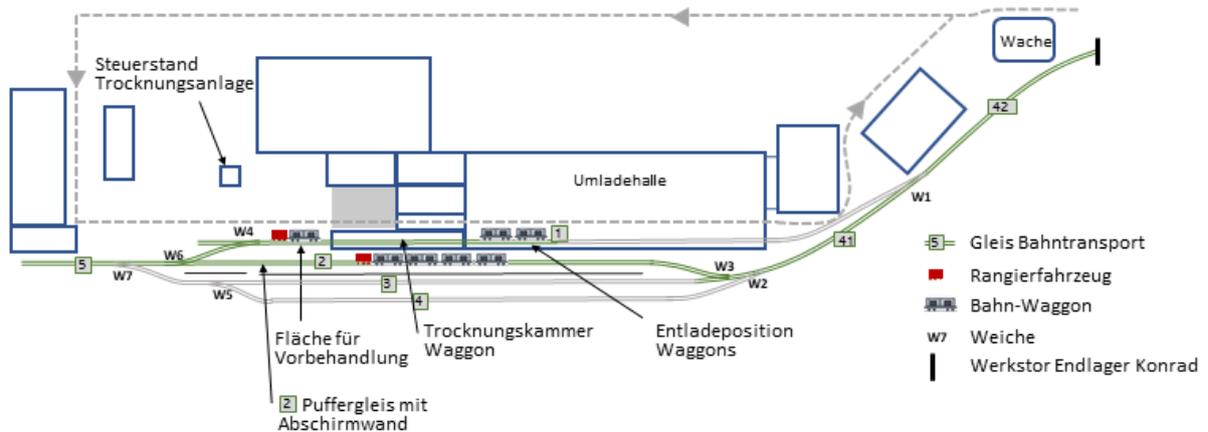


Abbildung 5: Übersicht „Bahn-Waggon“: Fahrweg vom Werkstor bis zur Umladehalle

Die im Normalbetrieb sicherheitsrelevanten Abläufe sind in den SFE der einzelnen Nodes beschrieben. Der jeweilige Akteur der Sollfunktion ist benannt, z. B. „LKW-Fahrer“, „Personal Steuerstand Trocknungsanlage“ etc. In Kapitel 4.2, Tabelle 1 sind die Ereignisse nach EU 228 [1] aufgeführt, welche der HAZOP 1 zugeordnet sind und in der HAZOP-Analyse untersucht wurden. Die HAZOP-Analyse ist in einem HAZOP-Arbeitsblatt dargestellt (siehe Anhang 2).

### 6.1.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe von Node 1 und Node 2 werden anhand der Vorgänge, welche in den von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen beschrieben sind, vom HAZOP-Team in einzelne SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäßen Vorgang genau beschreiben.

In HAZOP 1, Node 1 werden 12 SFE beschrieben und bearbeitet. Die letzte SFE 13 stellt den Übergang zur HAZOP 2 dar. Die Analyse von SFE 13 erfolgt in HAZOP 2.

In HAZOP 1, Node 2 werden 18 SFE beschrieben, wobei auch hier die letzte SFE 19 den Übergang zur HAZOP 2 darstellt. Die Analyse von SFE 19 erfolgt in HAZOP 2.

### 6.1.3 Ergebnisse

In Node 1 von HAZOP 1 werden insgesamt zwölf SFE betrachtet. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden bei vier Abweichungen Empfehlungen für zusätzliche Optimierungsmaßnahmen ausgesprochen. Am Ende von Node 1 werden in SFE 13 zwei Abweichungen identifiziert, welche in HAZOP 2 näher betrachtet werden.

In Node 2 von HAZOP 1 werden insgesamt 18 SFE betrachtet. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 47 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden bei drei Abweichungen Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen. Am Ende von Node 2 werden in SFE 19 zwei Abweichungen identifiziert, welche in HAZOP 2 näher betrachtet werden.

## Empfehlungen

An dieser Stelle werden die getroffenen Maßnahmenempfehlungen genauer erläutert. Zusätzlich zu den Informationen im HAZOP-Arbeitsblatt wird das Ziel formuliert, welches durch die Maßnahmenempfehlung erreicht werden soll. Weiterhin wird die geplante Wirkung der Maßnahmenempfehlung beschrieben, d. h. wie das Ziel mit Hilfe der Maßnahme erreicht werden soll.

### **Node 1: Anlieferung von Abfallgebinden mit dem LKW vom Tor bis einschließlich Einfahrt in die Umladehalle**

Die insgesamt vier Abweichungen in Node 1, an denen zusätzliche Maßnahmen empfohlen werden, beziehen sich auf die SFE 9 (zwei mögliche Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen) und SFE 11 (zwei mögliche Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen). Innerhalb der SFE unterscheiden sich die Abweichungen nur darin, ob aus der unterstellten Kollision ein Brand resultiert oder nicht. Diese beiden Ereignisse (mit Brand / ohne Brand) sind hier nicht getrennt dargestellt, da alle sonstigen Bedingungen und die empfohlenen Maßnahmen identisch sind. Aus diesem Grund ist hier aus jeder SFE nur jeweils eine Abweichung beschrieben.

#### **SFE 9: LKW-Fahrer: Fahre auf ausgewiesene Halteposition (in der Trocknungskammer LKW); Steuerstand Trocknungsanlage: Schließe Einfahrtstor der Trocknungskammer**

Abweichung: Der LKW fährt nicht auf die ausgewiesene Position und es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer (Sektionaltor), welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.

Schutzeinrichtung: Eine Lichtsignalanlage am Ausfahrtstor der Trocknungskammer zeigt dem LKW-Fahrer die Haltepflicht an.

Ziel: Kollision mit dem Ausfahrtstor, mögliche Verletzung der Grenze des Kontrollbereichs und mögliche Beschädigung des Abfallgebindes auf dem LKW verhindern.

Maßnahmenempfehlung: Vor Einfahrt des LKW in die Trocknungskammer werden mobile, gut sichtbare Unterlegkeile bzw. breite Bremskeile auf die ausgewiesene Position in der Trocknungskammer gelegt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der LKW wird im sicheren Abstand vor dem Ausfahrtstor Trocknungskammer abgebremst.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision mit dem Ausfahrtstor Trocknungskammer vermieden wird.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 48 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

### **SFE 11: LKW-Fahrer: Fahre mit dem LKW langsam bis zu den Markierungen am Umladeplatz in der Umladehalle**

Abweichung: Der LKW weicht aufgrund eines Handlungsfehlers oder eines technischen Defekts seitlich von der Fahrspur in der Umladehalle ab und kollidiert mit einem Bahn-Waggon (welcher mit einem Abfallbinde beladen ist) auf dem Gleis 1.

Schutzeinrichtung: Der LKW wird in der Umladehalle durch Betriebspersonal eingewiesen. Die Einfahrt in die Umladehalle wird durch das Personal des Hauptleitstands mittels Kamera überwacht. Auf dem Hallenboden befinden sich Markierungen zur optischen Trennung der Fahrspur LKW von den Bahngleisen.

Ziel: Die Kollision des LKW mit einem Bahn-Waggon (welcher mit einem Abfallbinde beladen ist) soll sicher vermieden werden.

Maßnahmenempfehlung: Neben den bereits bestehenden Schutzeinrichtungen soll eine Kollision durch weitere technische Maßnahmen verhindert werden. Es soll eine Vielzahl von kurzen Fahrbahnbegrenzungen parallel zur Fahrspur des LKW installiert werden.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Die Fahrbahnbegrenzungen verhindern, dass der LKW die Fahrspur verlässt und mit einem Bahn-Waggon kollidiert. Die Fahrbahnbegrenzungen sind unterbrochen, damit eine Bewegung von Personal innerhalb der Umladehalle weiterhin ungehindert möglich ist und die Fluchtwege eingehalten bleiben.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision des LKW (mit Abfallbinden beladen) mit einem Bahn-Waggon (mit Abfallbinden beladen) verhindert wird.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 49 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## **Node 2: Anlieferung von Abfallgebinden mit der Bahn vom Tor bis einschließlich Einfahrt in die Umladehalle**

### **SFE 9: Rangierfahrzeugführer: Schiebe den Waggonverband auf die Halteposition in der Trocknungskammer Waggon.**

Abweichung 1: Der Rangierfahrzeugführer schiebt den Waggonverband mit dem Rangierfahrzeug mit 1 m/s über die Halteposition hinaus. Es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer, welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor (Sektionaltor) wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.

Schutzeinrichtung: Eine Lichtsignalanlage am Ausfahrtstor der Trocknungskammer zeigt dem Rangierfahrzeugführer die Haltepflicht an.

Ziel: Kollision mit dem Ausfahrtstor und mögliche Verletzung der Grenze des Kontrollbereichs verhindern

Maßnahmenempfehlung: Vor Einfahrt eines Waggonverbands in die Trocknungskammer wird ein Hemmschuh vor das Ausfahrtstor der Trocknungskammer gelegt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Waggonverband wird durch den Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor abgebremst, falls die Bremsung des Rangierfahrzeugs durch den Rangierfahrzeugführer zu spät erfolgt.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision mit dem Ausfahrtstor vermieden wird.

Abweichung 2: Der Rangierfahrzeugführer fährt den Waggonverband mit dem Rangierfahrzeug schneller als die erlaubten 1 m/s mit max. 2,5 m/s in die Trocknungskammer. Dadurch verlängert sich der Bremsweg. Es kommt zu einer Kollision des Waggonverbandes mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer, welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor (Sektionaltor) wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.

Schutzeinrichtung: Eine Lichtsignalanlage am Ausfahrtstor der Trocknungskammer zeigt dem Rangierfahrzeugführer die Haltepflicht an. Der Rangierfahrzeugführer ist darin unterwiesen, bei geschobenen oder gezogenen Waggons mit max. 1 m/s zu fahren.

Ziel: Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer und mögliche Verletzung der Grenze des Kontrollbereichs verhindern bzw. Auswirkung der Kollision verringern.

Maßnahmenempfehlung: Vor Einfahrt eines Waggonverbands in die Trocknungskammer wird ein Hemmschuh vor das Ausfahrtstor der Trocknungskammer gelegt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Waggonverband wird durch den Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor abgebremst bzw. die Kollisionsgeschwindigkeit wird verringert, so dass die Beschädigung des Tores ebenfalls verringert wird.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da bei Lastfahrt mit 2,5 m/s durch einen Hemmschuh die Geschwindigkeit zwar verringert wird, aber eine Kollision mit dem Ausfahrtstor nicht sicher vermieden werden kann.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 50 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

### **SFE 15: Rangierfahrzeugführer: Verfahre Waggonverband mit Rangierfahrzeug mit max. 1 m/s in die Umladehalle.**

Abweichung: Aufgrund eines technischen Defekts an der Bremsanlage des Rangierfahrzeugs kann dieses an der Umladeposition nicht abgebremst werden. Es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Umladehalle und zu einer Beschädigung des Tores. Dadurch wird die Grenze des Kontrollbereichs verletzt.

Schutzeinrichtung: Das Rangierfahrzeug verfügt neben der Betriebsbremse über eine Feststellbremse mit reduzierter Bremskraft. Diese kann den Waggonverband nicht vollständig abbremsen, aber die Geschwindigkeit des Aufpralls verringern. Die Geschwindigkeit des Rangierfahrzeugs beträgt bei Lastfahrt max. 1 m/s.

Ziel: Kollision mit dem Ausfahrtstor der Umladehalle verhindern.

Maßnahmenempfehlung: Vor Einfahrt eines Waggonverbands in die Umladehalle wird ein Hemmschuh in sicherem Abstand vor das Ausfahrtstor der Umladehalle gelegt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Waggonverband wird vor dem Ausfahrtstor abgebremst.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da der Hemmschuh den Waggonverband vor dem Ausfahrtstor abbremst und die Kollision verhindert wird.

## **6.2 HAZOP 2: Gebindeabfertigung**

### **6.2.1 Untersuchungsumfang**

Die Betrachtungen der HAZOP 2 umfassen die Vorgänge nach Einfahrt von LKW oder Bahn-Waggons in die Umladehalle bis zu den jeweiligen Umladepositionen. Nach der Einfahrt beginnt die Gebindeabfertigung in der Umladehalle. Beginn der Betrachtung der HAZOP-Analyse ist das Anschlagen einer TE, welche sich auf einem LKW oder auf einem Bahn-Waggon befindet, an den Kran 1 in der Umladehalle. Eine TE kann einerseits ein kubisches Abfallgebilde (Konrad-Container), ein oder zwei liegende zylindrische Abfallgebilde auf einer TP, oder ein stehend angeliefertes zylindrisches Abfallgebilde sein.

Im Fall von stehend angelieferten zylindrischen Gebinden müssen diese erst einzeln in eine liegende Position gebracht und auf einer TP abgelegt werden. Diese Variante ist in Node 2 beschrieben.

Die TE wird gewogen (Lastmessung) und bei zwei liegenden zylindrischen Abfallgebilde auf einer TP wird eine Schwerpunktmessung durchgeführt. Anschließend wird die TE mittels eines Brückenkranes (Kran 1) zu einer definierten Position verfahren und auf einen leeren PW verladen, welcher auf Gleis 6 der Flurförderanlage in der Umladehalle bereitsteht.

Die Flurförderanlage (FFA) ist ein gleisgebundenes Fördermittel, das den Transport von TE im Endlager Konrad gewährleistet. Als Beförderungsmittel stehen bis zu 25 PW bereit, die mit den TE beladen und gleisgebunden auf der FFA verfahren werden. Die FFA besteht aus fünf Gleisen (Gleis 5, 6, 7, 8, 10) in der Umladehalle, die jeweils mit einer Gleisfördereinrichtung ausgestattet sind. Gleis 9 verfügt nicht über eine Gleisfördereinrichtung.

Die einzelnen Gleisabschnitte der FFA sind über zwei Querverschübe (QV) miteinander verbunden. Auf den QV befinden sich ein (QV 2) oder zwei Transportgleise (QV 1). Die Transportgleise der Querverschübe verfügen jeweils über eine Auf- und Abschiebevorrichtung, über die der PW vom Gleis auf den QV gezogen bzw. vom QV auf das Gleis geschoben wird.

Der PW ist ein Transportmittel, welches speziell für den Transport von TE im Endlager Konrad entwickelt wurde. Der PW verfügt über ein zweiachsiges Fahrwerk. Die offene Ladefläche ist mit Vertiefungen versehen, welche an die unterschiedlichen Größen der TE im Endlager Konrad angepasst sind. Durch die Vertiefungen wird ein Verrutschen der TE auf der Ladefläche verhindert, ohne dass eine besondere Transportsicherung notwendig ist. Der PW verfügt weder über einen Antrieb, Bremsen noch über eine Steuerung.

Auf dem PW wird die TE u. a. über den QV 1 zur GEK verfahren, wo eine Prüfung auf Oberflächenkontamination erfolgt und die gebindespezifische Ortsdosisleistung gemessen wird. Das Ende der Betrachtung in HAZOP 2 ist der Abschluss der GEK auf Gleis 6. Eine schematische Darstellung der Abläufe ist in Abbildung 6 visualisiert.

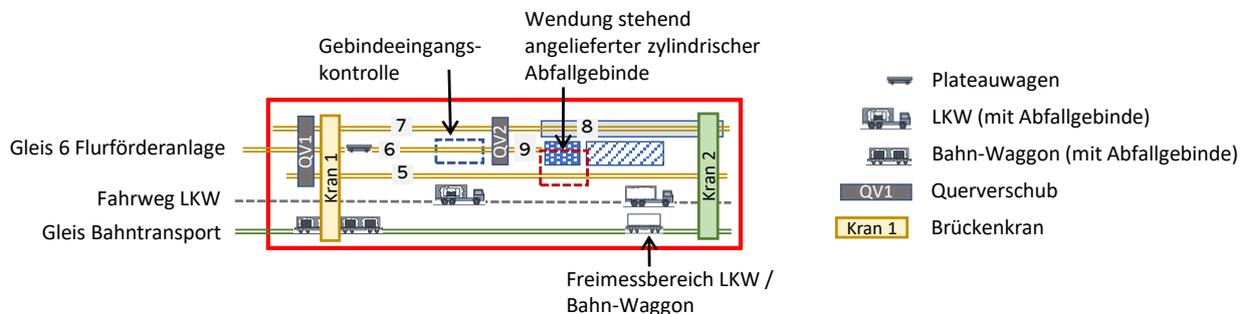


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Umladehalle mit GEK und Bereich zur Wendung stehend angelieferter Abfallgebände

Die HAZOP 2 ist in zwei technisch sinnvolle Abläufe (Nodes) unterteilt, da sich die Abfertigung der stehend angelieferten zylindrischen Abfallgebänden von der Abfertigung der liegend angelieferten zylindrischen Abfallgebände oder kubischen Abfallgebänden unterscheidet. Stehend angelieferte zylindrische Abfallgebände müssen mittels einer Wendeeinrichtung in eine liegende Position gebracht werden.

Node 1 beschreibt den Vorgang der Abfertigung kubischer Abfallgebände („Konrad-Container“) und liegend angelieferter zylindrischer Abfallgebände, welche sich auf TP befinden, die an den Kran angeschlagen werden können.

Node 2 beschreibt das Vorgehen mit zylindrischen Abfallgebänden, welche stehend angeliefert werden (Typ B(U)-Versandstück), gewendet werden und dann liegend auf TP abgelegt werden.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 52 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

### **Node 1: Kubische und zylindrische Abfallgebände liegend**

In der Node 1 von HAZOP 2 werden die Vorgänge zur Umladung von TE vom Transportfahrzeug (LKW/Bahn-Waggon) auf bereitstehende PW betrachtet. Die TE wird entriegelt und an den Verstellspreader vom Kran 1 angeschlagen. Die TE verfügt dazu über Aufnahmeeinrichtungen (ISO-Ecken) für die Drehzapfen des Spreaders. Sobald die Drehzapfen in den ISO-Ecken eingetaucht sind, werden die Zapfen gedreht und die TE ist am Spreader angeschlagen. Mit dem Kran wird die TE in Richtung Gleis 6 der Flurförderanlage verfahren. Auf Gleis 6 stehen leere PW für die Aufnahme einer TE bereit. Die TE wird auf der Ladefläche eines PW abgestellt. Vertiefungen auf der Ladefläche der PW verhindern ein Verrutschen der TE, sodass diese nicht weiter gesichert werden muss. Die TE verbleibt (soweit keine Pufferung oder Sonderbehandlung stattfindet) auf dem PW bis zum Füllort unter Tage. Die beladenen PW werden gleisgebunden durch den Mitnehmer der Flurförderanlage zur GEK auf Gleis 6 transportiert.

### **Node 2: Zylindrische Abfallgebände stehend**

Zylindrische Abfallgebände, welche stehend angeliefert werden (Typ B(U)-Versandstück), befinden sich in ringförmigen Stoßdämpfern. Bei diesen Abfallgebänden müssen zuerst die dreiteiligen Stoßdämpfer von den Abfallgebänden mit Kran 1 abgehoben werden. Die drei Teile der Stoßdämpfer werden mit Kran 1 einzeln abgehoben und zwischen dem Fahrweg LKW und dem Bahngleis abgelegt. Anschließend wird ein einzelnes Abfallgebände mit Ringschrauben versehen, an welchen das 3-Strang-Gehänge von Kran 1 angeschlagen wird. Das Abfallgebände wird vom LKW bzw. Bahn-Waggon abgehoben und auf einem Abstellsockel abgestellt. Mit einer speziellen Wendeeinrichtung, welche an Kran 2 montiert ist, wird das Abfallgebände vom Abstellsockel abgehoben und in eine horizontale Position gewendet. Das Abfallgebände wird anschließend auf einer TP abgelegt, welche dann mit Kran 1 zu einem leeren PW auf Gleis 6 transportiert wird.

Der Betrieb der Wendeeinrichtung und die prinzipiell möglichen sicherheitsrelevanten Ereignisse sind im zugestimmten Änderungsvorgang 53 (ÄV 53, [6]) beschrieben (siehe Kapitel 4.2). In der technischen Beschreibung zum ÄV 53 [6] sind ergänzend zu den Ereignissen in EU 228 [4] weitere Ereignisse beschrieben (Ereignisse 101 –113), welche, mit Ausnahme von Ereignis 102 (siehe Kapitel 4.3.3) in Node 2 der HAZOP 2 betrachtet werden.

Nach der Entladung der Transportmittel LKW / Bahn-Waggon werden diese im Freimessbereich der Umladehalle auf Oberflächenkontamination geprüft. Nach der Freimessung fahren die Transportmittel aus der Umladehalle heraus. Dabei fährt der LKW zwischen dem Förderturm und dem Lüftergebäude Richtung Wache. Aufgrund der Platzverhältnisse tangiert der LKW an der Ecke des Förderturms auf einer kurzen Strecke das Gleis 6, wie in Abbildung 7 dargestellt. Damit enden die Vorgänge, welche in HAZOP 2 betrachtet werden.



  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 54 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

In Node 2 von HAZOP 2 werden insgesamt elf SFE betrachtet. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

## 6.3 HAZOP 3: Pufferlagerung und Sonderbehandlungsraum

### 6.3.1 Untersuchungsumfang

In der HAZOP 3 wird der betriebliche Ablauf untersucht, nachdem eine TE die GEK passiert hat. Die Betrachtungen der HAZOP 3 umfassen den Transport von TE in die oder aus der Pufferhalle sowie den Transport von TE bzw. Abfallgebinden in den und aus dem Sonderbehandlungsraum. Die HAZOP 3 wurde in zwei technisch sinnvolle Abläufe (Nodes) unterteilt: Wenn eine TE aus betrieblichen Gründen nicht sofort Richtung Schacht transportiert werden kann, dann kann sie zur temporären Lagerung (Pufferung) in die Pufferhalle verbracht werden (Node 1).

Falls in der GEK festgestellt wird, dass ein Abfallgebinde nicht einlagerungsfähig ist, kann es gegebenenfalls in den Sonderbehandlungsraum transportiert werden, um dort nachbehandelt zu werden (Node 2). Die Tätigkeiten im Sonderbehandlungsraum selbst sind nicht Teil des Untersuchungsumfanges, weil dort keine betrieblich regelmäßig ablaufenden Tätigkeiten stattfinden.

#### Node 1: Pufferlagerung

Im Rahmen der GEK auf Gleis 6 (siehe HAZOP 2) wird festgestellt, ob eine TE einlagerungsfähig ist. Gegebenenfalls machen aber betriebliche Randbedingungen eine Zwischenlagerung (Pufferung) in der Pufferhalle erforderlich. Node 1 beginnt mit der Entscheidung zur Pufferung und endet mit der erneuten Beladung eines PW nach Ende einer Pufferung. Der Transportweg von der GEK zur Umladeposition für die Pufferung ist als rote Linie schematisch in Abbildung 8 dargestellt.

Nach GEK und einer Entscheidung zur Pufferung wird der PW mit TE von Gleis 6 über den QV 2 auf Gleis 7 und über den QV 1 auf die Position (Pos.) 10.2 der Flurförderanlage gebracht. Auf Pos. 10.2 wird die TE vom Seitenstapelfahrzeug vom PW abgehoben und zur Lagerposition in der Pufferhalle transportiert.

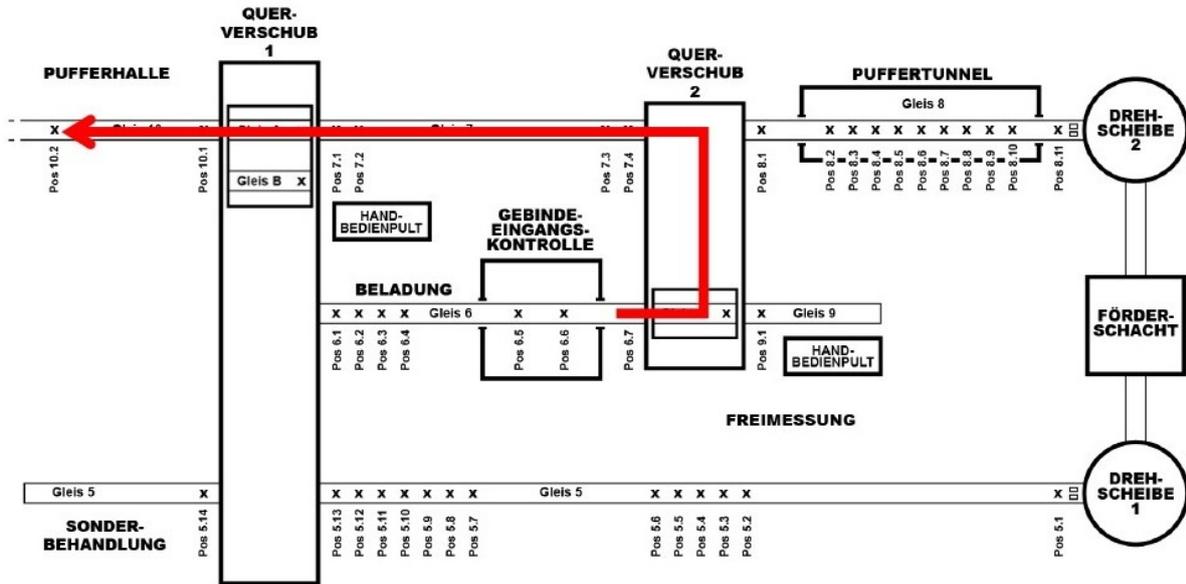


Abbildung 8: Schematische Darstellung des Transportwegs von der GEK zur Umladestation an der das Seitenstapelfahrzeug die TE für die Pufferung übernimmt.

Zur sicheren Umladung der TE kann das Seitenstapelfahrzeug in ein parallel zum Gleis 10 der Flurförderanlage befindliches Gleis U eingeleist werden. Dazu verfügt das Seitenstapelfahrzeug über ein separates Gleisfahrwerk. Durch die Spurführung im Gleis ist immer der korrekte Abstand zwischen Seitenstapelfahrzeug und PW sichergestellt. Für den weiteren Transport von TE in die Pufferhalle wird das Seitenstapelfahrzeug am Ende von Gleis U wieder ausgeleist und fährt ohne Gleisführung in die Pufferhalle. In der Pufferhalle (Transportweg als rote Linie in Abbildung 9) befinden sich wiederum zwei Gleise, auf denen das Seitenstapelfahrzeug zum sicheren Abstellen von TE eingeleist werden kann (Gleis A und Gleis B). Zu Lagerpositionen, welche nicht per Gleis erreichbar sind, fährt das Seitenstapelfahrzeug ohne Gleisführung.

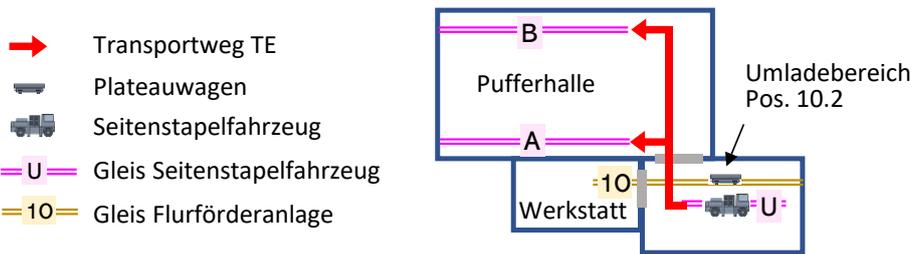


Abbildung 9: Schematische Darstellung des Transportwegs der TE vom Umladebereich in die Pufferhalle

Nach Abschluss der Pufferung wird die TE vom Seitenstapelfahrzeug zur Pos. 10.2 transportiert und dort auf einen leeren PW umgeladen. Der PW mit der TE wird mit der Gleisfördereinrichtung der Flurförderanlage über QV 1 und QV 2 zur Pos. 8.1 (Position vor dem Puffertunnel) gebracht (siehe rote Linie in Abbildung 10).

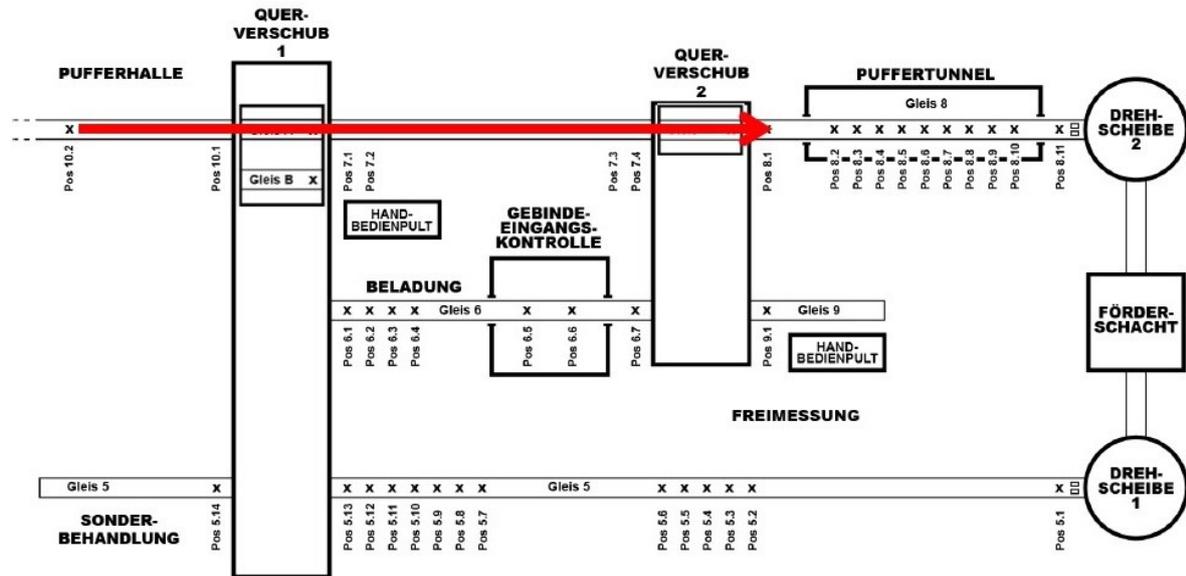


Abbildung 10: Schematische Darstellung des Transportwegs aus der Pufferhalle Richtung Puffertunnel

Der Transport der TE von der Umladeposition 10.2 zur Pos. 8.1 wird in HAZOP 3, Node 1 nicht detailliert untersucht, da bei diesem Transport nur Vorgänge und Handlungen stattfinden (Transport mit der Flurförderanlage über Querverschübe), welche an anderen Stellen der HAZOP 3 bereits untersucht wurden. Mögliche Abweichungen, ihre Auswirkungen und vorhandene Schutzeinrichtungen sind damit bereits in HAZOP 3 enthalten und bewertet.

### Node 2: Sonderbehandlungsraum

Die Untersuchung des Abfallgebüdes bei der GEK kann ergeben, dass ein Abfallgebüde nicht einlagerungsfähig ist. Das Abfallgebüde wird in diesem Fall über den QV 2 nach Gleis 9 verbracht, wo der Strahlenschutzbeauftragte über das weitere Vorgehen entscheidet. Eine Möglichkeit ist die Behandlung des Abfallgebüdes im Sonderbehandlungsraum. Node 2 beginnt mit der Entscheidung, dass das Abfallgebüde nicht einlagerungsfähig ist und endet (nach der Sonderbehandlung) mit dem Transport der TE zu Gleis 6 und zur erneuten GEK.

Die Tätigkeiten zur Behandlung im Sonderbehandlungsraum sind nicht Teil dieser Untersuchung. Bei Entscheidung zur Sonderbehandlung wird die betroffene TE mittels der Gleisfördereinrichtung auf dem PW von Gleis 9 über den QV 2, über Gleis 7 und den QV 1 zu Position 5.14 vor dem Sonderbehandlungsraum verbracht (siehe rote Linie in Abbildung 11). Da an dieser Stelle die Gleisfördereinrichtung endet, wird der PW mit einem Plateauwagenschieber von Position 5.14 auf Gleis 5 in den Sonderbehandlungsraum geschoben (Abbildung 11) (das Gleis 5 endet im Sonderbehandlungsraum).

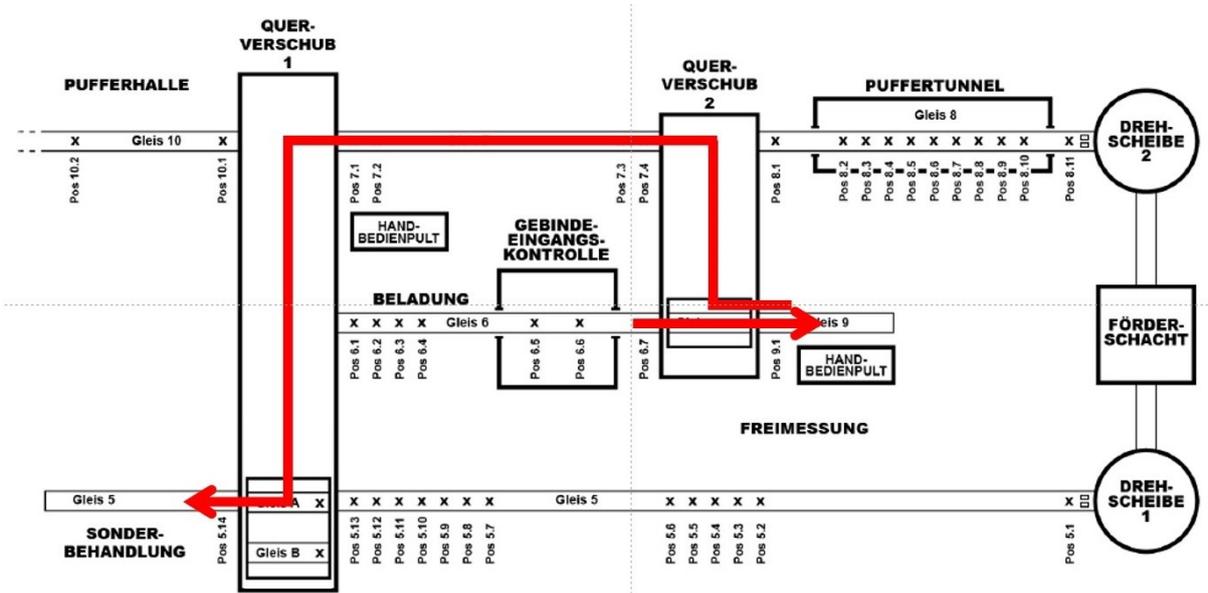


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Transportwegs der TE von der GEK zu Gleis 9 und anschließend zum Sonderbehandlungsraum

Nach erfolgter Sonderbehandlung wird der PW mit der betroffenen TE mit dem Plateauwagenschieber zur Pos. 5.14 geschoben. Dort wird der PW mit Hilfe der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung auf den QV 1 verbracht und dann erneut zur GEK auf Gleis 6 verfahren (siehe rote Linie in Abbildung 12).

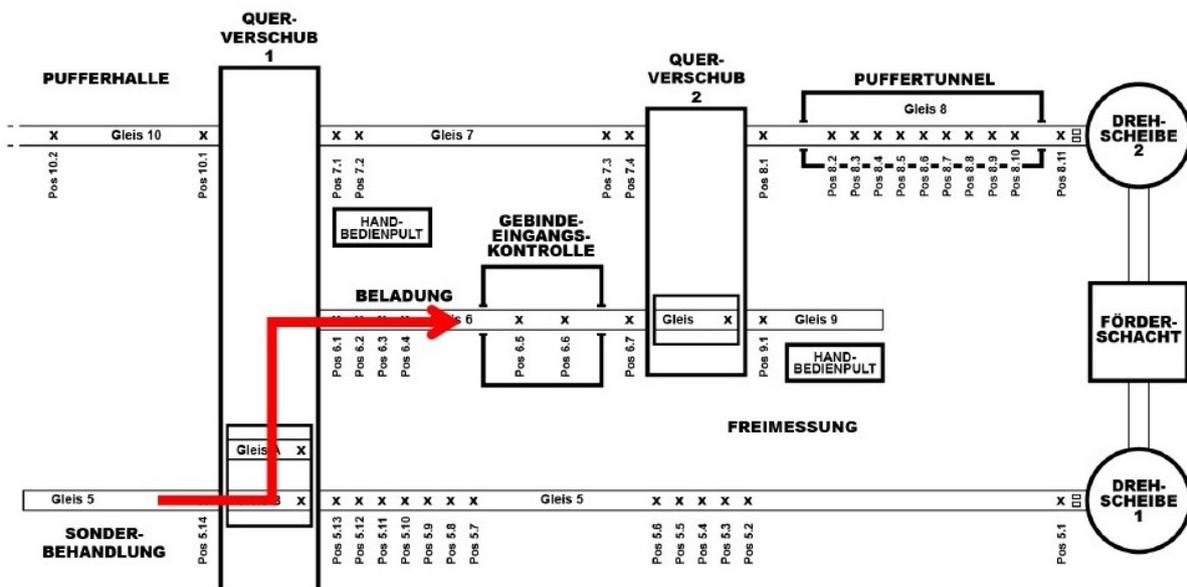


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Transportwegs vom Sonderbehandlungsraum zur Gebindeeingangskontrolle

Die sicherheitsrelevanten Abläufe des Normalbetriebs werden in den SFE beschrieben. Der jeweilige Akteur der Sollfunktion ist benannt, z. B. „Personal Hauptleitstand“ etc.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 58 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

In Kapitel 4.2, Tabelle 1 sind die Ereignisse nach EU 228 [1] aufgeführt, welcher der HAZOP 3 zugeordnet sind und untersucht wurden. Die HAZOP-Analyse ist in einem HAZOP-Arbeitsblatt dargestellt (Anhang 4). Bei der Bearbeitung der HAZOP-Analyse wurde festgestellt, dass nach Informationen der BGE auf Gleis 9 keine Behandlung bzw. Handhabung (auch kein Anheben mittels Kran) von TE stattfinden wird. Damit kann das unterstellte Ereignis 20 aus EU 228 [1] nicht eintreten.

### 6.3.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe von HAZOP 3, Node 1 und Node 2 werden anhand der von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen vom HAZOP-Team in überschaubare SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäßen Vorgang genau beschreiben.

In HAZOP 3, Node 1 werden 25 SFE definiert. Bis zur SFE 14 wird die Lagerung in der Pufferhalle beschrieben. Das Entnehmen von TE aus der Pufferhalle (Entpuffern) wird mit den SFE 15 bis SFE 21 beschrieben, wobei die Vorgänge analog zu den SFE 3 bis SFE 9 ablaufen. Die erste SFE in Node 1 ist SFE 0, da die Handlungen, welche zur dort beschriebenen Abweichung führen, nicht im Untersuchungsumfang der HAZOP 3 enthalten sind. Die Abweichung wird mit ihren möglichen Auswirkungen aber vollständig in HAZOP 3 Node 1 bearbeitet.

In HAZOP 3, Node 2 werden sieben SFE definiert. Die letzte SFE 7 stellt den Übergang zur HAZOP 2 dar und wird dort auch untersucht.

### 6.3.3 Ergebnisse

In Node 1 der HAZOP 3 werden insgesamt 24 SFE betrachtet. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

In Node 2 der HAZOP 3 werden insgesamt sieben SFE betrachtet. Diese SFE wurden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

## 6.4 HAZOP 4: Transport nach unter Tage

### 6.4.1 Untersuchungsumfang

Wird in der GEK in der Umladehalle (HAZOP 2) festgestellt, dass das Abfallgebilde einlagerungsfähig ist, wird die TE auf dem PW mit der Flurförderanlage weiter durch den Puffertunnel in Richtung Schacht transportiert (über Tage). Dieser Transportweg ist ab Pos. 8.1 auch für TE gültig, welche nach einer Pufferlagerung eingelagert werden sollen. Mit Hilfe der Hauptseilfahrtanlage wird die TE nach unter Tage zum Füllort transportiert (850-m-Sohle).

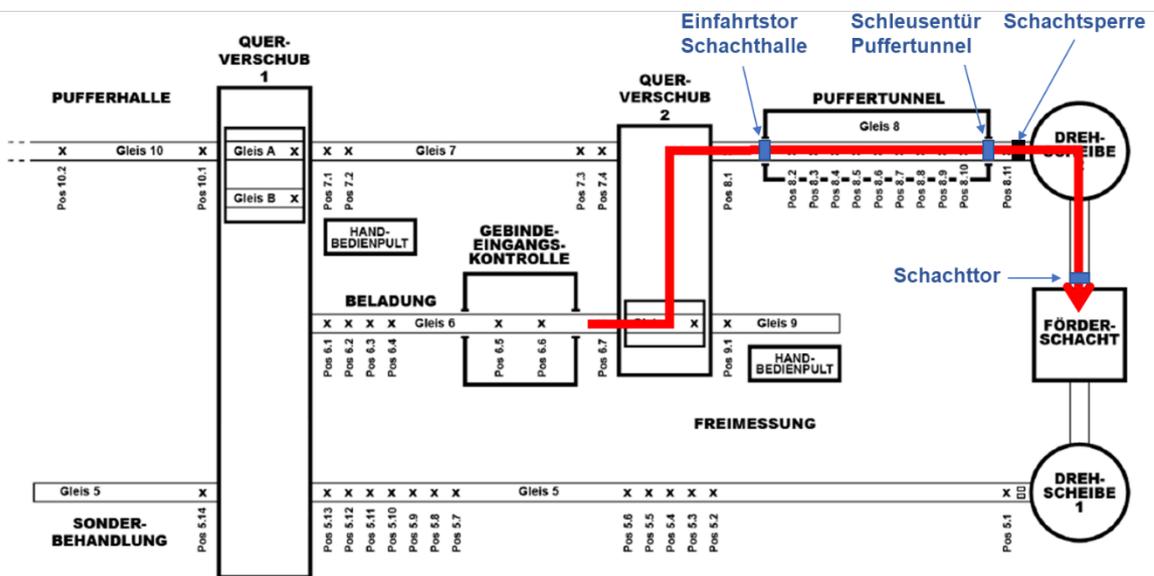


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Schachtantransports der TE auf dem PW mit Hilfe der Flurförderanlage nach Abschluss der GEK. Der Weg der TE auf dem PW über den Querverschub 2, den Puffertunnel und die Drehscheibe zum Förderschacht ist als roter Pfeil dargestellt

Abbildung 13 zeigt den Weg einer TE nach befundfreier GEK von Pos. 6.7 über den QV 2 nach Pos. 8.1 (vor dem Puffertunnel), in den Puffertunnel und über die Drehscheibe 2 zum Förderschacht.

In der HAZOP 4 werden der betriebliche Ablauf für den Transport über Tage bis zum Förderschacht (Node 1) sowie der Transport nach unter Tage bis zur Umladung im Füllort (Node 2) untersucht.

Die Schachtbeschickungseinrichtungen werden wahlweise in den Steuerungsarten „Automatischer Betrieb mit Anschläger“ oder „Handbedienung (verriegelter Handbetrieb)“ betrieben. Im Normalbetrieb ist der automatische Betrieb mit Anschläger. Im automatischen Betrieb sind die einzelnen Ablaufschritte technisch gegeneinander verriegelt, d. h. ein Ablaufschritt wird nur ausgeführt, wenn die vorhergehenden Schritte erfolgreich beendet wurden und ein entsprechendes Signal an die Steuerung ausgegeben wurde. Der gesamte Transportvorgang der Schachtbeschickung und Schachtförderung (von Pos. 8.11 Schachthalle bis zum Erreichen

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 60 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

des Füllorts (850-m-Sohle) und dem Abschieben des PW vom Fördergestell zur Umladeposition) ist in der Unterlage „Systembeschreibung Einlagerungssystem, Bd. 1 und 2“ (EU 208) [5] in sieben Abschnitte unterteilt, welche jeweils mehrere Ablaufschritte umfassen. Die Ablaufschritte werden von der Schachtsteuerung automatisch ausgelöst und ausgeführt. Nach erfolgreichem Abschluss bestimmter Abschnitte bzw. vor Start des nächsten Abschnitts ist vom jeweilig zuständigen Anschläger der Abschluss des vorhergehenden Abschnitts zu quittieren oder der nächste Abschnitt freizugeben. Dies sind die einzigen Stellen im Ablauf, an denen manuelle Handhabungsschritte erforderlich sind.

In der HAZOP 4 werden nur der Automatikbetrieb betrachtet. Falls eine Schachtbeschickung im verriegelten Handbetrieb vorgenommen werden soll, sind zusätzliche Schutzvorrichtungen bzw. -maßnahmen vorgesehen (4-Augen-Prinzip, begleitende Kontrollen, Ablaufpläne oder Checklisten etc.), welche ein vergleichbares Sicherheitsniveau zum automatischen Betrieb garantieren.

Die HAZOP 4 wird in 2 technisch sinnvolle Abläufe (Nodes) unterteilt:

### **Node 1: Schachtantransport bis Schachtbeschickung**

In der GEK auf Gleis 6 (siehe HAZOP 2) wird entschieden, ob das Abfallgebinde einlagerungsfähig ist. Sofern dies der Fall ist, wird die TE auf dem PW mittels FFA von Pos. 6.7 über den QV 2 bis vor das Einfahrtstor Schachthalle (Pos. 8.1.) transportiert. Das Einfahrtstor Schachthalle trennt die Umladehalle von der Schachthalle und ermöglicht die Einfahrt in den Puffertunnel. Im Puffertunnel können mehrere beladene PW gepuffert werden, bevor diese nach unten befördert werden. Durch die „Schleusentür Puffertunnel“ am Ende des Tunnels werden die beladenen PW auf Pos. 8.11 transportiert. Der PW wird vor dem Weitertransport durch die Schachtsperre gesichert. Sobald die Freigabe zum Weitertransport zum Förderschacht erteilt ist, wird die Schachtsperre entriegelt. Mit Hilfe der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung der Drehscheibe wird der PW auf die Drehscheibe gezogen. Das Schachttor wird geöffnet und der PW um 90° in Richtung Schacht gedreht. Nach der Drehung wird der PW mit der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung der Drehscheibe in Richtung Förderschacht abgeschoben. Nach Öffnen der aufschiebeseitigen Plateauwagensperre auf dem Fördergestell wird der PW auf das Fördergestell geschoben. Die aufschiebeseitige Plateauwagensperre wird wieder geschlossen und der PW damit auf dem Fördergestell gesichert.

Anschließend wird der PW von der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung der Drehscheibe entkuppelt, die beteiligten Komponenten (Drehscheibe mit Aufzieh-/Abschiebevorrichtung) werden wieder in Grundstellung gebracht, das Schachttor wird geschlossen und das Ende der Schachtbeschickung vom Anschläger quittiert. Damit endet Node 1 der HAZOP 4.

### **Node 2: Schachtförderung bis Übergabe Füllort**

Node 2 der HAZOP 4 startet damit, dass der beladene PW auf dem Fördergestell gesichert steht und bereit zur Schachtförderung ist.

Das Fördergestell besteht aus einem Fußrahmen und einem Absetzboden (siehe Abbildung 14). Auf dem Absetzboden befinden sich das Gleis, auf dem der PW steht und die Plateauwagensperren. Bei der Schachtbeschickung ruht der Absetzboden auf vier Absetzklinken, welche das Fördergestell gegen den Schacht sichern. Der Fußrahmen befindet sich so weit unterhalb des Absetzbodens, dass die Festen Begrenzungen des Fußrahmens durch den PW überfahren werden können. In Abbildung 14 nicht dargestellt sind die Plateauwagensperren auf dem Absetzboden, da diese für die Darstellung des Funktionsprinzips des Absetzbodens nicht notwendig sind.

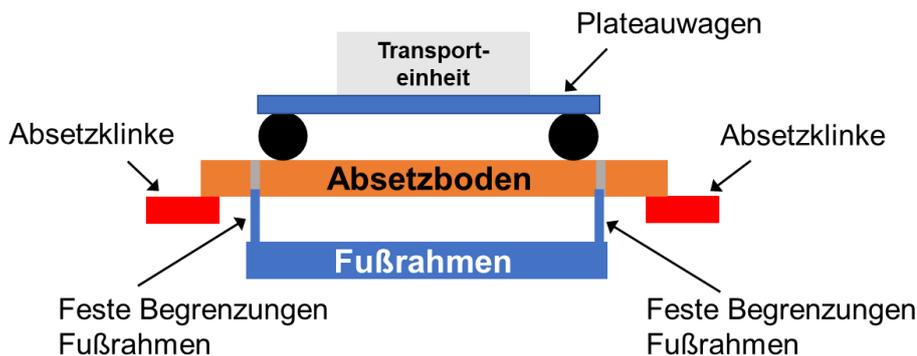


Abbildung 14: Schematische Darstellung der Beschickung Fördergestell: PW auf Absetzboden. Der Absetzboden liegt auf den Absetzklinken auf und ist vom Fußrahmen abgehoben.

Ist die Beschickung des Fördergestells beendet, wird der Befehlsgeber Klinkenfahrt „aufwärts“ durch den Anschläger betätigt. Das Fördergestell inklusive Fußrahmen wird nach oben gezogen, bis der Fußrahmen am Absetzboden anliegt und die festen Begrenzungen des Fußrahmens werden durch den Absetzboden geführt (siehe Abbildung 15). Das Fördergestell hängt in einem Abstand über den Absetzklinken und der Absetzboden ruht auf dem Fußrahmen des Fördergestells. Die festen Begrenzungen des Fußrahmens dringen durch den Absetzboden und sichern den PW an seiner Position.

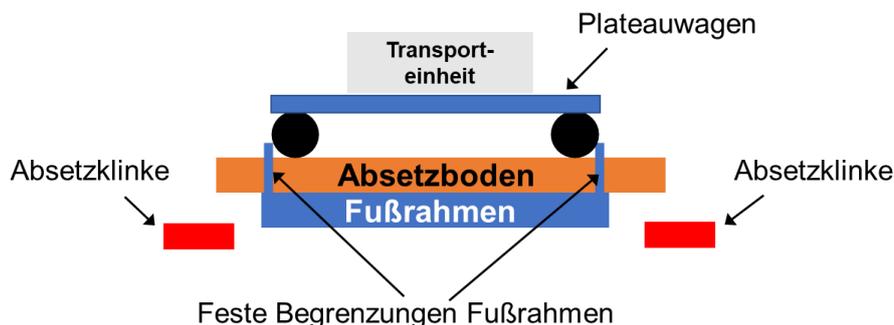


Abbildung 15: Schematische Darstellung der „Klinkenfahrt Aufwärts“. Bei der „Klinkenfahrt aufwärts“ wird der Fußrahmen aufwärts gegen den Absetzboden gefahren und drückt diesen nach oben. Die Absetzklinken sind nicht mehr belastet. Weiterhin sichern die Festen Begrenzungen des Fußrahmens den PW gegen Wegrollen.

Da der Absetzboden auf dem Fußrahmen aufliegt und das Fördergestell nach oben gefahren wurde, sind die Absetzklinken nun frei und können eingefahren werden (siehe Abbildung 16). Mit Hilfe der Fördermaschine kann den Förderkorb nun zum Füllort gefahren (Klinkenfahrt „abwärts“) werden.

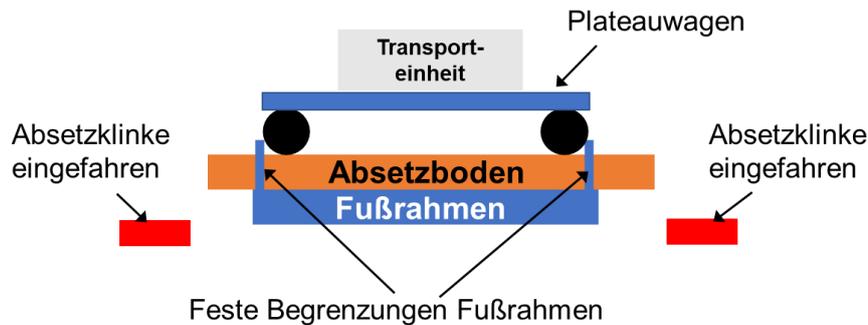


Abbildung 16: Schematische Darstellung der „Klinkenfahrt Aufwärts“. Vor der Klinkenfahrt „abwärts“ werden die Absetzklinken eingefahren, und der Fußrahmen im Anschluss abwärts bewegt. Die Feste Begrenzungen des Fußrahmens sichern den PW gegen Wegrollen.

Nach dem Transport des Fördergestells zum Füllort werden dort die analogen Abläufe (in umgekehrter Reihenfolge) ausgeführt: Die Fördermaschine bremst das Fördergestell ab und stoppt es oberhalb der Absetzklinken, sobald der Absetzboden in einem bestimmten Abstand zu den Absetzklinken steht. Die Absetzklinken am Füllort werden ausgefahren und die Klinkenfahrt „abwärts“ eingeleitet.

Während das Fördergestell noch ein Stück nach unten gefahren wird, liegt der Absetzboden auf den Absetzklinken am Füllort auf. Dadurch fahren die festen Begrenzungen des Fußrahmens nach unten aus dem Absetzboden heraus. Die festen Begrenzungen haben den PW freigegeben, dieser wird noch durch die Plateauwagensperren gesichert.

Das Schachttor unter Tage wird geöffnet und die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung wird zum PW ausgefahren, der PW angekuppelt, Plateauwagensperre und Schachtsperre geöffnet und der PW bis zum Distanzhalter abgeschoben (siehe Abbildung 17). Damit endet Node 2. In dieser Position wird die TE mit Hilfe des Portalhubwagens vom PW auf den TW umgeladen. Der Vorgang der Umladung ist Gegenstand von HAZOP 5.

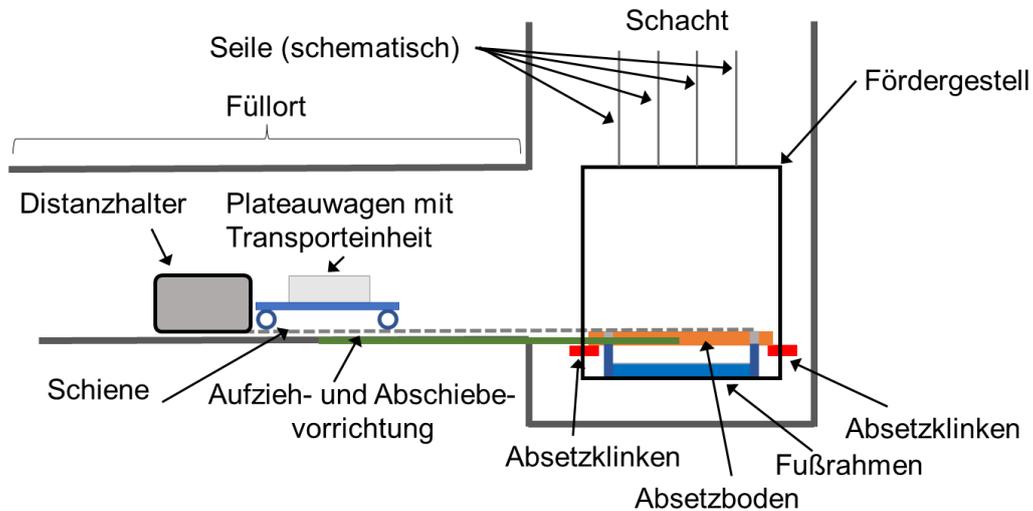


Abbildung 17: Schematische Darstellung des Füllortes. Transport des beladenen PW am Füllort vom Schacht zur Umladeposition. Der PW wird mit der Aufzieh- und Abschiebeeinrichtung vom Absetzboden des Fördergestells abgezogen und an den Distanzhalter gefahren.

Die im Normalbetrieb sicherheitsrelevanten Abläufe wurden in den SFE beschrieben. Der jeweilige Akteur der Sollfunktion ist benannt, z. B. „Personal Hauptleitstand“, etc.

In Kapitel 4.2, Tabelle 1 sind die Ereignisse nach EU 228 [1] aufgeführt, welcher der HAZOP 4 zugeordnet sind und untersucht wurden. Die HAZOP-Analyse ist in einem HAZOP-Arbeitsblatt dargestellt (s. Anhang 5).

### 6.4.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe von HAZOP 4, Node 1 und Node 2 werden anhand der von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen vom HAZOP-Team in überschaubare SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäße Vorgang genau beschreiben.

In HAZOP 4, Node 1 werden neun SFE definiert.

In HAZOP 4, Node 2 werden 15 SFE definiert.

### 6.4.3 Ergebnisse

In Node 1 von HAZOP 4 werden insgesamt neun SFE betrachtet. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 64 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

In Node 2 der HAZOP 4 werden 15 SFE beschrieben. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

## 6.5 HAZOP 5: Umladung im Füllort

### 6.5.1 Untersuchungsumfang

Die HAZOP 5 behandelt die Handhabung von TE im Füllort, d. h. den Umschlag von TE, welche auf einem PW angeliefert werden und mit Hilfe des Portalhubwagens auf einen bereitstehenden TW umgeladen werden (siehe Abbildung 18).

Beginn der Betrachtung des Ablaufs in HAZOP 5 ist die Anfahrt des TW im Füllort und die Platzierung des TW an der Übergabeposition am Distanzhalter. Der Distanzhalter ist eine kubische Konstruktion, welche die Aufgabe hat, den TW vom PW zu separieren, um mögliche Kollisionen zu vermeiden. Auf der dem Schacht zugewandten Seite des Füllorts steht der mit einer TE beladene PW. Der Umschlag der TE vom PW auf den TW findet mit Hilfe des Portalhubwagens statt, der die TE vom PW abhebt und über den Distanzhalter hinweg zum TW transportiert und die TE auf der Ladefläche des TW absetzt. Der Portalhubwagen wird vom Personal im örtlichen Leitstand im Füllort (öLS) gesteuert und überwacht.

Der TW kommt bei der Anfahrt zur Umladung gegebenenfalls nicht leer an, sondern kann eine leere TP transportieren, welche nach über Tage gebracht werden soll. Der TW fährt rückwärts an den Distanzhalter heran. Zur richtigen Positionierung des TW am Distanzhalter dienen Spurführungsbleche vor dem Distanzhalter. Weiterhin wird die korrekte Position des TW am Distanzhalter („Umladeposition Transportwagen“) mittels einer Lichtschranke und mittels Näherungsschaltern am Distanzhalter überwacht.

Falls der TW eine leere TP transportiert, muss diese erst vom TW abgeladen werden, bevor der TW mit der TE beladen werden kann. Dies geschieht ebenfalls mit Hilfe des Portalhubwagens. Dieser verfügt über zwei unabhängige Ladevorrichtungen: einen Schwerlastteil zur Aufnahme von TE und einen Leichtlastteil zur Aufnahme von leeren TP. In einem kombinierten Ablauf werden vom Portalhubwagen der TW und der PW ent- und beladen. Dazu hebt der Portalhubwagen mit Hilfe des Leichtlastteils die leere TP vom TW an und transportiert die leere TP seitlich über den Distanzhalter hinweg. Daraufhin nimmt der Portalhubwagen mit dem Schwerlastteil die TE vom PW auf, und setzt die nach über Tage zu fördernde TP auf den (nun leeren) PW ab. Im letzten Schritt fährt der Portalhubwagen die am Schwerlastteil hängende TE über den Distanzhalter hinweg und setzt die TE auf dem TW ab. Diese Vorgänge werden von der Steuerung des Portalhubwagens automatisch vollzogen.

Der oben beschriebene Be- und Entladevorgang mit Hilfe des Portalhubwagens wird erst freigegeben und durchgeführt, wenn der TW auf der vorgesehenen „Umladeposition Transportwagen“ steht.

Zur Sicherung der TE beim Transport verfügt der TW auf seiner Ladefläche über aufstellbare Aufsetzapfen. Diese Aufsetzapfen tauchen in die unteren ISO-Ecken der TE ein und verhindern ein Verrutschen der TE auf der Ladefläche. Je nach Typ der angelieferten TE müssen unterschiedliche klappbare Aufsetzapfen aufgestellt werden. Dazu wird dem TW-Fahrer vom örtlichen Leitstand im Füllort (öLS) per Funk der TE-Typ mitgeteilt. Der TW-Fahrer wählt dann in der Fahrerkabine am Display der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) des TW den TE-Typ aus. Auf dem Display wird ihm angezeigt, welche Aufsetzapfen aufzustellen sind. Er verlässt die Fahrerkabine, klappt die entsprechenden Aufsetzapfen hoch und besteigt wieder die Fahrerkabine. Auf dem Display kann er anschließend erkennen, ob er die richtigen Aufsetzapfen für den TE-Typ ausgewählt hat.

Die HAZOP 5 endet, nachdem der TW mit der TE beladen ist und zur Abfahrt bereitsteht und der Portalhubwagen wieder in seine Ruheposition zurückgefahren ist.

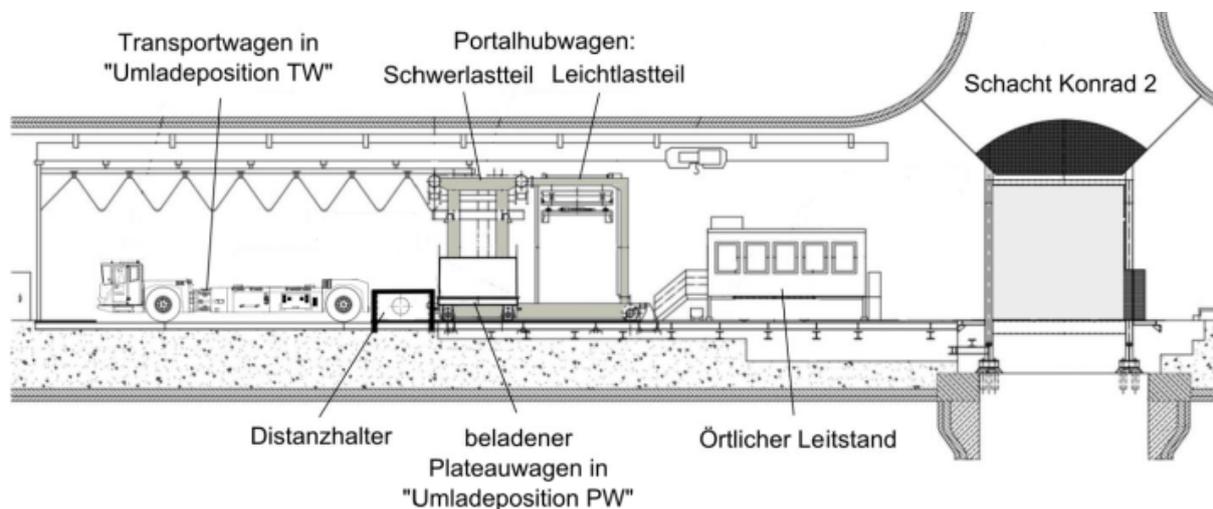


Abbildung 18: Schematische Darstellung des Füllorts mit den Einrichtungen zur Umladung von TE

Die im Normalbetrieb sicherheitsrelevanten Abläufe werden in den SFE der HAZOP beschrieben. Der jeweilige Akteur der Sollfunktion ist benannt, z. B. „Fahrer Transportwagen“, etc.

In Kapitel 4.2, Tabelle 1 sind die Ereignisse nach EU 228 [1] aufgeführt, welche der HAZOP 5 zugeordnet sind und untersucht wurden. Die HAZOP-Analyse ist in einem HAZOP-Arbeitsblatt dargestellt (Anhang 6).

### 6.5.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe der HAZOP 5 werden anhand der von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen vom HAZOP-Team in überschaubare SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäßen Vorgang genau beschreiben.

In HAZOP 5 werden 14 SFE untersucht. In SFE 1 wird der TW rückwärts am Distanzhalter positioniert. In SFE 14 wird der Portalhubwagen in die Ruheposition verfahren.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 66 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

### 6.5.3 Ergebnisse

In HAZOP 5 werden insgesamt 14 SFE festgelegt. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden bei zwei Abweichungen Empfehlungen für eine zusätzliche Optimierungsmaßnahme ausgesprochen.

#### Empfehlungen

An dieser Stelle werden die getroffenen Maßnahmenempfehlungen genauer erläutert. Zusätzlich zu den Informationen im HAZOP-Arbeitsblatt wird das Ziel formuliert, welches durch die empfohlene Maßnahme erreicht werden soll. Weiterhin wird die geplante Wirkung der Maßnahme beschrieben, d. h. wie das Ziel mit Hilfe der Maßnahme erreicht werden soll.

#### **SFE 2: Personal öLS: Teile Fahrer TW den zu transportierenden Typ der TE mit**

Abweichung: Dem TW-Fahrer wird ein falscher TE-Typ mitgeteilt. Der TW-Fahrer stellt die Aufsetzapfen nach der falschen Angabe ein. Die TE wird auf den Aufsetzapfen abgestellt. Da die Aufsetzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzapfen (und nicht auf der Ladefläche). Da die Aufsetzapfen eine an den Seiten abgeschrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes. Für diese Abweichung werden zwei Maßnahmenempfehlungen ausgesprochen.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Beschädigung des Abfallgebindes aufgrund falsch eingestellter Aufsetzapfen verhindern.

Maßnahmenempfehlung a): Aufnahme einer formalisierten 3-Wege-Kommunikation zwischen dem TW-Fahrer und dem öLS in das ZB/BHB. Das Personal öLS teilt dem TW-Fahrer mit, welcher TE-Typ durch den Portalhubwagen angeliefert wird. Der TW-Fahrer teilt daraufhin dem Personal öLS mit, welche Aufsetzapfen er für diesen TE-Typ einstellen wird. Es erfolgt eine Rückbestätigung durch das Personal öLS.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Durch die formalisierte 3-Wege-Kommunikation erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass die fehlerhafte Kommunikation oder die fehlerhafte Einstellung der Aufsetzapfen dem Personal öLS oder dem TW-Fahrer auffällt und der Fehler rechtzeitig korrigiert werden kann.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine durch fehlerhafte Kommunikation verursachte falsche Einstellung verhindert wird.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 67 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Maßnahmenempfehlung b): Vernetzung des TW-Displays mit dem öLS: Die Angaben zum TE-Typ, welche der öLS vorgibt, werden automatisch an das Display im TW gesendet. Auf dem Display kann der TW-Fahrer den TE-Typ erkennen und es werden ihm die entsprechenden Aufsetzzapfen angezeigt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Eine falsche Auswahl des TE-Typs durch den TW-Fahrer am Bediendisplay wird verhindert.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da sicher ausgeschlossen werden kann, dass die falschen Aufsetzzapfen durch den TW-Fahrer ausgewählt werden.

**SFE 3: Fahrer Transportwagen: Gib den zu transportierenden TE-Typ in das Display der SPS ein. Stelle die Aufsetzzapfen und TP-Beladehilfen am TW ein**

Abweichung: TW-Fahrer wählt falschen TE-Typ aus und stellt die im Display angezeigten Aufsetzzapfen ein. Die TE wird auf den Aufsetzzapfen abgestellt. Da die Aufsetzzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzzapfen. Da diese eine an den Seiten abgeschrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes.

Schutzeinrichtung: Näherungsschalter übermitteln die Position der Aufsetzzapfen an die SPS des TW. Die SPS macht einen Abgleich der gewählten Aufsetzzapfen mit den Vorgaben zum TE-Typ und erkennt dadurch mögliche Abweichungen.

Ziel: Beschädigung des Abfallgebindes aufgrund falsch eingestellter Aufsetzzapfen verhindern.

Maßnahmenempfehlung: Vernetzung des TW-Displays mit dem öLS: Die Angabe zum TE-Typ, welche der öLS vorgibt, werden automatisch an das Display im TW gesendet. Auf dem Display kann der TW-Fahrer den TE-Typ erkennen und es werden ihm die entsprechenden Aufsetzzapfen angezeigt.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Eine falsche Auswahl des TE-Typs durch den TW-Fahrer am Bediendisplay wird verhindert.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da sicher ausgeschlossen werden kann, dass die falschen Aufsetzzapfen aufgestellt werden.

## 6.6 HAZOP 6: Gebindeantransport unter Tage

### 6.6.1 Untersuchungsumfang

Mit der HAZOP 6 wird der Transport von TE auf dem TW mit Unterstützung der Verkehrslenkung unter Tage (VluT) entlang der Einlagerungstransportstrecke vom Füllort bis zur Entladekammer untersucht. Der Untersuchungsumfang der HAZOP 6 beginnt damit, dass der TW mit einer TE beladen ist (der Portalhubwagen ist wieder in seine Ruheposition zurückgefahren, siehe HAZOP 5) und der TW-Fahrer den Fahrauftrag erhält. Der Untersuchungsumfang der HAZOP 6 endet damit, dass der TW in der „Warteposition Transportwagen Umladung“ zur Umladung der TE bereit steht.

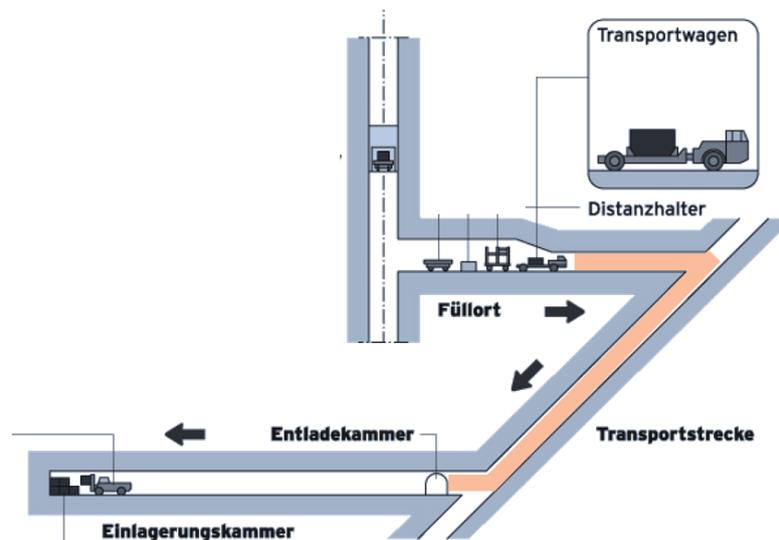


Abbildung 19: Schematische Darstellung der Transportstrecke des TW unter Tage mit der Kennzeichnung des in HAZOP 6 untersuchten Bereichs

Die Einlagerungstransportstrecke, die von der VluT erfasst wird, ist in mehrere Teilstrecken unterteilt (siehe Abbildung 20). Beginn und Ende von Teilstrecken der Abbildung werden durch Knotenpunkte (KN1 – KN9) markiert. Die Knotenpunkte befinden sich an Abschnitten, wo zwei oder mehr Wege aufeinandertreffen (Kreuzungen, Einmündungen).

Für die Einfahrt in den jeweiligen Teilstrecken wird an dem entsprechenden Knotenpunkt eine Freigabe von der Steuerung der Verkehrslenkung unter Tage (VluT) mittels der Anzeige der Lichtsignalanlage (LSA) erteilt. Die Anzeige erfolgt über standardisierte Lichtzeichensignalgeber (LSG) nach den Anforderungen der Straßenverkehrsordnung mit den Farbfolgen ROT – GELB – GRÜN (siehe Abbildung 21). Die LSG zeigen durch Richtungsanzeiger den vorgesehenen Fahrweg an.

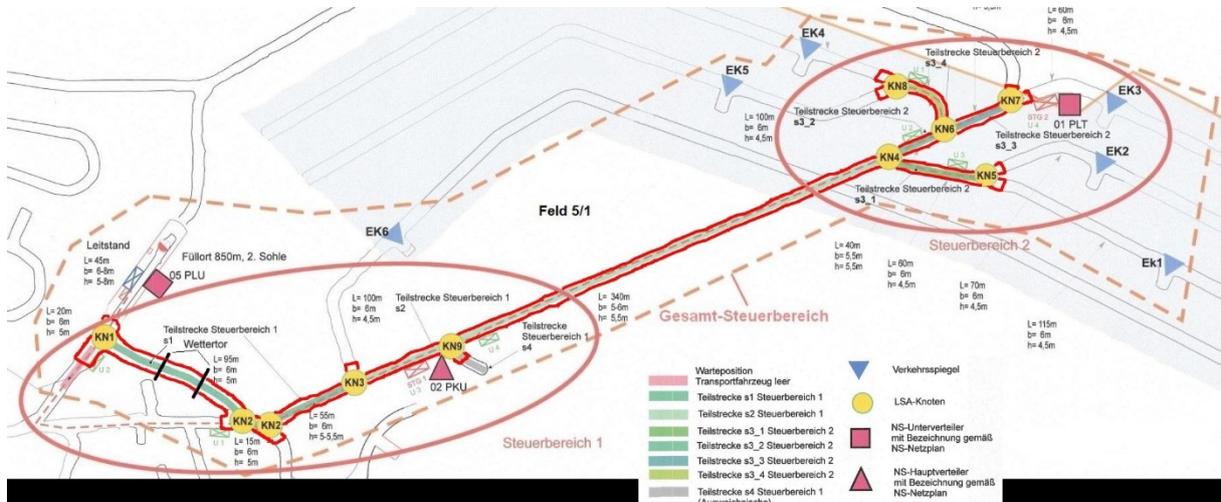


Abbildung 20: Schematische Darstellung der Einlagerungstransportstrecke vom Füllort bis zur Entladekammer mit Wetterschleuse und Knotenpunkten.

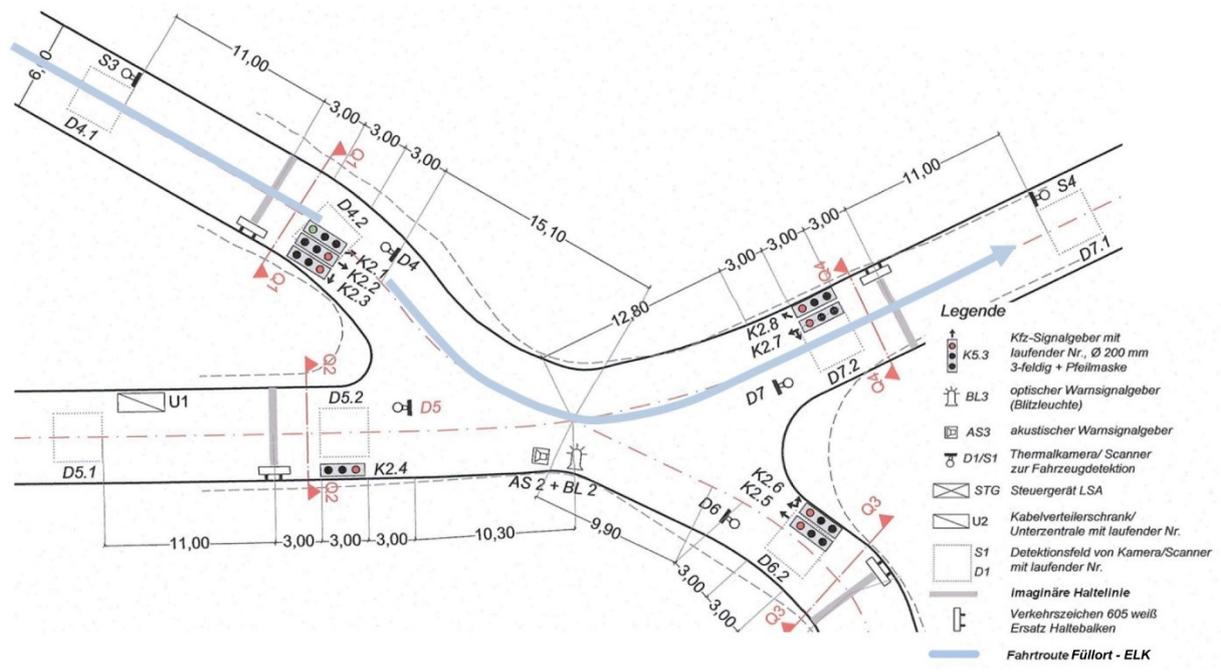


Abbildung 21: Beispielhafte Anordnung von LSA-Komponenten in einem Knotenpunkt

Überwacht wird die Einlagerungstransportstrecke vom Personal „örtlichen Leitstand – Verkehrslenkung unter Tage“ (öLS-VluT) aus. Ausgenommen ist dabei die Wetterschleuse (siehe unten), die über ein gesondertes Steuersystem verfügt. An den Knotenpunkten der Einlagerungstransportstrecke befinden sich Verkehrsdetektoren, die das Passieren eines Fahrzeuges mittels der diesem Detektionsfeld zugeordneten Kamera erkennen. Dabei können TW von übrigen Fahrzeugen über den optischen Scanner unterschieden werden (siehe Abbildung 22).

Dies sei anhand des in Abbildung 21 dargestellten Knotenpunkts und der blau eingezeichneten Fahrtroute erläutert. Ein TW fährt an den Knotenpunkt heran und wird am Detektionsfeld D4.1 vom optischen Scanner S3 als TW identifiziert. Per Thermalkamera D4 kann die Berechtigung für die Fahrt vom öLS-VluT geprüft werden.

Wenn die in der Steuerung angeforderte Teilstrecke (entlang der blauen Linie) mit der für das Fahrzeug reservierten Fahrroute übereinstimmt, schaltet der LSG K2.1 für Linksabbiegen auf „Grün“ und gibt die nächste Teilstrecke für den TW frei. Die Einfahrt in die richtige Teilstrecke wird am Detektionsfeld D7.2 erkannt.

Das Überfahren eines „roten“ Signals der LSG K2.1 würde durch die Kamera D4 entdeckt werden können. Die Einfahrt in einen falschen Streckenabschnitt würde durch die Detektionsfelder am Anfang des Streckenabschnitts (z. B. D6.2, D5.2) erkannt werden. In allen Fällen würde sowohl vor Ort als auch im öLS ein optisches und akustisches Signal ausgelöst werden. Weiterhin gehen in diesem Fall sämtliche LSG auf „rot“, um andere Fahrzeuge zu stoppen, welche sich gegebenenfalls auch in der Transportstrecke befinden.



Abbildung 22: Schematische Darstellung der Fahrzeugdetektion

In der Einlagerungstransportstrecke ist zwischen den Knotenpunkten 1 und 2 eine Wetterlenk- und Leiteinrichtung mit Schleusenfunktion (sog. Wetterschleuse) vorhanden. Diese dient der Regulierung der Bewetterung, dem bergmännischen Begriff für die Belüftung innerhalb eines Bergwerkes.

Die Wetterschleuse muss durch den mit einer TE beladenen TW durchfahren werden, um vom Knotenpunkt 1 (KN1) zum Knotenpunkt 2 (KN2) zu gelangen (siehe Abbildung 20).

Die Wetterschleuse besteht aus einer Doppeltüranlage. Jede Türanlage besteht aus zwei Förderwegtüren. Die Türanlage, über die jeweils in Fahrtrichtung in die Wetterschleuse hineingefahren wird, wird als Zufahrt- oder Einfahrtseite bezeichnet. Das Verlassen der Wetterschleuse erfolgt über die zweite Türanlage, die als Ausfahrtsseite bezeichnet wird. Die Steuerung der Wetterschleuse erfolgt über Lichtschranken, die ein Fahrzeug vor und innerhalb der Wetterschleuse detektieren.

Zum Durchfahren der Wetterschleuse muss der TW vor den Förderwegtüren der Einfahrtseite anhalten. Das Fahrzeug wird durch die Lichtschranke erkannt, und die beiden Förderwegtüren der Einfahrtsseite öffnen sich. Nach der vollständigen Öffnung beider Förderwegtüren wird die Einfahrt in die Wetterschleuse freigegeben. Die Freigabe erfolgt über optische Signale der Lichtsignaleinrichtungen der Wetterlenk- und -leiteinrichtungen („WELLE“). Der Fahrer des TWs fährt durch die geöffneten Förderwegtüren und hält mit dem TW an dem vorgesehenen, markierten Haltepunkt innerhalb der Wetterschleuse an. Nachdem die Förderwegtüren der Einfahrtseite vollständig geschlossen sind, öffnen sich die Förderwegtüren der Ausfahrtsseite. Sobald dieser Öffnungsvorgang abgeschlossen ist, erfolgt die Freigabe der Durchfahrt durch die Förderwegtüren mittels der optischen Signalisierung der LSG der WELLE. Nach dem Verlassen der Wetterschleuse fährt der Fahrer den TW bis zum nächsten Knotenpunkt. Ab dort unterliegt die Fahrt wieder der Überwachung durch die VluT.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 71 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

Das begegnungsfreie Passieren von zwei TW in der Einlagerungstransportstrecke wird durch eine Ausweichnische ermöglicht (in Abbildung 20 nicht abgebildet, da zum Zeitpunkt der Untersuchung noch nicht aufgefahren). Die Ein- und Ausfahrt in bzw. aus der Ausweichnische wird ebenfalls von der Steuerung der LSA erteilt. Dabei wird die Ausweichnische nicht von beladenen TW angefahren, da der mit einer TE beladene TW bei der Durchfahung der Einlagerungstransportstrecke Vorrang hat. Der Verkehrsfluss in der Einlagerungstransportstrecke wird wechselweise in Einbahnrichtung gelenkt. Eine Begegnung von TW wird dabei durch die LSA-Steuerung verhindert.

### 6.6.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe in HAZOP 6 werden anhand der Vorgänge, welche in den von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen beschrieben sind, vom HAZOP-Team in einzelne SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäßen Vorgang genau beschreiben.

In Kapitel 4.2, Tabelle 1 sind die Ereignisse nach EU 228 [1] aufgeführt, welcher der HAZOP 6 zugeordnet sind und untersucht wurden. Die HAZOP-Analyse ist in einem HAZOP-Arbeitsblatt dargestellt (siehe Anhang 7).

### 6.6.3 Ergebnisse

In HAZOP 6 (siehe Anhang 7) werden insgesamt sechs SFE definiert. Diese SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden keine Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen.

## 6.7 HAZOP 7: Einlagerung

### 6.7.1 Untersuchungsumfang

Mit der HAZOP 7 werden die Übergabe von TE vom TW an das SF, die anschließende Einlagerung der Abfallgebinde durch das SF sowie die abschließende Verfüllung von vollständig durch Abfallgebinde belegten Einlagerungsabschnitten beschrieben. Der mit HAZOP 7 untersuchte Bereich der Einlagerung ist schematisch in der Abbildung 23 dargestellt, wobei die Einlagerungskammer und der Bereich der Umladung der Abfallgebinde vom TW auf das SF hervorgehoben sind.

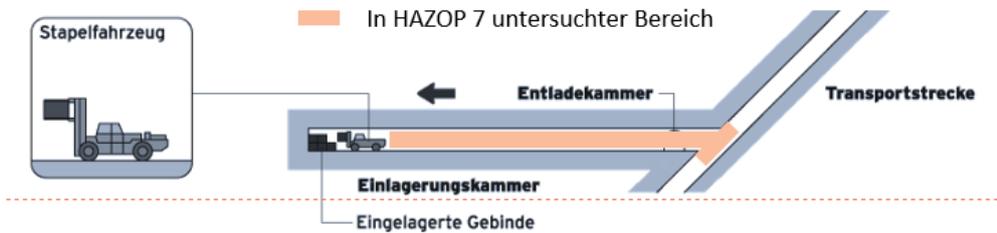


Abbildung 23: Schematische Darstellung des Einlagerungsvorgangs mit Kennzeichnung des in HAZOP 7 untersuchten Bereichs.

Die HAZOP 7 ist in drei Nodes unterteilt.

Node 1 beschreibt die Übergabe und Einlagerung von auf TP angelieferten zylindrischen Abfallgebinden. Dabei können auf einer TP ein oder zwei zylindrische Abfallgebinde liegen. Alle Abweichungen beim Ablauf mit einem zylindrischen Abfallgebinde auf einer TP können auch beim Ablauf mit zwei zylindrischen Abfallgebinden auf einer TP auftreten. Es wurde daher der umfangreichere Ablauf mit zwei zylindrischen Abfallgebinden untersucht.

In Node 2 wird die Übergabe und Einlagerung von kubischen Abfallgebinden beschrieben.

In Node 3 wird die Errichtung der Versatzwand durch das SMF bei temporärer Anwesenheit des Versatztransportfahrzeuges, welches den erforderlichen Baustoff anliefert, beschrieben.

Node 1 und Node 2 weisen beide denselben Startpunkt auf: Der TW steht in der „Warteposition Transportwagen Umladung“ zur Umladung der TE bereit. Beide Nodes enden, nachdem das Abfallgebinde an der vorgesehenen Position im Gebindestapel abgesetzt ist und sich das SF wieder in der Entladekammer befindet.

Der Ablauf der Node 3 beginnt mit der Ankunft des SMF in der Einlagerungskammer und endet mit der vollständigen Errichtung der Versatzwand. Nach der Errichtung der Versatzwand sind keine Einwirkungen auf Abfallgebinde durch Handlungen im Rahmen der Einlagerung mehr möglich, welche zu einer Freisetzung von Abfallbestandteilen führen können.

### **Node 1 und Node 2: Einlagerung von zylindrischen Abfallgebinden bzw. kubischen Abfallgebinden**

Die TE befindet sich auf dem TW, welcher in der Einlagerungskammerzufahrt in Warteposition 2 steht. Der Bereich, in dem die Umladung und die Einlagerung stattfinden, ist in der Abbildung 24 schematisch dargestellt. Die mit „5 Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich“ und „6 Abstellbereich Tauschpaletten am Einlagerungsort“ bezeichneten Bereiche sind ausschließlich für die Handhabung von TP mit zwei zylindrischen Abfallgebinden von Relevanz. Bei der Einlagerung von kubischen Abfallgebinden oder wenn sich nur ein zylindrisches Abfallgebinde auf einer TP befindet, werden diese Bereiche lediglich durchfahren. Zwischen Position 5 und Position 6 befindet sich gegebenenfalls eine mehrere 100 m lange Fahrstrecke zum Einlagerungsort.

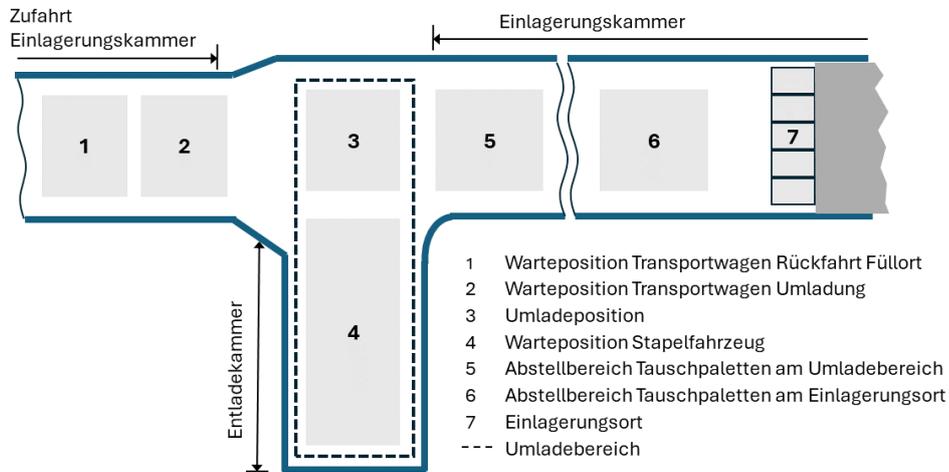


Abbildung 24: Schematische Darstellung der Einlagerungskammerzufahrt, der Entladekammer sowie der Einlagerungskammer.

Zu Beginn des Ablaufs der Node 1 bzw. 2 befindet sich der beladene TW auf der Position 2. Das SF steht auf der Position 4. Für den Fall, dass zylindrische Abfallgebinde gehandhabt werden müssen, hat das SF vorab die Gabelzinken mit dem Spreader aufgenommen. Die Ausgangssituation ist schematisch in der Abbildung 25 dargestellt.

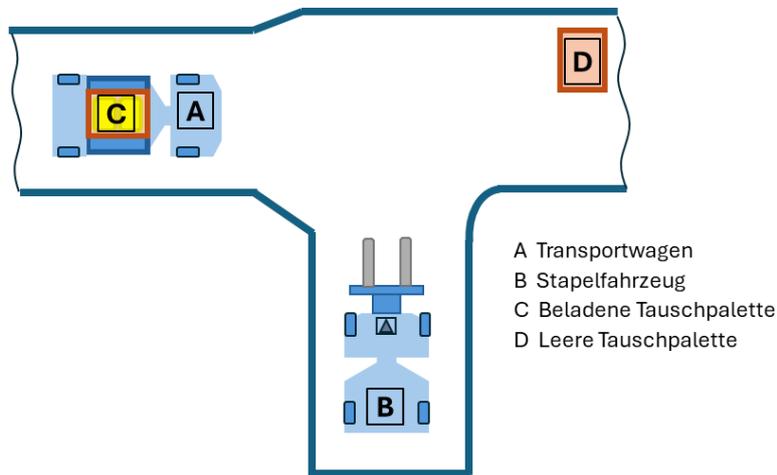


Abbildung 25: Schematische Darstellung der Ausgangssituation zu Beginn der Node 1 und Node 2: TW und SF befinden sich in der jeweiligen Warteposition.

Nachdem der Fahrer des SF dem Fahrer des TW die Freigabe zur Einfahrt in die Umladeposition erteilt hat, fährt der Fahrer den TW auf die Umladeposition, hält dort, sichert den TW und bestätigt per Grubenfunk, dass der TW bereit für die Entladung durch das SF ist. Nach Freigabe durch den Fahrer des TW fährt das SF an den TW heran.

### Vorgehen bei einem kubischen Abfallgebilde oder bei einem zylindrischen Abfallgebilden auf einer TP

Das SF nimmt das kubische Abfallgebilde direkt mit dem Spreader auf. Wenn es sich um ein einzelnes zylindrisches Abfallgebilde handelt, wird dieses mit den Gabelzinken direkt von der TP abgehoben, wobei die TP auf dem TW verbleibt. Das SF fährt mit dem Abfallgebilde rückwärts zurück in die Entladekammer. Sobald das SF seine Warteposition in der Entladekammer wieder erreicht hat, fährt der TW rückwärts in die Warteposition „Transportwagen Umladung“. Sobald sich der TW in der Warteposition befindet, verlässt das SF die Entladekammer und fährt mit dem Abfallgebilde direkt zum Einlagerungsort. Das Abfallgebilde wird ohne weitere Zwischenschritte eingelagert. Zwischenzeitlich hat der TW bereits unter Nutzung der Entladekammer gewendet und steht auf der Position „Warteposition Transportwagen Rückfahrt Füllort“. Das SF fährt im Anschluss zurück in die Warteposition 4 in der Entladekammer.

### Vorgehen bei zwei zylindrischen Abfallgebilden auf einer TP

Sollten sich zwei zylindrische Abfallgebilde auf der TP auf dem TW befinden, werden diese inklusive der TP entnommen. Das SF fährt mit der vom TW abgeladenen TP mit zwei zylindrischen Abfallgebilden rückwärts zurück in die Entladekammer. Sobald das SF seine Warteposition in der Entladekammer wieder erreicht hat, fährt der TW rückwärts in die Warteposition „Transportwagen Umladung“. Diese Situation ist in der Abbildung 26 gezeigt.

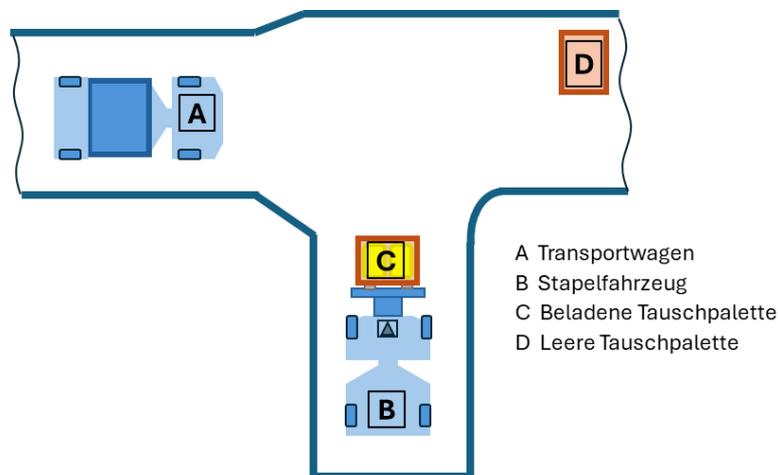


Abbildung 26: Schematische Darstellung der Ausgangssituation nach Entladen des TW

Sobald sich der TW in der Warteposition befindet, verlässt das SF die Entladekammer. Das SF fährt erst bis zur Position 5, stellt dort die mit zwei Abfallgebilden beladene TP ab (Abbildung 27) und nimmt die an Position 5 befindliche leere TP auf (Abbildung 28) und fährt damit zurück in die Position 4 in der Entladekammer (Abbildung 29). Anschließend erfolgt die Beladung des TW mit der leeren TP (Abbildung 30).

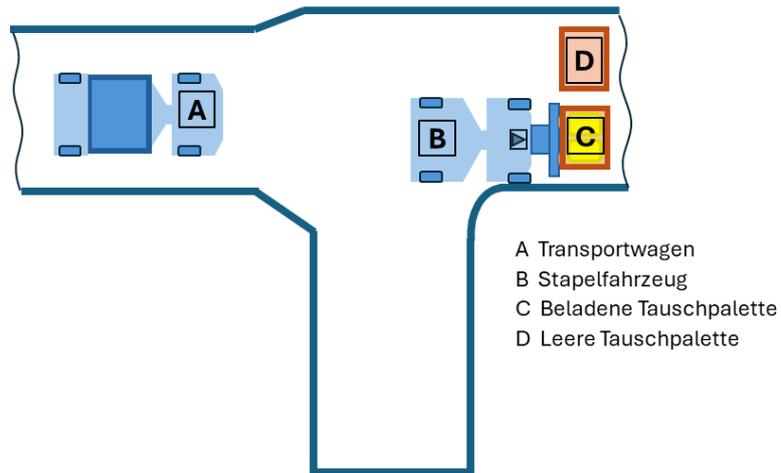


Abbildung 27: Schematische Darstellung des Abstellens der beladenen TP im Abstellbereich TP am Umladeort.

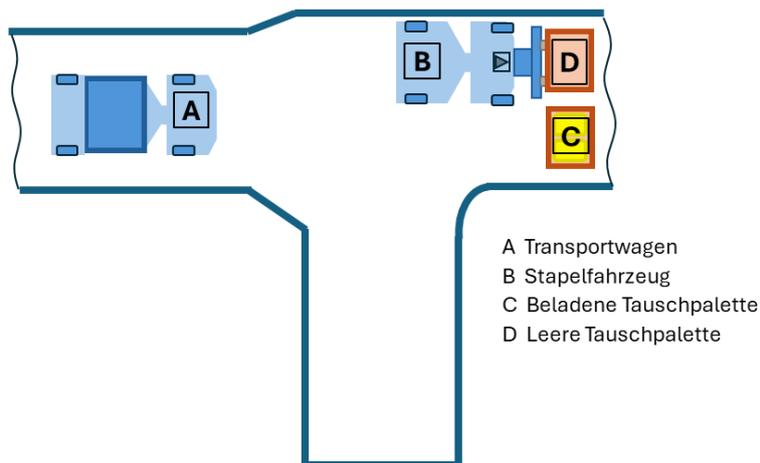


Abbildung 28: Schematische Darstellung der Aufnahme der leeren TP im Abstellbereich Tauschpalette am Umladeort.

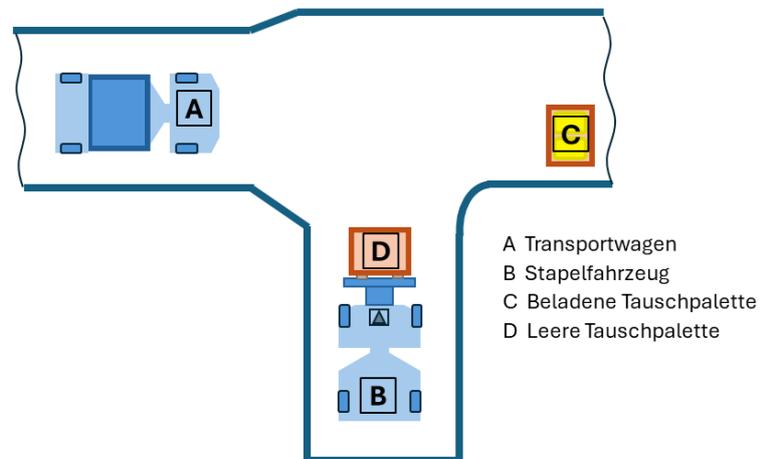


Abbildung 29: Schematische Darstellung des SF mit leerer TP in der Entladekammer.

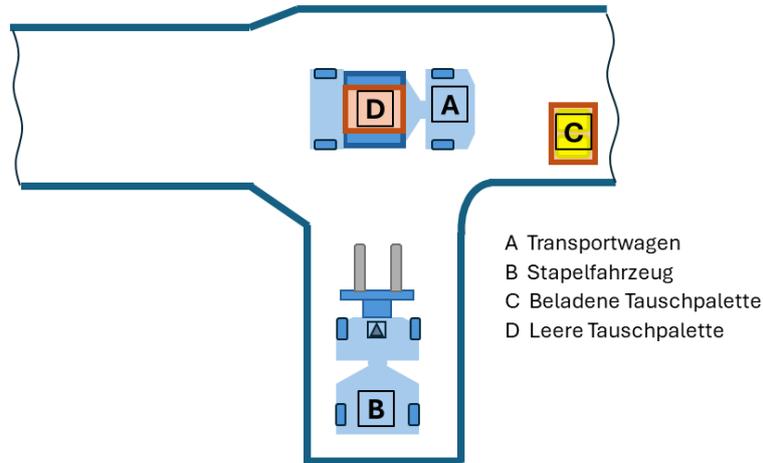


Abbildung 30: Schematische Darstellung der Beladung des TW mit leerer TP.

Nach der Rückwärtsfahrt des TW zur Pos. 2 fährt das SF wieder in die Einlagerungskammer und nimmt die beladene TP an der Position 5 auf (Abbildung 31).

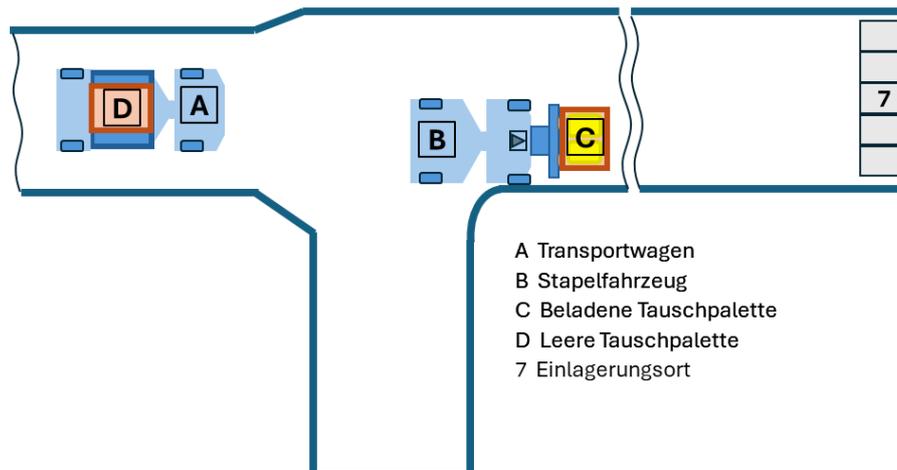


Abbildung 31: Schematische Darstellung der Aufnahme der beladenen TP im Abstellbereich TP am Umladeort.

Das SF stellt die beladene TP im Abstellbereich TP am Einlagerungsort ab (Abbildung 32).

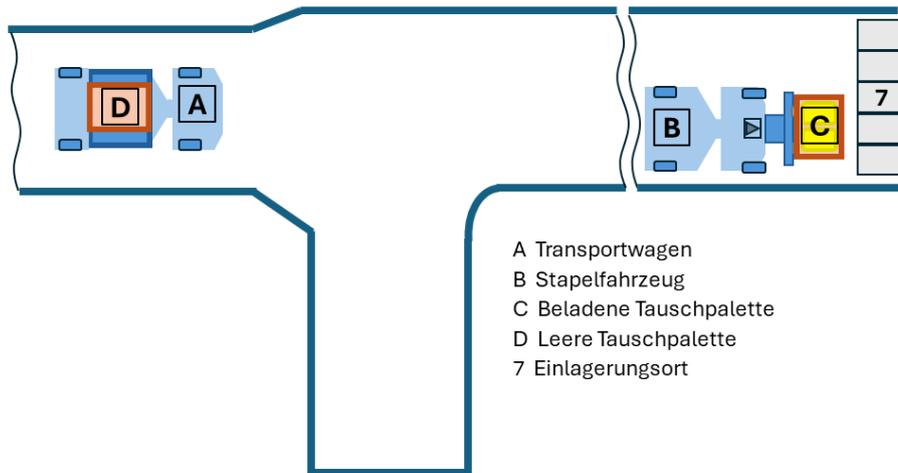


Abbildung 32: Schematische Darstellung des Abstellens der beladenen TP im Abstellbereich TP am Einlagerungsort.

Im Anschluss werden die Abfallgebilde einzeln von der TP entnommen und eingelagert. Zwischenzeitlich hat der mit einer leeren TP beladene TW bereits in der Entladekammer gewendet und steht auf der Position 1 „Warteposition Transportwagen Rückfahrt Füllort“ (Abbildung 33).

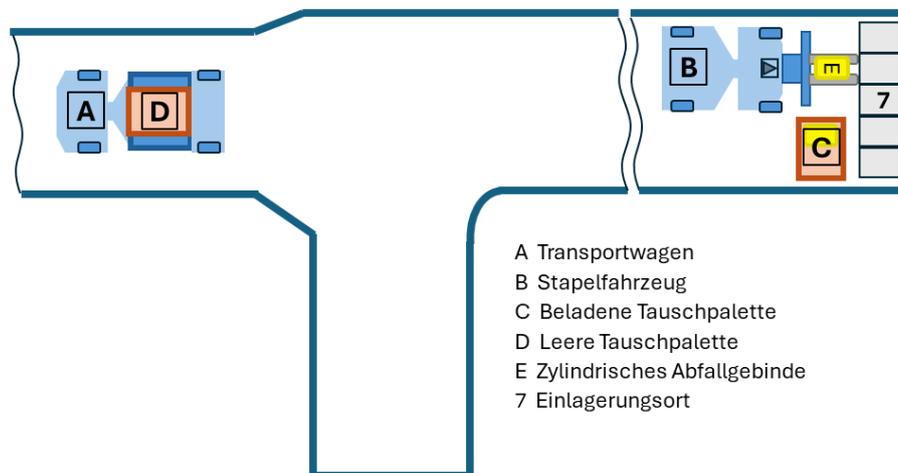


Abbildung 33: Schematische Darstellung der Einlagerung der zylindrischen Abfallgebilde. Der mit einer leeren TP beladene TW hat gewendet.

Das SF fährt nach der Einlagerung der Abfallgebilde zurück in die Entladekammer. Der TW wartet auf die Freigabe zur Rückfahrt zum Füllort (siehe Abbildung 34).

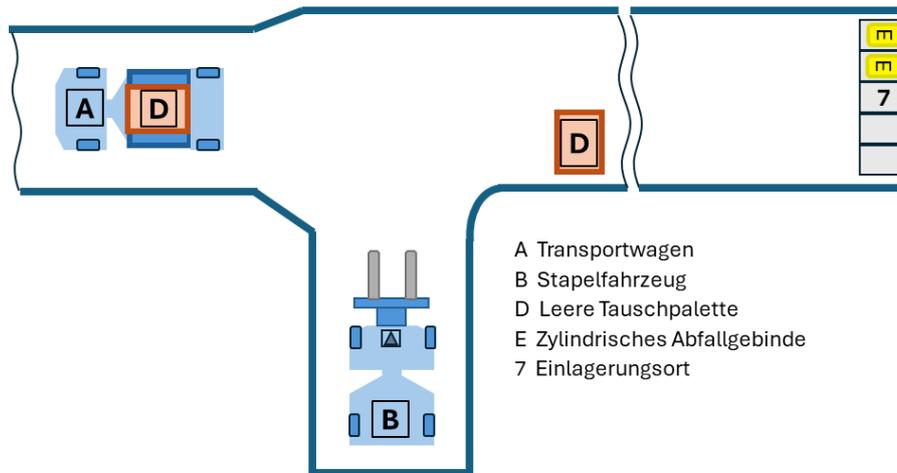


Abbildung 34: Schematische Darstellung des SF in der Entladekammer und TW in der Warteposition zur Rückfahrt zum Füllort.

Somit befindet sich das SF sowohl nach Ablauf der Node 1 als auch Ablauf der Node 2 wieder in der Entladekammer (auf Warteposition 4) und der TW ist bereit für die Rückfahrt zum Füllort. Damit sind die Abläufe der Nodes 1 und 2 abgeschlossen.

### Node 3: Versatz der Einlagerungskammer

Node 3 beginnt nach dem Rückbau der Sonderbewetterung und Beleuchtung am Einlagerungsort. Diese Tätigkeiten wurden in der HAZOP nicht weiter betrachtet, da aufgrund der großen Entfernung zu den eingelagerten Gebinden keine Ereignisse zu betrachten sind, die einen Einfluss auf die Integrität der Abfallgebinde haben können.

Im Ablauf der Node 3 fährt der Fahrer mit dem SMF an die eingelagerten Abfallgebinde heran. Die Firse und Stöße werden mit Hilfe des SMF mit Druckluft und ggf. mit Wasser gereinigt und es wird die Versatzwand mit Hilfe der Spritzeinrichtung errichtet. Der dafür erforderliche Baustoff wird durch das Versatztransportfahrzeug angeliefert. Node 3 endet nach vollständiger Errichtung der Versatzwand und mit der Wegfahrt des SMF.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 79 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 6.7.2 Bestimmungsgemäße Vorgänge (Sollfunktionen)

Die Abläufe der HAZOP 7 (Node 1 bis Node 3) werden anhand der von der BGE zur Verfügung gestellten Unterlagen und Informationen vom HAZOP-Team in überschaubare SFE untergliedert, die den Zweck der betrachteten Einheit verbal als bestimmungsgemäßen Vorgang genau beschreiben.

## 6.7.3 Ergebnisse

In Node 1 von HAZOP 7 (siehe Anhang 8) werden insgesamt 15 SFE betrachtet, in Node 2 von HAZOP 7 werden acht SFE betrachtet und in Node 3 werden sieben SFE betrachtet.

Alle SFE werden bezüglich aller Parameter und Leitwörter betrachtet (für Parameter und Leitwörter siehe Tabelle 4), um mögliche Abweichungen zu identifizieren. Nach einer Bewertung der möglichen Abweichungen, der daraus resultierenden möglichen Auswirkungen und der bereits vorhandenen Schutzeinrichtungen werden in Node 1 bei zehn Abweichungen Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen, in Node 2 werden bei sechs Abweichungen Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen und in Node 3 werden bei zwei Abweichungen Empfehlungen für zusätzliche Maßnahmen ausgesprochen. Bei manchen Abweichungen sind teilweise zwei Maßnahmenempfehlungen aufgeführt, welche mit a) oder b) gekennzeichnet sind. Für die Zielerreichung ist es ausreichend, wenn nur eine der Maßnahmenempfehlungen umgesetzt wird.

### Empfehlungen

An dieser Stelle werden die getroffenen Maßnahmenempfehlungen erläutert. Zusätzlich zu den Informationen im HAZOP-Arbeitsblatt (vgl. Anhang 8) wird das Ziel formuliert, welches durch die Maßnahme erreicht werden soll. Weiterhin wird die geplante Wirkung der Maßnahme beschrieben, d. h. wie das Ziel mit Hilfe der Maßnahme erreicht werden soll.

### Node 1: Einlagerung zylindrischer Abfallgebinde

Die insgesamt zehn Abweichungen der Node 1, an denen zusätzliche Maßnahmen empfohlen werden, beziehen sich auf die SFE 5 (zwei Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen), SFE 10 (vier Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen), SFE 12 (zwei Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen) und SFE 14 (zwei Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen). Innerhalb der SFE unterscheiden sich einige Abweichungen nur darin, ob aus der unterstellten Kollision ein Brand resultiert oder nicht. Ereignisse mit Brand bzw. ohne Brand sind hier nicht getrennt dargestellt, da alle sonstigen Bedingungen und die empfohlenen Maßnahmen identisch sind. Aus diesem Grund sind bei SFE 5 eine, bei SFE 10 zwei und bei SFE 12 und 14 je eine Abweichung beschrieben.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 80 von 184 Stand: 14.02.2025
--	---	--

**SFE 5: SF-Fahrer: Nach Meldung durch TW-Fahrer, dass die Umladeposition frei ist: Fahre beladenes SF aus der Entladekammer in den „Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich“.**

Abweichung: Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und dem Abstellbereich TP am Umladebereich die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebinden beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebinde auf die Sohle.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Unterstützung des SF-Fahrers bei der Fahrt von der Entladekammer zum Abstellbereich TP am Umladebereich die Fahrspur (90°-Kurvenfahrt) möglichst optimal zu nehmen, um den Anprall an den Stoß zu verhindern.

Maßnahmenempfehlung a): Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Abstellbereich TP am Umladebereich umranden.

Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien des SF zu ermitteln.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen sollen dem SF-Fahrer bei einer Berührung anzeigen, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Maßnahmenempfehlung b): Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Fahrer kann sich bei der Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt orientieren.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 81 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

**SFE 10: SF-Fahrer: Fahre das SF mit aufgenommener beladener Tauschpalette aus dem "Abstellbereich Tauschpalette am Umladebereich" in den "Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort" und stelle beladene Tauschpalette im "Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort" seitlich in der Einlagerungskammer ab.**

Abweichung 1: Der SF-Fahrer verliert die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebinden beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebinde auf die Sohle.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Unterstützung des SF-Fahrers die Fahrspur möglichst optimal zu halten, um somit den Anprall an den Stoß zu verhindern.

Maßnahmenempfehlung: Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Fahrer kann sich zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke orientieren.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Abweichung 2: Der SF-Fahrer fährt über den Abstellbereich TP am Einlagerungsort hinaus. Das mit zylindrischen Abfallgebinden beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.

Schutzeinrichtung: Keine

Ziel: Vermeidung des Anpralls eines beladenen SF mit den bereits eingelagerten Abfallgebinden.

Maßnahmenempfehlung: Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort.

Diese Maßnahmenempfehlung entspricht der Maßnahmenempfehlung bei SFE 12. Zur Erläuterung des Abstands der mobilen Schwellen vom Gebindestapel siehe SFE 12.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und umgehend die Bremsung einleiten muss.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 82 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

**SFE 12: SF-Fahrer: Fahre das SF mit aufgenommenem zylindrischen Abfallgebinde aus dem "Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort" zum Einlagerungsort.**

Abweichung: Der SF-Fahrer bremst nicht oder zu spät. Das SF mit zylindrischem Abfallgebinde prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Vermeidung des Anpralls eines beladenen SF mit den bereits eingelagerten Abfallgebänden.

Maßnahmenempfehlung: Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass der Fahrer des SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Beim Überfahren der Schwelle wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und er umgehend die Bremsung einleiten muss.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 83 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

**SFE 14: SF-Fahrer: Drehe den Fahrersitz und fahre das SF vom Einlagerungsort mit dem Fahrzeugheck voran in den "Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort". Nimm bei Bedarf ein zweites zylindrische Abfallgebinde von der Tauschpalette auf und lagere dieses analog zu den SFE 10 - 13 ein.**

Abweichung: Der SF-Fahrer wählt die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Sicherstellen, dass der SF-Fahrer für längere Rückwärtsfahrten mit dem Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist und verhindern, dass versehentlich eine falsche Fahrtrichtung gewählt wird.

Maßnahmenempfehlung: Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Mit der Festlegung wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da durch die technische Verriegelung die Fahrt in falsche Richtung verhindert wird.

## **Node 2: Einlagerung kubischer Abfallgebinde**

Die insgesamt sechs Abweichungen im Ablauf der Node 2, an denen zusätzliche Maßnahmen empfohlen werden, beziehen sich auf die SFE 5 (vier Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen) und die SFE 8 (zwei Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen). Innerhalb der SFE unterscheiden sich einige Abweichungen nur darin, ob aus der unterstellten Kollision ein Brand resultiert oder nicht. Ereignisse (mit Brand / ohne Brand) sind hier nicht getrennt dargestellt, da alle sonstigen Bedingungen und die empfohlenen Maßnahmen identisch sind. Somit werden im Folgenden aus SFE 5 zwei Abweichungen und aus SFE 8 eine Abweichung beschrieben.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 84 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

**SFE 5: SF-Fahrer: Nach Meldung durch TW-Fahrer, dass die Umladeposition frei ist: Fahre beladenes SF aus der Entladekammer in die Einlagerungskammer bis zum Einlagerungsort.**

Abweichung 1: Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und der Einlagerungskammer die Spur und das mit einem kubischen Abfallgebinde beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei das Abfallgebinde auf die Sohle.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Unterstützung des SF-Fahrers bei der Fahrt von der Entladekammer zur Einlagerungskammer die Fahrspur (90°-Kurvenfahrt) möglichst optimal zu nehmen, um den Anprall an den Stoß zu verhindern.

Maßnahmenempfehlung a): Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Einlagerungskammer umranden.

Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien des SF zu ermitteln.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen zeigen dem SF-Fahrer bei einer Berührung an, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Maßnahmenempfehlung b): Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Der Fahrer kann sich bei der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke orientieren.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 85 von 184 Stand: 14.02.2025
--	---	--

Abweichung 2: Der SF-Fahrer bremst nicht oder zu spät. Das mit einem kubischen Abfallgebinde beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Vermeidung des Anpralls eines beladenen SF mit den bereits eingelagerten Abfallgebänden.

Maßnahmenempfehlung: Verwendung von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass der Fahrer des SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Beim Überfahren der Schwelle wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und er umgehend die Bremsung einleiten muss.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

**SFE 8: SF-Fahrer: Drehe den Fahrersitz und fahre das SF vom Einlagerungsort mit dem Fahrzeugheck voran in Entladekammer. Melde Bereitstellung SF. Informiere TW-Fahrer und Bedienpersonal des örtlichen Leitstands 850-m-Sohle über Grubenfunk über die Bereitstellung des SF für den Entladevorgang.**

Abweichung: Der SF-Fahrer wählt die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Sicherstellen, dass der SF-Fahrer für längere Rückwärtsfahrten mit dem Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist und verhindern, dass versehentlich eine falsche Fahrtrichtung gewählt wird.

Maßnahmenempfehlung: Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Mit den Festlegungen wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da Fahrt in die falsche Richtung verhindert wird.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 86 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

### **Node 3: Versatztransportfahrzeug und Spritzmanipulatorfahrzeug**

Die zwei Abweichungen in Node 3, an denen zusätzliche Maßnahmen empfohlen werden, beziehen sich auf die SFE 1 (zwei Abweichungen mit Maßnahmenempfehlungen). Innerhalb der SFE unterscheiden sich die Abweichungen nur darin, ob aus der unterstellten Kollision ein Brand resultiert oder nicht. Diese beiden Ereignisse (mit Brand / ohne Brand) sind hier nicht getrennt beschrieben, da alle sonstigen Bedingungen und die empfohlenen Maßnahmen identisch sind. Aus diesem Grund ist hier nur eine Abweichung beschrieben.

**SFE 1: Fahrer SMF: Fahre SMF an den Netzanschlusspunkt der Einlagerungskammer ca. 30 m vor Versatzwanderrichtungsort. Stelle manuell den Netzanschluss her. Fahre bis zum Einlagerungsort. Halte einen Mindestabstand von 10 m bis zum Gebindestapel ein.**

Abweichung: Der SMF-Fahrer bremst nicht oder zu spät. Das SMF kollidiert mit eingelagerten Abfallgebänden, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.

Schutzeinrichtung: Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung in der in Kapitel 5.6 beschriebenen Definition vorhanden.

Ziel: Vermeidung des Anpralls des SMF mit den bereits eingelagerten Abfallgebänden.

Maßnahmenempfehlung: Verwendung von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass der Fahrer des SMF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.

Geplante Wirkung der Maßnahme: Beim Überfahren der Schwelle wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SMF kurz vor dem Gebindestapel befindet und er umgehend die Bremsung einleiten muss.

Sicherheitsbedeutung: Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 87 von 184 Stand: 14.02.2025
---	---	--

## 7. Zusammenfassung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Phase 1 der Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo) wurden die Einlagerungsabläufe für schwach- und mittelradioaktiven Abfälle hinsichtlich der menschlichen, technischen und organisatorischen (MTO) Einflüsse analysiert. Es wurde eine ganzheitliche, voreilende MTO-Analyse für diejenigen Tätigkeiten und Ereignisse durchgeführt, bei denen in der Phase 1 der ÜsiKo Deltas bzgl. der Störfallanalyse Konrad als sicherheitsrelevant bewertet wurden bzgl. der Störfallanalysen Konrad identifiziert wurden. Diese ganzheitliche, voreilende MTO-Analyse wurde auf der Basis des zum Zeitpunkt der Untersuchung verfügbaren Planungsstandes durchgeführt. Die voreilende MTO-Analyse wurde in Form einer Hazard Operability Study (HAZOP) durchgeführt.

Der geplante Einlagerungsvorgang im Endlager Konrad und die damit verbundenen Tätigkeiten und Handlungsschritte wurden in sieben Abläufe aufgeteilt. Für jeden Ablauf wurde eine eigenständige HAZOP-Analyse durchgeführt (gegebenenfalls mit untergelagerten Nodes). In den HAZOP-Analysen wurden in einer strukturierten und systematischen Vorgehensweise mögliche Abweichungen und deren mögliche Auswirkungen identifiziert. Für diese Abweichungen und Auswirkungen wurden die bereits geplanten bzw. umgesetzten Schutzeinrichtungen und Maßnahmen zur Verhinderung der möglichen Abweichungen bzw. zur Wahrung der Integrität der Abfallgebinde aufgelistet. Gegebenenfalls wurden weitere Schutzmaßnahmen empfohlen. Für jede der Maßnahmenempfehlungen wurde eine Bewertung der Sicherheitsbedeutung hinsichtlich des Optimierungspotenzials, welches durch die empfohlene Maßnahme erreicht werden kann, durchgeführt. Die Untersuchung fokussierte sich auf die Wahrung der Integrität der Abfallgebinde.

Die in der Studie identifizierten möglichen Abweichungen von einer vorgeplanten Sollfunktion im Endlager Konrad, die einzelnen Maßnahmenempfehlungen zur weiteren Optimierung, die geplante Wirkung der Optimierungsmaßnahme und die Bewertung der Sicherheitsbedeutung der empfohlenen Optimierungsmaßnahme sind für jedes Delta getrennt in den folgenden Tabelle 6 - Tabelle 10 dokumentiert.

Tabelle 6: Delta 8 „Ereignisspektrum“

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmenempfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbedeutung
HAZOP 5	Dem TW-Fahrer wird ein falscher TE-Typ mitgeteilt. Der TW-Fahrer stellt die Aufsetzzapfen nach der falschen Angabe ein. Die TE wird auf den Aufsetzzapfen abgestellt. Da die Aufsetzzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzzapfen. Da diese eine an den Seiten abgeschrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebundes. Für diese Abweichung werden zwei Maßnahmenempfehlungen ausgesprochen.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	a) Aufnahme einer formalisierten 3-Wege-Kommunikation zwischen dem TW-Fahrer und dem öLS in das ZB/BHB. Das Personal öLS teilt dem TW-Fahrer mit, welcher TE-Typ durch den Portalhubwagen angeliefert wird. Der TW-Fahrer teilt daraufhin dem Personal öLS mit, welche Aufsetzzapfen er für diesen TE-Typ einstellen wird. Es erfolgt eine Rückbestätigung durch das Personal öLS.	Durch die formalisierte 3-Wege-Kommunikation erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass die fehlerhafte Kommunikation oder die fehlerhafte Einstellung der Aufsetzzapfen dem Personal öLS oder dem TW-Fahrer auffällt und der Fehler rechtzeitig korrigiert werden kann.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine durch fehlerhafte Kommunikation verursachte falsche Einstellung verhindert wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP 5  (Forts.)	Dem TW-Fahrer wird ein falscher TE-Typ mitgeteilt. Der TW-Fahrer stellt die Aufsetzzapfen nach der falschen Angabe ein. Die TE wird auf den Aufsetzzapfen abgestellt. Da die Aufsetzzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzzapfen. Da diese eine an den Seiten abgeschrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes. Für diese Abweichung werden zwei Maßnahmenempfehlungen ausgesprochen.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	b) Vernetzung des TW-Displays mit dem öLS: Die Angaben zum Gebindetyp, welche der öLS vorgibt, werden automatisch an das Display im TW gesendet. Auf dem Display kann der TW-Fahrer den TE-Typ erkennen und es werden ihm die entsprechenden Aufsetzzapfen angezeigt.	Eine falsche Auswahl des TE-Typs durch den TW-Fahrer am Bediendisplay wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da sicher ausgeschlossen werden kann, dass die falschen Aufsetzzapfen durch den TW-Fahrer ausgewählt werden.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP 5  (Forts.)	TW-Fahrer wählt falschen TE-Typ aus und stellt die im Display angezeigten Aufsetzzapfen ein. Die Transporteinheit wird auf den Aufsetzzapfen abgestellt. Da die Aufsetzzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzzapfen. Da diese eine an den Seiten abgeschrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes.	Näherungsschalter übermitteln die Position der Aufsetzzapfen an SPS des TW. Die SPS macht einen Abgleich der gewählten Aufsetzzapfen mit den Vorgaben zum TE-Typ und erkennt dadurch mögliche Abweichungen.	Vernetzung des TW-Displays mit dem öLS: Die Angabe zum TE-Typ, welche der öLS vorgibt, werden automatisch an das Display im TW gesendet. Auf dem Display kann der TW-Fahrer den TE-Typ erkennen und es werden ihm die entsprechenden Aufsetzzapfen angezeigt.	Eine falsche Auswahl des TE-Typs durch den TW-Fahrer am Bediendisplay wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da sicher ausgeschlossen werden kann, dass die falschen Aufsetzzapfen aufgestellt werden.

Delta 9 „Absturz in der Pufferhalle (mechanische Einwirkung über Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 10 „Absturz in der Umladehalle (mechanische Einwirkung über Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 11 „Absturz im Sonderbehandlungsraum (mechanische Einwirkung über Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 12 „Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände (mechanische Einwirkung über Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Tabelle 7: Delta 13 „Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung über Tage“

<b>Ereignis Nr. (EU 228)</b> <b>HAZOP Nr.</b> <b>Node Nr.</b>	<b>Abweichung</b>	<b>Schutzeinrichtung</b>	<b>Maßnahmenempfehlung</b>	<b>Geplante Wirkung der Maßnahme</b>	<b>Bewertung Sicherheitsbedeutung</b>
Ereignis Nr. 4 (HAZOP 1, Node 1)	Der LKW fährt nicht auf die ausgewiesene Position und es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer (Sektionaltor), welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.	Eine Lichtsignalanlage am Ausfahrtstor der Trocknungskammer zeigt dem LKW-Fahrer die Haltepflicht an.	Vor Einfahrt des LKW in die Trocknungskammer werden mobile, gut sichtbare Unterlegkeile bzw. breite Bremskeile auf die ausgewiesene Position in der Trocknungskammer gelegt.	Der LKW wird im sicheren Abstand vor dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer abgebremst.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer vermieden wird.
Ereignis Nr. 4 (HAZOP 1, Node 2)	Der Rangierfahrzeugführer schiebt den Waggonverband mit dem Rangierfahrzeug mit 1 m/s über die Halteposition hinaus. Es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer, welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor (Sektionaltor) wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.	Eine Lichtsignalanlage zeigt dem Rangierfahrzeugführer die Haltepflicht an.	Vor Einfahrt eines Waggonverbands in die Trocknungskammer wird ein Hemmschuh vor das Ausfahrtstor der Trocknungskammer gelegt.	Der Waggonverband wird durch den Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor abgebremst, falls die Bremsung des Rangierfahrzeugs durch den Rangierfahrzeugführer zu spät erfolgt.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision mit dem Ausfahrtstor vermieden wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 4 (HAZOP 1, Node 2) (Forts.)	Der Rangierfahrzeugführer fährt den Waggonverband mit dem Rangierfahrzeug schneller als die erlaubten 1 m/s mit max. 2,5 m/s in die Trocknungskammer. Dadurch verlängert sich der Bremsweg. Es kommt zu einer Kollision des Waggonverbandes mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer, welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor (Sektionaltor) wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter.	Eine Lichtsignalanlage zeigt dem Rangierfahrzeugführer die Haltepflicht an. Der Rangierfahrzeugführer ist darin unterwiesen, bei geschobenen oder gezogenen Waggons mit max. 1 m/s zu fahren.	Vor Einfahrt eines Waggonverbandes in die Trocknungskammer wird ein Hemmschuh vor das Ausfahrtstor der Trocknungskammer gelegt.	Der Waggonverband wird durch den Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor abgebremst bzw. die Kollisionsgeschwindigkeit wird verringert, so dass die Beschädigung des Tores ebenfalls verringert wird.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da bei Lastfahrt mit 2,5 m/s durch einen Hemmschuh die Geschwindigkeit zwar verringert wird, aber eine Kollision mit dem Ausfahrtstor nicht sicher vermieden werden kann.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 9 (HAZOP 1, Node 1)  (Forts.)	Der LKW weicht aufgrund eines Handlungsfehlers oder eines technischen Defekts seitlich von der Fahrspur in der Umladehalle ab und kollidiert mit einem Bahn-Waggon (welcher mit einem Abfallgebinde beladen ist) auf dem Gleis 1.	Der LKW wird in der Umladehalle durch Betriebspersonal eingewiesen. Die Einfahrt in die Umladehalle wird durch das Personal des Hauptleitstands mittels Kamera überwacht. Auf dem Hallenboden befinden sich Markierungen zur optischen Trennung der Fahrspur LKW von den Bahngleisen.	Neben den bereits bestehenden Schutzeinrichtungen soll eine Kollision durch weitere technische Maßnahmen verhindert werden. Es soll eine Vielzahl von kurzen Fahrbahnbegrenzungen parallel zur Fahrspur des LKW installiert werden.	Die Fahrbahnbegrenzungen verhindern, dass der LKW die Fahrspur verlässt und mit einem Bahn-Waggon kollidiert. Die Fahrbahnbegrenzungen sind unterbrochen, damit eine Bewegung von Personal innerhalb der Umladehalle weiterhin ungehindert möglich ist und die Fluchtwege frei bleiben.	Die Sicherheits-bedeutung ist hoch, da eine Kollision des LKW (mit Abfallgebinden beladen) mit einem Bahn-Waggon (mit Abfallgebinden beladen) verhindert wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 9 (HAZOP 1, Node 2)  (Forts.)	Aufgrund eines technischen Defekts an der Bremsanlage des Rangierfahrzeugs kann dieses an der Umladeposition nicht abgebremst werden. Es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Umladehalle und zu einer Beschädigung des Tores. Dadurch wird die Grenze des Kontrollbereichs verletzt.	Das Rangierfahrzeug verfügt neben der Betriebsbremse über eine Feststellbremse mit reduzierter Bremskraft. Diese kann den Waggonverband nicht vollständig abbremsen, aber die Geschwindigkeit des Aufpralls verringern. Die Geschwindigkeit des Rangierfahrzeugs beträgt bei Lastfahrt max. 1 m/s.	Vor Einfahrt eines Waggonverbands in die Umladehalle wird ein Hemmschuh in sicherem Abstand vor das Ausfahrtstor der Umladehalle gelegt.	Der Waggonverband wird vor dem Ausfahrtstor abgebremst.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da der Hemmschuh den Waggonverband vor dem Ausfahrtstor abbremst und die Kollision verhindert wird.

Delta 14 „Absturz von Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbes (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 15 „Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände bei der Förderung unter Tage (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 95 von 184 Stand: 15.03.2024
---	---	--

Delta 16 „Absturz von Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb (mechanische Einwirkung bei der Schachtförderung)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 17 „Absturz von Abfallgebänden bei der Handhabung (mechanische Einwirkung unter Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Delta 18 „Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde (mechanische Einwirkung unter Tage)“: Es werden keine zusätzlichen Maßnahmen empfohlen.

Tabelle 8: Delta 19 „Kollision von Transportmitteln ohne Brand (mechanische Einwirkung unter Tage)“

Ereignis Nr. (EU 228) HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmenempfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbedeutung
Ereignis Nr. 68 (HAZOP 7, Node 1) (Forts.)	Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und dem Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebinden auf einer Tauschpalette beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebinde auf die Sohle.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Abstellbereich TP am Umladebereich umranden.  Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien zu ermitteln.	Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen sollen dem SF-Fahrer bei einer Berührung anzeigen, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP Nr. Node Nr.					
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und dem Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebinden auf einer Tauschpalette beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebinde auf die Sohle.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	b) Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.	Der Fahrer kann sich bei der Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt orientieren.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer verliert die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebänden beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebände auf die Sohle.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.	Der Fahrer kann sich zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke orientieren.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen-empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbedeutung
HAZOP Nr. Node Nr.					
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer fährt über den Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort hinaus. Das mit zylindrischen Abfallgebunden beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer fährt bremst nicht oder zu spät. Das mit zylindrischen Abfallgebunden beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer wählt bei der Fahrt mit dem Fahrzeugheck voran die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn der Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.	Mit der Festlegung wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da durch die technische Verriegelung die Fahrt in falsche Richtung verhindert wird

Ereignis Nr. (EU 228)	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP Nr. Node Nr.					
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 2)  (Forts.)	Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und dem Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich die Spur und das mit einem kubischen Abfallgebinde beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei das Abfallgebinde auf die Sohle.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich umranden.  Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien des SF zu ermitteln.	Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen sollen dem SF-Fahrer bei einer Berührung anzeigen, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP Nr. Node Nr.					
(Forts.)			<p>b) Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.</p>	<p>Der Fahrer kann sich bei der Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt orientieren.</p>	<p>Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.</p>

Ereignis Nr. (EU 228)	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
HAZOP Nr. Node Nr.					
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 2)	Der SF-Fahrer fährt brems nicht oder zu spät. Das SF mit einem kubischen Abfallgebinde prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.
Ereignis Nr. 68  (HAZOP 7, Node 2)	Der SF-Fahrer wählt bei der Fahrt mit dem Fahrzeugheck voran die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn der Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.	Mit der Festlegung wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da durch die technische Verriegelung die Fahrt in falsche Richtung verhindert wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr.78  (HAZOP 7, Node 3)  (Forts.)	Bei der Fahrt zum Einlagerungsort bremst der SMF-Fahrer nicht oder zu spät. Das SMF kollidiert mit eingelager- ten Abfallgebinden, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfall- gebinde kommen kann.	Für die beschriebene Abweichung ist keine spezifische Schutzeinrichtung vorhanden.	Verwendung von mobi- len Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einla- gerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einla- gerungsort soll so ge- wählt werden, dass der Fahrer des SMF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausrei- chend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf auf- merksam gemacht, dass sich das SMF kurz vor dem Gebin- destapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzu- leiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrschein- lichkeit der Abweichung re- duziert wird, aber menschl- iches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Tabelle 9: Delta 20 „Kollision von Transportmitteln mit Brand (thermische Einwirkungen über Tage)“

Ereignis Nr. (EU 228) HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmenempfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbedeutung
Ereignis Nr. 5 (HAZOP 1, Node 1) (Forts.)	Der LKW fährt nicht auf die ausgewiesene Position und es kommt zu einer Kollision mit dem Ausfahrtstor der Trocknungskammer (Sektionaltor), welches auch als Grenze zum Kontrollbereich dient. Das Ausfahrtstor wird beschädigt und Teile des Tores fallen herunter. Die Kollision führt zu einem Brand.	Eine Lichtsignalanlage am Ausfahrtstor der Trocknungskammer zeigt dem LKW-Fahrer die Haltepflicht an.  Ein Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung eines Feuerlöschers am LKW vor.	Vor Einfahrt des LKW in die Trocknungskammer werden mobile, gut sichtbare Unterlegkeile bzw. breite Bremskeile auf die ausgewiesene Position in der Trocknungskammer gelegt.	Der LKW wird im sicheren Abstand vor dem Ausfahrtstor Trocknungskammer abgebremst.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da eine Kollision mit dem Ausfahrtstor Trocknungskammer vermieden wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheits- bedeutung
Ereignis Nr. 9 (HAZOP 1, Node 1)  (Forts.)	Der LKW weicht aufgrund eines Handlungsfehlers oder eines technischen Defekts seitlich von der Fahrspur in der Umladehalle ab und kollidiert mit einem Bahn-Waggon (welcher mit einem Abfallgebinde beladen ist) auf dem Gleis 1. Die Kollision führt zu einem Brand	Der LKW wird in der Umladehalle durch Betriebspersonal eingewiesen. Die Einfahrt in die Umladehalle wird durch das Personal des Hauptleitstands mittels Kamera überwacht. Auf dem Hallenboden befinden sich Markierungen zur optischen Trennung der Fahrspur LKW von den Bahngleisen. Ein Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung eines Feuerlöschers am LKW vor.	Neben den bereits bestehenden Schutzeinrichtungen soll eine Kollision durch weitere technische Maßnahmen verhindert werden. Es soll eine Vielzahl von kurzen Fahrbahnbegrenzungen parallel zur Fahrspur des LKW installiert werden.	Die Fahrbahnbegrenzungen verhindern, dass der LKW die Fahrspur verlässt und mit einem Bahn-Waggon kollidiert. Die Fahrbahnbegrenzungen sind unterbrochen, damit eine Bewegung von Personal innerhalb der Umladehalle weiterhin ungehindert möglich ist und die Fluchtwege frei bleiben.	Die Sicherheits-bedeutung ist hoch, da eine Kollision des LKW (mit Abfallgebinden beladen) mit einem Bahn-Waggon (mit Abfallgebinden beladen) verhindert wird.

Tabelle 10: Delta 21 „Kollision von Transportmitteln unter Tage mit Brand (thermische Einwirkungen unter Tage)“

Ereignis Nr. (EU 228) HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmenempfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbedeutung
Ereignis Nr. 69 (HAZOP 7, Node 1)	Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und dem Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebinden beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebinde auf die Sohle.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich umranden.  Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien zu ermitteln.	Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen sollen dem SF-Fahrer bei einer Berührung anzeigen, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
(Forts.)			b) Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.	Der Fahrer kann sich bei der Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt orientieren.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer verliert die Spur und das mit zylindrischen Abfallgebänden beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei ein Abfallgebände auf die Sohle.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.	Der Fahrer kann sich zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke orientieren.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 1)  (Forts.)	Der SF-Fahrer fährt über den Abstellbereich Tauschpalette am Einlagerungsort hinaus. Das mit zylindrischen Abfallgebinden beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 1)	Der SF-Fahrer fährt bremst nicht oder zu spät. Das mit zylindrischen Abfallgebänden beladene SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 1)	Der SF-Fahrer wählt bei der Fahrt mit dem Fahrzeugheck voran die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebände, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebände kommen kann.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.	Mit der Festlegung wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da durch die technische Verriegelung die Fahrt in falsche Richtung verhindert wird

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 2)  (Forts.)	<p>Der SF-Fahrer verliert in der 90°-Kurve zwischen Entladekammer und der Einlagerungskammer die Spur und das mit einem kubischen Abfallgebinde beladene SF fährt gegen den Stoß. Gegebenenfalls stürzt dabei das Abfallgebinde auf die Sohle.</p> <p>Die Kollision führt zu einem Brand.</p>	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	<p>(a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF in der 90° Kurve zwischen Entladekammer und Abstellbereich Tauschpaletten am Umladebereich umranden.</p> <p>Die mobilen überfahrbaren Schwellen sind derart in der Entladekammer auszulegen, dass die Geradeausfahrt des TW in die Einlagerungskammer und die Geradeausfahrt des SF zur Entladung des TW nach Möglichkeit nicht behindert wird. Die genaue Position der Schwellen sind anhand der Kurvenradien des SF zu ermitteln.</p>	<p>Die Schwellen markieren den maximal möglichen Radius, welcher gefahren werden kann, ohne mit dem Stoß zu kollidieren. Die Schwellen sollen dem SF-Fahrer bei einer Berührung anzeigen, dass er sich auf dem äußersten Kurvenradius befindet.</p>	<p>Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.</p>

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
(Forts.)			(b) Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor im Führerhaus des SF. Es werden dafür die bereits im SF verbauten technischen Einrichtungen (Kameras, Monitor) genutzt. Nach derzeitiger Ausführung verfügt das SF über acht Kameras. Ähnlich zu einer visuellen Darstellung des Fahrwegs bei PKWs mit Rückfahrkamera könnte der Fahrweg in Abhängigkeit vom gewählten Lenkradius auf dem Monitor im SF angezeigt werden.	Der Fahrer kann sich bei der Kurvenfahrt zusätzlich an der Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt orientieren.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 2)	Der SF-Fahrer fährt brems nicht oder zu spät. Das SF mit einem kubischen Abfallgebinde prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Verwenden von mobilen Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einlagerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einlagerungsort soll so gewählt werden, dass das SF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausreichend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf aufmerksam gemacht, dass sich das SF kurz vor dem Gebindestapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzuleiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert wird, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.
Ereignis Nr. 69  (HAZOP 7, Node 2)	Der SF-Fahrer wählt bei der Fahrt mit dem Fahrzeugheck voran die falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Gebindestapel. Dabei prallt das SF gegen die eingelagerten Abfallgebinde, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfallgebinde kommen kann.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF.	Aufnahme der Festlegung in das ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist. Wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist, ist die Fahrtrichtung mit dem Spreader voraus technisch zu verriegeln.	Mit der Festlegung wird sichergestellt, dass der Fahrer bei einer längeren Rückwärtsfahrt in Fahrtrichtung schaut und die versehentliche Wahl einer falschen Fahrtrichtung wird verhindert.	Die Sicherheitsbedeutung ist hoch, da durch die technische Verriegelung die Fahrt in falsche Richtung verhindert wird.

Ereignis Nr. (EU 228)  HAZOP Nr. Node Nr.	Abweichung	Schutzeinrichtung	Maßnahmen- empfehlung	Geplante Wirkung der Maßnahme	Bewertung Sicherheitsbe- deutung
Ereignis Nr. 78  (HAZOP 7, Node 3)	Bei der Fahrt zum Einlagerungsort bremst der SMF-Fahrer nicht oder zu spät. Das SMF kollidiert mit eingelager- ten Abfallgebinden, wodurch es zu einer mechanischen Einwirkung auf die Abfall- gebinde kommen kann.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SMF	Verwendung von mobi- len Schwellen in einem noch zu definierenden Abstand vor dem Einla- gerungsort. Der Abstand der Schwelle zum Einla- gerungsort soll so ge- wählt werden, dass der Fahrer des SMF nach dem Überfahren der Schwelle noch ausrei- chend Reaktionszeit zum Bremsen hat.	Beim Überfahren der Schwellen wird der Fahrer darauf auf- merksam gemacht, dass sich das SMF kurz vor dem Gebin- destapel befindet und dass umgehend die Bremsung einzu- leiten ist.	Die Sicherheitsbedeutung ist niedrig, da die Wahrschein- lichkeit der Abweichung re- duziert wird, aber menschl- iches Fehlverhalten weiterhin möglich ist.

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 116 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Literaturverzeichnis

- [1] Bundesamt für Strahlenschutz EU 228 Systemanalyse Konrad, Teil 3: Ermittlung und Klassifizierung von Störfällen VDIS-KZL: 9K/33219/-/EB/RB/0001/04  
Stand: 24.02.1997
- [2] 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 von 22. Mai 2002  
VDIS-KZL: 9K/1321/-/-/DA/ES/0001/00
- [3] BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung  
Auflistung der sicherheitsrelevanten Deltas und der Hinweise aus Phase 1 der ÜsiKo  
[https://www.bge.de/fileadmin/user\\_upload/Konrad/Wesentliche\\_Unterlagen/UESiKo/Deltas\\_und\\_Hinweise\\_UesiKo\\_Phase\\_1.pdf](https://www.bge.de/fileadmin/user_upload/Konrad/Wesentliche_Unterlagen/UESiKo/Deltas_und_Hinweise_UesiKo_Phase_1.pdf)
- [4] DMT GmbH & Co. KG  
DSR Ingenieurgesellschaft mbH  
Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad nach dem Stand von Wissenschaft und Technik (ÜsiKo)  
Los I: Ermittlung des Überprüfungsbedarfs der Störfallanalysen  
VDIS-KZL: 9KE/25232/-/-/B/RB/0006/00  
Stand: 08.03.2019
- [5] Bundesamt für Strahlenschutz  
EU 208  
Systembeschreibung Einlagerungssystem BD. 1 und 2  
VDIS-KZL: 9K/5442/-/J/TK/0002/07  
Stand: 20.02.1997
- [6] Bundesamt für Strahlenschutz  
Änderungsvorgang Nr. 53  
Stehende Anlieferung zylindrischer Typ B(U)-Versandstücke  
Technische Beschreibung mit verfahrensrechtlicher Bewertung  
VDIS-KZL: 9KE/2211/DA/TV/0048/00  
Stand: 29.04.2015
- [7] Bundesamt für Strahlenschutz  
EU 184  
Tagesanlagen Schacht Konrad 2: Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwirkungen  
VDIS-KZL: 9K/5192/-/FA/TT/0004/03  
Stand: 18.08.1989

  	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 117 von 184  Stand: 21.10.2024
---	---	---

- [8] Bundesamt für Strahlenschutz  
EU 303  
Betriebsablauf im Bereich der Handhabung von Abfallgebinden  
VDIS-KZL: 9K/5414/-/J/TK/0003/02  
Stand: März 1995
  
- [9] BGE Bundesgesellschaft für Endlagerung  
Änderungsvorgang Nr. 138  
Zustimmungs- und Kenntnissgabeverfahren Transportwagen  
Technische Beschreibung mit verfahrensrechtlicher Bewertung  
VDIS-KZL: 9KE/2211/DA/TV/0095/01  
Stand: 14.09.2022
  
- [10] Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen (TAS)
  
- [11] Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen (BVOS)
  
- [12] Bundesamt für Strahlenschutz  
EU 238  
Systemanalyse Konrad, Teil 3 Anlagenbewertung des geplanten Endlagers  
VDIS-KZL: 9K/33219/-/EB/RB/0003/01  
Stand: Mai 1989
  
- [13] Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Verwendung von  
Arbeitsmitteln (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV)
  
- [14] DMT GmbH & Co. KG  
MTO Safety GmbH  
Phase 2 der ÜsiKo: Konzept zur Durchführung von MTO-Analysen  
ULV-KZL: 9KE/25232/- /- /- /BE/ET/0001/00
  
- [15] DIN EN 61882:2017-02  
HAZOP-Verfahren (HAZOP-Studien) – Anwendungsleitfaden  
Fassung: 02/2017
  
- [16] issa – Internationale Vereinigung für soziale Sicherheit  
IVSS Sektion Chemie  
Risikobeurteilung in der Anlagensicherheit  
Das PAAG-/HAZOP-Verfahren und weitere praxisbewährte Methoden  
Fassung: 03/2020

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 118 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Anhang 1: Liste relevanter Unterlagen für das Endlager Konrad

Kürzel	Titel	KZL/DokID/ULV	Stand
EU000.02	Untersuchung ausgewählter Störfälle im Bergbau	VDIS-KZL: 9K/351313/-/EB/RB/0007/00	März 1984
EU226	Systembeschreibung Abruf und Einlagerungsvorgang (Verknüpfungen, Meldungen, Aufschreibungen)	VDIS-KZL: 9K/-/-/MCA/RB/0001/03	25.02.1997
EU282	Entwurfsplanung Strahlenschutz als begleitende Planunterlage	VDIS-KZL: 9K/4424/-/LA/RB/0003/05	20.02.1997
EU324	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)	VDIS-KZL: 9K/-/-/EB/RB/0028/04	24.02.1997
EU330	Beitrag zur Bewertung des Anlagenkonzeptes für das Endlager Konrad	VDIS-KZL: 9K/3282.30/-/EB/RB/0029/00	26.05.1988
EU358	Einlagerungssystem Komponentenspezifikation Stapelfahrzeug	VDIS-KZL: 9K/5442/-/J/TK/0009/06	20.02.1997
EU388	Administrative Maßnahmen zur Vermeidung von Störfällen und zur Verringerung möglicher Störfallauswirkungen im geplanten Endlager Konrad (ET-IB-30-REV-3)	VDIS-KZL: 9K/-/-/EBL/RB/0003/04	24.02.1997
EU469	Überschätzungsfaktor für die Strahlenfelder an den einzelnen Arbeitsplätzen (ohne Berücksichtigung der geplanten Abschirmungen) gemäß EU72.5 im Endlager Konrad	VDIS-KZL: 9K/-/-/LBD/RB/0002/00	01.03.1993
EU072.5	Systemanalyse Konrad, Teil3 Strahlenexposition des Betriebspersonals im bestimmungsgemäßen Betrieb der Schachtanlage Konrad durch äußere Bestrahlung	VDIS-KZL: 9K/33219/-/LB/RB/0009/01	April 1991
SE-IB-29/08-REV-2	Anforderungen an endzulagernde radioaktive Abfälle (Endlagerungsbedingungen, Stand: Dezember 2014) – Endlager Konrad	VDIS-KZL: 9KE/2211/D/ED/0001/03	18.12.2014
	DBE: Ausführungsplanung Verkehrslenkung unter Tage	ULV-KZL: 9KE/35270/-/EBB20/-/-/JC/RM/0001/01; DokID: 11768085, ULV-Nr.: 685946	07.11.2017

Kürzel	Titel	KZL/DokID/ULV	Stand
	DBE: Beschreibung der Überwachungs- und Sicherheitseinrichtungen der Verkehrslenkung unter Tage	ULV-KZL: 9KE/35270/-/-/-/ /JC/LA/0001/01; DokID: 11768096, ULV-Nr.: 648149	27.03.2017
	DBE: Beschreibung und technische Daten der Verkehrslenkung unter Tage	ULV-KZL: 9KE/35270/- /EBB20/-/- /JC/LA/0001/01; DokID: 11768089, ULV-Nr.: 685916	07.11.2017
	DBE: Verkehrstechnisches Projekt inkl. Ablauflogik der Verkehrslenkung unter Tage	ULV-KZL: 9KE/35270/-/-/-/ /JC/SB/0001/01; DokID: 11768099, ULV-Nr.: 685920	07.11.2017

 <p>DMT MTO Safety GmbH DMT ENCOS</p>	<p><b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b></p>	<p>Seite: 120 von 184 Stand: 21.10.2024</p>
--	--	---

## Anhang 2: Tabelle HAZOP Nr. 1

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
1. Wachpersonal: Öffne das Werkstor	Ausführung der Handlung	teilweise	Das Werkstor ist nicht vollständig geöffnet	Handlungsfehler oder technischer Defekt			LKW fährt mit LKW-Fahrerkabine voraus gegen das Werkstor.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen das Werkstor prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
2. Wachpersonal: Gib dem LKW eine Fahrtroute vor	Ausführung der Handlung	teilweise	Die Fahrtroute ist falsch vorgegeben. (Verkehrslenkung über Tage ist nicht kompatibel mit der vorgegebenen Fahrtroute)	Handlungsfehler			Fahrer fährt auf falsch vorgegebener Route.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Wahl einer falschen Route nicht zwangsläufig zu einer Kollision führen muss.	Alle einmündenden und kreuzenden Nebenstraßen sind durch Schranken gesichert. Die Grundstellung der Schranken ist geschlossen.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Die Fahrtroute wird nicht vorgegeben.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da eine Einfahrt ausschließlich nach Mitteilung der Fahrtroute möglich ist.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
3. Personal Steuerstand Trocknungsanlage / Wachpersonal: Definiere Abrufposition auf dem LKW Parkplatz	Ausführung der Handlung	anders als	Es ist eine bereits besetzte Abrufposition vorgegeben worden.	Handlungsfehler / technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da sich das Fahrzeug noch nicht in Bewegung gesetzt hat.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
4. LKW-Fahrer: Fahre zur angegebenen Abrufposition auf dem Schachtgelände (vor Umladehalle) mit max. 10 km/h	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	LKW nimmt die falsche Fahrtroute.	Handlungsfehler	1	13	Fahrer fährt auf falscher Route und kollidiert ggf. mit entgegenkommendem Fahrzeug. Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen das entgegenkommende Fahrzeug prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	Alle einmündenden und kreuzenden Nebenstraßen sind durch Schranken gesichert. Die Grundstellung der Schranken ist geschlossen.	-	-	
	Weg	anders als	LKW nimmt die falsche Fahrtroute.	Handlungsfehler		20	Fahrer fährt auf falscher Route und kollidiert ggf. mit entgegenkommendem Fahrzeug.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Alle einmündenden und kreuzenden Nebenstraßen sind durch Schranken gesichert. Die Grundstellung der Schranken ist geschlossen. - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	LKW fährt schneller als erlaubt	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die erhöhte Geschwindigkeit nicht zwingend zu einer Kollision mit anderen Fahrzeugen oder Bauwerksteilen führt.	-Sensibilisierung durch Verkehrsschilder und Unterweisung auf max. erlaubte Geschwindigkeit. - Nach Überschreiten der Geschwindigkeit wird der LKW-Fahrer ermahnt. Mehrmaliges Wiederholen kann dazu führen, dass der LKW-Fahrer vom Transport ausgeschlossen wird.	-	-	
	Objekt	anders als	Eine Bremsvorrichtung am LKW versagt.	Technischer Defekt	1	13	Kollision mit anderen Fahrzeugen oder Bauwerksteile; LKW-Fahrerkabine voraus. Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen ein anderes Fahrzeug oder Bauwerksteile prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	LKW verfügt über mehrere redundante Bremsvorrichtungen	-	-	
Objekt	anders als	Eine Bremsvorrichtung am LKW versagt.	Technischer Defekt	2	20	Kollision mit anderen Fahrzeugen oder Bauwerksteile; LKW-Fahrerkabine voraus.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- LKW verfügt über mehrere redundante Bremsvorrichtungen. - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-		

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
5. LKW-Fahrer: Halte auf Abrufposition auf dem Schachtgelände (vor Umladehalle)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	LKW wird auf falscher (freien) Abrufposition abgestellt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung (Fahrzeug wird auf freier Abrufposition abgestellt)	-	-	-	
	Ort	anders als	Angegebene Abrufposition ist bereits durch LKW besetzt.	Handlungsfehler	1	13	Kollision mit anderen Fahrzeugen; LKW-Fahrerkabine voraus. Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen ein anderes Fahrzeug oder Anlagenteile prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	- Eindeutige Markierungen und Beleuchtungen sind auf den Fahrwegen und auf den Abrufpositionen der LKW. - Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer.	-	-	
	Ort	anders als	Angegebene Abrufposition ist bereits durch LKW besetzt.	Handlungsfehler	2	20	Kollision mit anderen Fahrzeugen; LKW-Fahrerkabine voraus.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Eindeutige Markierungen und Beleuchtungen sind auf den Fahrwegen und auf den Abrufpositionen der LKW. - Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
6. Personal Steuerstand Trocknungsanlage: Gib Freigabe zum Weitertransport über Lichtsignalanlage.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Die Freigabe erfolgt durch den Steuerstand zu früh und LKW setzt sich in Bewegung	Handlungsfehler	1	13	Kollision mit anderem Fahrzeug (2 LKW haben Freigabe erhalten) Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen ein anderes Fahrzeug prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	- Eindeutige Markierungen und Beleuchtungen sind auf den Fahrwegen und auf den Abrufpositionen der LKW. - Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer.	-	-	
	Zeit	zu früh	Die Freigabe erfolgt durch den Steuerstand zu früh und LKW setzt sich in Bewegung	Handlungsfehler	2	20	Kollision mit anderem Fahrzeug (2 LKW haben Freigabe erhalten)  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Eindeutige Markierungen und Beleuchtungen sind auf den Fahrwegen und auf den Abrufpositionen der LKW. - Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer. - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
7. LKW-Fahrer: Fahre vor das Einfahrtstor der Trocknungskammer mit max. 10 km/h	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	LKW fährt schneller als erlaubt (siehe Sollfunktionseinheit Nr. 4)	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
8. Personal Steuerstand Trocknungsanlage: Öffne das Einfahrtstor der Trocknungskammer (Freigabe zur Einfahrt)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	LKW fährt zu früh los, während Tor noch nicht vollständig geöffnet ist.	Handlungsfehler			LKW kollidiert mit teilweise geöffnetem Einfahrtstor Trocknungskammer (Falltor).  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen das Tor prallt und das Abfallgebäude nicht betroffen ist.	Lichtsignalanlage zeigt LKW Haltepflicht an	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Einfahrtstor Trocknungskammer (Falltor) ist nicht komplett geöffnet (teilweise oder vollständig verschlossen)	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Fahrer keine Freigabe zur Einfahrt erhält. Die Einfahrt aus der Trocknungskammer wird über LSA freigegeben. LSA schaltet erst auf "Grün", wenn das Tor vollständig geöffnet ist.	Lichtschranke detektiert LKW im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
9. LKW-Fahrer: Fahre auf Halteposition (in der Trocknungskammer) Steuerstand Trocknungsanlage: Schließe Einfahrtstor der Trocknungskammer	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Einfahrtstor Trocknungskammer (Falltor) schließt zu früh	Handlungsfehler		8	Einfahrtstor (Falltor) schließt, während sich der LKW noch in der Tordurchfahrt befindet. Das Tor schließt langsam und stößt seitlich an den LKW.	Lichtschranke detektiert LKW im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	LKW fährt nicht auf Halteposition	Handlungsfehler / technischer Defekt	4	13	Kollision mit Bauwerksteilen: Ausfahrtstor Trocknungskammer; Teile des Tores (Sektionaltor) fallen auf das Abfallgebäude. Beschädigung der Grenze des Kontrollbereichs Ohne Brand	Lichtsignalanlage zeigt LKW-Fahrer Haltepflicht an.	Mobile, gut sichtbare Unterlegkeile / breite Bremskeile werden vor Einfahrt des LKW auf die ausgewiesene Position gelegt.	hoch: Kollision wird verhindert.	
	Weg	mehr	LKW fährt nicht auf Halteposition	Handlungsfehler / technischer Defekt	5	20	Kollision mit Bauwerksteilen: Ausfahrtstor Trocknungskammer; Teile des Tores (Sektionaltor) fallen auf das Abfallgebäude Beschädigung der Grenze des Kontrollbereichs Die Kollision führt zu einem Brand.	- Lichtsignalanlage zeigt LKW-Fahrer Haltepflicht an. - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	Mobile, gut sichtbare Unterlegkeile / breite Bremskeile werden vor Einfahrt des LKW auf die ausgewiesene Position gelegt.	hoch: Kollision wird verhindert.	
	Weg	anders als	LKW weicht von der Fahrspur ab.	Handlungsfehler / technischer Defekt	4	13	Kollision mit Bauwerksteilen; LKW-Fahrerkabine voraus. Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da aufgrund des Aufprallwinkels eine Beschädigung der Integrität des Abfallgebüdes ausgeschlossen werden kann. Zusätzlich prallt der LKW mit dem Führerhaus gegen die Bauwerksteile.	-	-	-	
	Weg	anders als	LKW weicht von der Fahrspur ab.	Handlungsfehler / technischer Defekt	5	20	Kollision mit Bauwerksteilen; LKW-Fahrerkabine voraus. Die Kollision führt zu einem Brand.	Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
10. Personal Hauptleitstand: Öffne das Tor zur Umladehalle (Ausfahrtstor Trocknungskammer); (Freigabe erteilt)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Tor wird geöffnet, obwohl in Umladehalle LKW zum Entladen steht und LKW aus Trocknungskammer fährt los	Handlungsfehler	9	13	Kollision mit anderem Fahrzeug (LKW), auf welchem sich ein Abfallgebäude befindet; Ohne Brand	- Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer - Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera	-	-	
	Zeit	zu früh	Tor wird geöffnet, obwohl in Umladehalle LKW zum Entladen steht und LKW aus Trocknungskammer fährt los	Handlungsfehler	10	20	Kollision mit anderem Fahrzeug (LKW), auf welchem sich ein Abfallgebäude befindet; Die Kollision führt zu einem Brand.	- Fahrwegskontrolle durch LKW-Fahrer - Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera  - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Das Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) ist nicht komplett geöffnet (teilweise oder vollständig verschlossen)	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Fahrer keine Freigabe zur Einfahrt erhält. Die Einfahrt aus der Trocknungskammer wird über LSA freigegeben. LSA schaltet erst auf "Grün", wenn das Tor vollständig geöffnet ist.	Öffnungsabsicherung mittels Lichtgitter	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
11. LKW-Fahrer: Fahre mit dem LKW langsam bis zu den Markierungen am Umladeplatz in der Umladehalle	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) schließt zu früh	Handlungsfehler			8 Ausfahrtstor (Sektionaltor) schließt, während sich der LKW noch in der Tordurchfahrt befindet. Das Tor schließt langsam.	Das Ausfahrtstor verfügt über eine Öffnungsabsicherung mittels Lichtgitter. Diese detektiert LKW im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	
	Ort	anders als	LKW wird mit geringer Abweichung zur Bodenmarkierung positioniert und abgestellt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Hallenkran Positionierung außerhalb der Bodenmarkierung erreichen kann.	-	-	-	
	Weg	mehr	LKW fährt nicht auf ausgewiesene Position	Handlungsfehler / technischer Defekt	9	13	Kollision des fahrenden LKW (mit Abfallgebinde, LKW-Fahrerkabine voraus) mit auf Freimessposition stehendem LKW (ohne Abfallgebinde) Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der LKW mit dem Führerhaus gegen den LKW (stehend auf Freimessposition, ohne Abfallgebinde) prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	- Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera - Markierungen auf dem Hallenboden	-	-	
	Weg	mehr	LKW fährt nicht auf ausgewiesene Position	Handlungsfehler / technischer Defekt	10	20	Kollision des fahrenden LKW (mit Abfallgebinde, LKW-Fahrerkabine voraus) mit auf Freimessposition stehendem LKW (ohne Abfallgebinde)  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera - Markierungen auf dem Hallenboden - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Weg	anders als	LKW weicht von der Fahrspur ab.	Handlungsfehler / technischer Defekt	9	13	Kollision des fahrenden LKW (mit Abfallgebinde, LKW-Fahrerkabine voraus) mit Waggon (mit Abfallgebinde) Ohne Brand	- Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera - Markierungen zur optischen Trennung der Fahrwege von Waggon und LKW	Installation einer Vielzahl von kurzen Fahrbahnbegrenzungen parallel zur Fahrspur des LKW	hoch: Die Fahrbahnbegrenzungen verhindern eine Kollision mit Waggon	
	Weg	anders als	LKW weicht von der Fahrspur ab.	Handlungsfehler / technischer Defekt	10	20	Kollision des fahrenden LKW (mit Abfallgebinde, LKW-Fahrerkabine voraus) mit Waggon (mit Abfallgebinde)  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einweisung durch Betriebspersonal - Überwachung durch Hauptleitstand mittels Kamera - Markierungen zur optischen Trennung der Fahrwege von Waggon und LKW - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	Installation einer Vielzahl von kurzen Fahrbahnbegrenzungen parallel zur Fahrspur des LKW	hoch: Die Fahrbahnbegrenzungen verhindern eine Kollision mit Waggon	
	Geschwindigkeit	mehr	LKW fährt schneller als erlaubt	Handlungsfehler / technischer Defekt	9	13	Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die erhöhte Geschwindigkeit nicht zwingend zu einer Kollision mit anderen Fahrzeugen oder Bauwerksteilen führt.	- Sensibilisierung durch Verkehrsschilder und Unterweisung auf max. erlaubte Geschwindigkeit - Nach Überschreiten der Geschwindigkeit wird der LKW-Fahrer ermahnt. Mehrmaliges Wiederholen kann dazu führen, dass der LKW-Fahrer vom Transport ausgeschlossen wird.	-	-	
	Objekt	anders als	Ausfahrtstor Trocknungsanlage (Sektionaltor) fällt unkontrolliert herunter.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Das Tor ist mit selbsthemmendem Schneckengetriebe ausgeführt. Dies verhindert einen unkontrollierten Absturz. Das Tor verfügt über eine Öffnungsabsicherung mittels Lichtgitter.	Technischer Defekt			-	-	-	-	
	12. LKW-Fahrer: Stelle den LKW (mit fahrzeugeigener Feststellbremse) gebremst ab	Ausführung der Handlung	nicht	LKW ist ungebremst abgestellt	Handlungsfehler / technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da kein Gefälle in der LKW-Fahrspur vorhanden ist und sich der LKW nicht in Bewegung setzt.	-	-	-
Zeit			k. A.	-			-	-	-	-	
Ort			k. A.	-			-	-	-	-	
Weg			k. A.	-			-	-	-	-	
Geschwindigkeit			k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt			k. A.	-			-	-	-	-	
13. Personal Umladehalle: Entriegle die Transportsicherung der Transporteinheit ggf. in Vorbereitung auf den nachfolgenden Umladevorgang	Ausführung der Handlung	anders als	Es erfolgt keine Entriegelung.	Handlungsfehler			Anheben Transporteinheit + LKW durch Hallenkran (siehe HAZOP 2)	-	-	-	
	Ausführung der Handlung	teilweise	Es erfolgt keine vollständige Entriegelung	Handlungsfehler			Beschädigung der Transporteinheit (siehe HAZOP 2)	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	

Abkürzungen:  
 k. A. Keine Abweichung  
 LSA Lichtsignalanlage



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 1: Gebindeanlieferung, Trocknung**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 2: Bahn-Waggon

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Außenbereich, Umladehalle  
 Start: Annahme am Werkstor  
 Ende: Bereit für Anschlag von Transportmittel an Transporteinheiten in der Umladehalle

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
1. Wachpersonal: Prüfe Weichenstellung / Weichenmelder.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
2. Rangierfahrzeugführer: Kuppel den Zug im Übergabegleis an.	Ausführung der Handlung	Nicht	Waggonverband ist nicht angekuppelt	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
3. Rangierfahrzeugführer: Schleppe den Zug mit maximal 4 km/h (1 m/s) auf das Betriebsgelände	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Der Zug kommt am vorgesehenen Bremspunkt nicht zum Halten.	Ungünstige Witterungsbedingungen	1	13	Zug prallt auf Eisenbahnfahrzeuge, welche im Bereich von Gleis 2, Gleis 5 stehen Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Kollisionsgeschwindigkeit (max. 1 m/s) gering ist.	Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert	-	-	
	Ort	anders als	Der Zug kommt am vorgesehenen Bremspunkt nicht zum Halten.	Ungünstige Witterungsbedingungen	2	20	Zug prallt auf Eisenbahnfahrzeuge, welche im Bereich von Gleis 2, Gleis 5 stehen  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert - Feuerlöscheinrichtung am Fahrzeug	-	-	
	Weg	anders als	Zug fährt auf falschem Gleis	Handlungsfehler	1	13	Befahrung auf nicht vorgesehenem Gleis, Kollision mit zuvor abgestellten Zug/Waggon Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Kollisionsgeschwindigkeit (max. 1 m/s) gering ist.	- Rangierfahrzeugführer beobachtet den Fahrweg - Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert	-	-	
	Weg	anders als	Zug fährt auf falschem Gleis	Handlungsfehler	2	20	Befahrung auf nicht vorgesehenem Gleis, Kollision mit zuvor abgestellten Zug/Waggon  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Rangierfahrzeugführer beobachtet den Fahrweg - Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert - Feuerlöscheinrichtung am Fahrzeug	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Zug fährt zu schnell.  Abweichung auslegungsbedingt nicht möglich: Bei einem Zug mit angenommener Last von ca.1000 t haben die Motoren des Rangierfahrzeugs nicht genug Leistung, um die Geschwindigkeit von 2,5 m/s zu erreichen.	-			-	-	-	-	-
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	-	
4. Rangierfahrzeugführer: Sichere den Zug durch Hemmschuhe.	Ausführung der Handlung	Nicht	Waggonverband wird nicht gesichert.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Zug steht. Auf dem Schachtgelände liegt kein Gefälle vor.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
5. Rangierfahrzeugführer: Erstelle Waggonverband (2-3 Waggons) durch Abkuppeln und fahre mit Waggonverband auf Gleis 5	Ausführung der Handlung	Nicht	Angelegter Hemmschuh wird nicht entfernt.	Handlungsfehler		8	Hemmschuh wird mitgezogen und verkeilt sich in Weiche, sodass der Waggonverband entgleist.	Vor Fahrtbeginn wird überprüft, dass alle Hemmschuhe von den Rädern des Waggonverbands entfernt wurden	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Der Waggonverband wird nicht auf Gleis 5 verfahren.  Abweichung auslegungsbedingt nicht möglich: Ein Verfahren auf anderes Gleis als Gleis 5 nicht möglich.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Wahl des Fahrprogramms Leerfahrt (2,5 m/s) bei Fahrt mit Waggonverband	Handlungsfehler	1	13	Verlängerung des Bremswegs; Rangierfahrzeug mit Waggon prallt auf Eisenbahnfahrzeuge, welche im Bereich von Gleis 2, Gleis 5 stehen, aufgrund verlängertem Bremsweg Ohne Brand	- Rangierfahrzeugführer beobachtet den Fahrweg - Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert - Vor Fahrtbeginn wird sichergestellt, dass Fahrweg Gleis 42, Gleis 41, Gleis 2, Gleis 5 frei von Eisenbahnfahrzeugen ist	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Wahl des Fahrprogramms Leerfahrt (2,5 m/s) bei Fahrt mit Waggonverband	Handlungsfehler	2	20	Verlängerung des Bremswegs; Rangierfahrzeug mit Waggon prallt auf Eisenbahnfahrzeuge, welche im Bereich von Gleis 2, Gleis 5 stehen, aufgrund verlängertem Bremsweg  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Rangierfahrzeugführer beobachtet den Fahrweg - Auffahrdistanzmessgerät, das beim Annähern an einen Waggon die Fahrgeschwindigkeit auf Kupplungsgeschwindigkeit reduziert - Vor Fahrtbeginn wird sichergestellt, dass Fahrweg Gleis 42, Gleis 41, Gleis 2, Gleis 5 frei von Eisenbahnfahrzeugen ist - Feuerlöscheinrichtung am Fahrzeug	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
6. Rangierfahrzeugführer: Schiebe den Waggonverband in Richtung Trocknungskammer Waggon mit max. 1 m/s	Ausführung der Handlung	anders als	Rangierfahrzeugführer schiebt Waggonverband ohne Prüfung, ob Enteisungsfläche frei ist	Handlungsfehler	1	13	Kollision bei 1 m/s mit einem mit Hemmschuhen gesicherten Waggon auf der Enteisungsfläche  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Kollisionsgeschwindigkeit (max. 1 m/s) gering ist.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeugführer fährt Waggonverband schneller (>1 m/s)	Handlungsfehler	1	13	Kollision des führenden Waggons (mit Abfallgebinde) mit dem Einfahrtstor der Trocknungskammer (Falltor) aufgrund verlängertem Bremsweg. Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Einfahrtstor als Falltor ausgebildet ist.	- Unterweisung auf max. erlaubte Geschwindigkeit (1 m/s)	-	-	
Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeugführer fährt Waggonverband schneller (>1 m/s)	Handlungsfehler	2	20	Kollision des führenden Waggons (mit Abfallgebinde) mit dem Einfahrtstor der Trocknungskammer (Falltor) aufgrund verlängertem Bremsweg.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Unterweisung auf max. erlaubte Geschwindigkeit (1 m/s) - Feuerlöscheinrichtung am Fahrzeug	-	-		
Objekt		k. A.	-				-	-	-		
7. Rangierfahrzeugführer: Stoppe den Waggonverband vor dem verschlossenen Einfahrtstor der Trocknungskammer.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu spät	Rangierfahrzeugführer bremst Waggonverband zu spät.	Handlungsfehler	4	13	Kollision des führenden Waggons mit Abfallgebinde mit dem Einfahrtstor (Falltor). Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Einfahrtstor als Falltor ausgebildet ist.	Lichtsignalanlage zeigt Rangierfahrzeugführer Haltepflicht an	-	-	Ein Brand wird nicht betrachtet, da der Waggonverband geschoben wird und als Brandquelle die Zugmaschine ist.
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-				-	-	-		
8. Personal Steuerstand Trocknungsanlage: Öffne das Einfahrtstor der Trocknungskammer Waggon.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Rangierfahrzeugführer fährt Waggonverband zu früh los.	Handlungsfehler	4	13	Kollision des führenden Waggons mit Abfallgebinde mit dem Einfahrtstor (Falltor). Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Einfahrtstor als Falltor ausgebildet ist.	Lichtsignalanlage zeigt Rangierfahrzeugführer Haltepflicht an	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Tor (Falltor) ist nicht komplett geöffnet (teilweise oder vollständig verschlossen)	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Fahrer keine Freigabe zur Einfahrt erhält. Die Einfahrt aus der Trocknungskammer wird über LSA freigegeben. LSA schaltet erst auf "Grün", wenn das Tor vollständig geöffnet ist.	Lichtschranke detektiert Fahrzeug im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-		
9. Rangierfahrzeugführer: Schiebe den Waggonverband auf die Halteposition in der Trocknungskammer Waggon.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Einfahrtstor Trocknungskammer (Falltor) schließt zu früh	Handlungsfehler		8	Einfahrtstor (Falltor) schließt, während Waggonverband sich noch in der Tordurchfahrt befindet. Das Tor schließt langsam und stößt seitlich an den Waggon.	Lichtschranke detektiert Waggon im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Rangierfahrzeugführer schiebt Waggonverband über die Halteposition hinaus (1 m/s)	Handlungsfehler / technischer Defekt	4	13	Kollision mit Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) mit 1 m/s; Teile des Tores fallen auf das Abfallgebinde.  Beschädigung der Grenze des Kontrollbereiches	Lichtsignalanlage zeigt Rangierfahrzeugführer Haltepflicht an.	Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor Trocknungskammer positionieren	hoch: Kollision mit dem Ausfahrtstor wird verhindert	Der Hemmschuh soll die Kollision mit dem Ausfahrtstor Trocknungskammer verhindern, sodass eine Beschädigung der Grenze des Kontrollbereiches nicht folgen kann.
	Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeugführer schiebt Waggonverband zu schnell	Handlungsfehler	4	13	Bremsweg verlängert sich, dadurch Kollision mit Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) mit > 1 m/s, max. 2,5 m/s; Teile des Tores fallen auf das Abfallgebinde  Beschädigung der Grenze des Kontrollbereiches	- Unterweisung auf max. erlaubte Geschwindigkeit (1 m/s) - Lichtsignalanlage zeigt Rangierfahrzeugführer Haltepflicht an.	Hemmschuh vor dem Ausfahrtstor Trocknungskammer positionieren	niedrig: Kollisionsgeschwindigkeit wird verringert, aber Kollision nicht sicher verhindert	Der Hemmschuh soll die Kollision mit dem Ausfahrtstor Trocknungskammer verhindern, sodass eine Beschädigung der Grenze des Kontrollbereiches nicht folgen kann. Aufgrund der erhöhten Geschwindigkeit ist dies jedoch nicht sicher, aber der Hemmschuh kann die Kollisionsgeschwindigkeit mit dem Ausfahrtstor Trocknungskammer reduzieren.
Objekt	anders als	Das Einfahrtstor Trocknungskammer (Falltor) fällt unkontrolliert herunter.  Abweichung nicht möglich: Das Einfahrtstor ist als Falltor ausgebildet. Das Brandschutztor wird durch einen Magnet dauerhaft offen gehalten. Bei einem Stromausfall sorgt eine unterbrechungsfreie Stromversorgung für eine ausreichende Stromversorgung und eine Offenhaltung des Tores.	Technischer Defekt								

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
10. Rangierfahrzeugführer: Sichere den Waggonverband mit Hemmschuhen.	Ausführung der Handlung	nicht	Hemmschuhe sind nicht angelegt	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da sich der Waggonverband nicht selbstständig in Bewegung setzt (kein Gefälle vorhanden)	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
11. Rangierfahrzeugführer: Entkuppel Rangierfahrzeug von Waggonverband und fahre mit max. 2,5 m/s aus der Trocknungskammer oder belasse Rangierfahrzeug in der Trocknungskammer	Ausführung der Handlung	anders als	Rangierfahrzeug ist nicht entkoppelt	Handlungsfehler			Hemmschuhe sind beidseitig angeordnet. Rangierfahrzeug schleift Hemmschuhe mit.  Ohne Brand  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeug fährt zu schnell  <u>Abweichung auslegungsbedingt nicht möglich:</u> Höhere Geschwindigkeiten als 2,5 m/s sind auslegungsbedingt ausgeschlossen	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
12. Personal Steuerstand Trocknungsanlage: Schließe Einfahrtstor der Trocknungskammer. Nach Ende der Trocknung öffne Einfahrtstor zur Trocknungskammer.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	nicht	Einfahrtstor öffnet nach der Trocknung nicht wieder	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
13. Rangierfahrzeugführer: Fahre Rangierfahrzeug mit max. 2,5 m/s wieder in die Trocknungskammer und kuppel Rangierfahrzeug unter reduzierter Geschwindigkeit an Waggon.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeug fährt zu schnell.  <u>Abweichung auslegungsbedingt nicht möglich:</u> Höhere Geschwindigkeiten als 2,5 m/s auslegungsbedingt ausgeschlossen	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Rangierfahrzeug kuppelt mit nicht reduzierter Geschwindigkeit an	Technischer Defekt (Bremsanlage Rangierfahrzeug)	4	13	Rangierfahrzeug kollidiert mit stehendem, ungebremstem Waggon, Waggon wird weitergeschoben. Kollision mit Ausfahrtstor Trocknungskammer; Teile des Tores fallen auf das Abfallgebäude	Hemmschuh verhindert, dass Waggon in Bewegung gesetzt wird.	-	-	Die abzubremsende Masse ist geringer als bei einem Waggonverband (SFE 9, Parameter Geschwindigkeit).
14. Personal Hauptleitstand: Öffne das Tor zur Umladehalle (Ausfahrtstor Trocknungskammer); (Freigabe erteilt)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Tor ist geöffnet, obwohl in Umladehalle Waggonverband zum Entladen steht und Waggonverband aus der Trocknungskammer fährt los	Handlungsfehler durch Anschläger Hauptleitstand	9	13	Kollision mit anderen Fahrzeugen (Waggons) Ohne Brand	- Bedienpersonal Steuerstand Trocknungsanlage warnt Rangierfahrzeugführer mittels Lokfunk - Wenn der Fahrweg nicht einsehbar ist (Rangierfahrzeug schiebend), wird das Fahrzeug mittels Fernbedienung gesteuert, aus einer Position, von der der Fahrweg eingesehen werden kann.	-	-	
	Zeit	zu früh	Tor ist geöffnet, obwohl in Umladehalle Waggonverband zum Entladen steht und Waggonverband aus der Trocknungskammer fährt los	Handlungsfehler durch Anschläger Hauptleitstand	10	20	Kollision mit anderen Fahrzeugen (Waggons) Die Kollision führt zu einem Brand.	- Bedienpersonal Steuerstand Trocknungsanlage warnt Rangierfahrzeugführer mittels Lokfunk - Wenn der Fahrweg nicht einsehbar ist (Rangierfahrzeug schiebend), wird das Fahrzeug mittels Fernbedienung gesteuert, aus einer Position, von der der Fahrweg eingesehen werden kann. - Feuerlöscheinrichtung am Fahrzeug	-	-	
	Zeit	zu früh	Rangierfahrzeugführer fährt Waggonverband zu früh los, obwohl das Tor noch nicht vollständig geöffnet ist.	Handlungsfehler	4	13	Kollision des führenden Waggons mit Abfallgebäude mit dem Ausfahrtstor (Sektionaltor). Beschädigung der Grenze des Kontrollbereichs.	- Lichtsignalanlage zeigt Rangierfahrzeugführer Haltepflicht an - Hemmschuh verhindert, dass Waggon in Bewegung gesetzt wird.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Das Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) ist nicht komplett geöffnet (teilweise oder vollständig verschlossen)	Technischer Defekt	4	13	Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Fahrer keine Freigabe zur Einfahrt erhält. Die Einfahrt aus der Trocknungskammer wird über LSA freigegeben. LSA schaltet erst auf "Grün", wenn das Tor vollständig geöffnet ist.	Öffnungsabsicherung mittels Lichtgitter	-	-	



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 1: Gebindeanlieferung, Trocknung**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 2: Bahn-Waggon

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Außenbereich, Umladehalle  
 Start: Annahme am Werkstor  
 Ende: Bereit für Anschlag von Transportmittel an Transporteinheiten in der Umladehalle

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
15. Rangierfahrzeugführer: Verfähre Waggonverband mit Rangierfahrzeug mit max. 1 m/s in die Umladehalle.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	Ausfahrtstor Trocknungskammer (Sektionaltor) schließt zu früh.	Handlungsfehler			8 Ausfahrtstor (Sektionaltor) schließt, während Waggonverband sich noch in der Tordurchfahrt befindet. Das Tor schließt langsam.	Lichtschranke detektiert Waggon im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Waggonverband hält nicht an der vorgesehenen Position	Technischer Defekt: Bremsversagen		9	13 Kollision des Waggonverbands (mit Abfallgebinde) mit Waggon (ohne Abfallgebinde) an der Freimessposition in der Umladehalle  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der an der Freimessposition stehende Waggon mit Hemmschuhen gesichert ist, und der mit 1 m/s auffahrende Waggon dadurch gestoppt wird.	- Feststellbremse (diese Bremse hat eine reduzierte Bremskraft, kann aber zumindest die Geschwindigkeit des Aufpralls verringern) - Geschwindigkeit max. 1 m/s	-	-	
	Weg	mehr	Waggonverband hält nicht an der vorgesehenen Position	Technischer Defekt: Bremsversagen		9	13 Kollision mit dem Ausfahrtstor der Umladehalle, Teile des Tores fallen auf das Abfallgebinde.  Beschädigung der Grenze des Kontrollbereiches	- Feststellbremse (diese Bremse hat eine reduzierte Bremskraft, kann aber zumindest die Geschwindigkeit des Aufpralls verringern) - Geschwindigkeit max. 1 m/s	Hemmschuh am Ende der Umladeposition Waggon positionieren	hoch: Kollision wird verhindert	
	Geschwindigkeit	zu hoch	Rangierfahrzeugführer fährt Waggonverband schneller (>1 m/s)	Handlungsfehler: Leerfahrt fehlerhaft eingestellt (2,5 m/s)		9	13 Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Fahrweg bis zum nächsten Hindernis (Waggons im Freimessbereich) sehr lang ist.	-	-	-	
	Objekt	anders als	Defekt am Laufwerk eines Waggons	Technischer Defekt: Spontanversagen		9	10 Plötzliche Schrägstellung des Waggons und mögliche Entgleisung. Herabfallen von Abfallgebinde von der Ladefläche auf den Boden der Umladehalle.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da Abfallgebinde bzw. Transporteinheit über eine Ladungssicherung fest mit dem Waggon bzw. der Transportpalette verbunden ist. Stehend angelieferte zylindrische Abfallgebinde sind durch Stoßdämpfer vor Beschädigung gesichert.	Geschwindigkeit max. 1 m/s	-	-	
16. Rangierfahrzeugführer: Positioniere Waggonverband bei angebrachter Bodenmarkierung	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Waggonverband wird mit geringer Abweichung zur Bodenmarkierung positioniert und abgestellt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Hallenkran die Positionierung außerhalb der Bodenmarkierung erreichen kann.	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
17. Rangierfahrzeugführer: Sichere Waggonverband mit Hemmschuhen zur Entladung.	Ausführung der Handlung	nicht	Waggon wird nicht mit Hemmschuhen gesichert	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da kein Gefälle im Gleis vorhanden ist und die die Waggons sich nicht in Bewegung setzen.  Auswirkungen bei der Entladung ( <b>siehe HAZOP 2</b> )	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
18. Rangierfahrzeugführer: Kuppel Rangierfahrzeug ab und fahre es mit max. 2,5 m/s aus der Umladehalle durch die Trocknungskammer.	Ausführung der Handlung	anders als	Rangierfahrzeug ist nicht entkoppelt	Handlungsfehler			In Einstellung "Leerfahrt" ist ein Ziehen von angekuppelten Waggons mit Hemmschuhen nicht möglich.  Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	Umkehrung	Rangierfahrzeug fährt in die verkehrte Richtung und schiebt die Waggons vor sich her (Entkoppelter Zustand liegt vor)	Handlungsfehler			In Einstellung "Leerfahrt" ist ein Schieben von Waggons mit Hemmschuhen nicht möglich.  Keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen.	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
19. Personal Umladehalle: Entriegle ggf. in Vorbereitung auf den nachfolgenden Umladevorgang	Ausführung der Handlung	anders als	Es erfolgt keine Entriegelung.	Handlungsfehler			Anheben Transporteinheit + Waggon durch Hallenkran ( <b>siehe HAZOP 2</b> )	-	-	-	
	Ausführung der Handlung	teilweise	Es erfolgt keine vollständige Entriegelung	Handlungsfehler			Beschädigung der Transporteinheit ( <b>siehe HAZOP 2</b> )	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

Abkürzungen:  
 k. A. Keine Abweichung  
 LSA Lichtsignalanlage  
 SSTA Steuerstand Trocknungsanlage

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 129 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## **Anhang 3: Tabelle HAZOP Nr. 2**

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
0. Personal Umladehalle: Entriegle die Transportsicherung der Transporteinheit ggf. in Vorbereitung auf den nachfolgenden Umladevorgang	Ausführung der Handlung	anders als	Es erfolgt keine Entriegelung.	Handlungsfehler	14	10	Anheben der TE und LKW durch Hallenkran. Dadurch erfolgt eine Schrägstellung von LKW, ggf. Beschädigung von LKW und TE, ggf. Versagen der Drehzapfen und Absturz des LKWs in Folge dessen auch Absturz d. Abfallgebundes möglich	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Visuelle Kontrolle durch Anschläger im Hauptleitstand (HLS) - Wägeeinrichtung	-	-		
	Ausführung der Handlung	teilweise	Es erfolgt keine vollständige Entriegelung	Handlungsfehler	14	10	Schrägzug der TE. Dadurch Aushaken der TE aus Spreader, Absturz / Umkippen der TE auf den Hallenboden, Beschädigung des Abfallgebundes möglich	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Visuelle Kontrolle durch Anschläger im HLS - Wägeeinrichtung	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
1. Kranfahrer: Fahre Kran 1 aus Warteposition an TE heran (Kran 2 ist in Warteposition)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort	anders als	Spreader ist nicht ausreichend hoch angehoben worden.	Handlungsfehler		8	Spreader prallt gegen TE, daraus erfolgt eine Beschädigung des Abfallgebundes	- Anschläger/HLS überprüft die TE über Kamera - Visuelle Kontrolle durch Einlagerungspersonal - Handlungsanweisung an den Kranfahrer, dass bei Verfahren des Krans das Lastanschlagmittel an höchster Position sein muss.	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	Spreader fällt auf TE.  Abweichung nicht möglich: Die Krananlage und Lastanschlagmittel sind in Anlehnung an KTA 3902 Abschnitt 4.2 ausgelegt und wird nach KTA 3903 geprüft, sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden.	-			-	-	-	-		
2. Kranfahrer: Schlage Verstellspreader auf passendes Anschlagmaß für die TE an	Ausführung der Handlung	anders als	Verstellspreader wird auf falsche TE eingestellt	Handlungsfehler	14	10	Verstellspreader greift nur teilweise; TE wird schräg angehoben; Versagen der Drehzapfen und Absturz des Abfallgebundes auf Hallenboden	- Hubvorgang startet erst, wenn alle Drehzapfen geschlossen sind. Die Endschalter überwachen die Endstellung für den geschlossenen Zustand der Drehzapfen. Anzeige am Kranpult - Schwerpunktmessung in geringer Höhe meldet fehlerhafte Lastverteilung, sodass die TE nicht weiter angehoben werden kann - nur noch senken möglich	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
3. Kranfahrer: Hebe TE an	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		Waggon setzt sich aufgrund eines Impulses bei der Entladung in Bewegung.	Handlungsfehler: Hemmschuhe nicht angelegt		9	13	Kollision mit Ausfahrtstor Trocknungsanlage, Kollision von 2 TE (eine am Kran mit einer auf dem Waggon), usw.	Handlungsanweisung, dass vor der Umladung geprüft wird, dass die Hemmschuhe angelegt sind	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	TE ist schwerer als erlaubt	Handlungsfehler / technischer Defekt		14	10	Absturz eines Abfallgebundes auf Waggon/LKW-Ladefläche	- Überlastsicherung (automatisches Eingreifen in den Hebeprozess: wird gestoppt; akustische und optisches Mitteilung) - Gebinde wird nur wenige cm angehoben	-	-	
	Objekt	anders als	Eine ISO-Ecke an Gebinde oder ein Drehzapfen (Drehzapfen) am Spreader versagt	Technischer Defekt		14	10	Absturz eines Abfallgebundes auf Hallenboden	- Einsatz zertifizierter ISO-Ecken und Drehzapfen - arbeitstäbliche, visuelle Kontrolle der Drehzapfen auf sichtbare Beschädigung - visuelle Kontrolle der ISO-Ecken auf sichtbare Beschädigung vor Anschlag durch Kranfahrer - Wiederkehrende Prüfungen und betriebliche Prüfungen der Drehzapfen	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
4. Kranfahrer: Breche Gebindeabfertigung aufgrund der Last- und Schwerpunktmessung ab	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Kein automatischer Stopp der Gebindeabfertigung trotz Überschreitung Grenzwert Lastmessung (1,1-fache der max. Betriebslast von 20 t)	Technischer Defekt der Messeinrichtungen	14	10	Absturz eines Abfallgebundes auf Hallenboden aufgrund Überbelastung	- Überlastsicherung am Kran: Messung der Last ist redundant ausgeführt - Regelmäßige Kalibrierung der Kranwägeeinrichtung - Kranfahrer prüft die Lastanzeige	-	-	
Objekt	anders als	Kein automatischer Stopp der Gebindeabfertigung trotz Überschreitung Grenzwert Schwerpunktmessung (> 25 %)	Technischer Defekt der Messeinrichtungen	14	10	Absturz eines Abfallgebundes auf Hallenboden	Regelmäßige Kontrolle der Messeinrichtung	-	-		
5. Kranfahrer: Fahre die TE mit Kran 1 zu Gleis 6	Ausführung der Handlung	anders als	Kran wird gegen technische Anlage (Position 6.1-6.4) verfahren.  Abweichung nicht möglich: Es ist sicherheitstechnisch ausgeschlossen, da die Krananlage nicht in den Bereich der Gebindeeingangskontrolle verfahren werden kann.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	TE wird von Kran Richtung Bahngleis (Gleis 1) verfahren.	Handlungsfehler		8	Kollision der TE mit Rangierfahrzeug oder Waggon	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Geringe Geschwindigkeit des Krans - Überwachung des Handhabungsprozesses durch HLS	-	-	
	Weg	anders als	TE wird von Kran Richtung Bahngleis (Gleis 1) verfahren.	Handlungsfehler	14	10	Kollision der TE mit Rangierfahrzeug oder Waggon und Absturz eines Gebundes auf Hallenboden	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Überwachung des Handhabungsprozesses durch HLS - Begrenzung der Geschwindigkeiten: Hubgeschwindigkeit: 0,13 m/s Katzfahrtgeschwindigkeit: 0,42 m/s Kranfahrtgeschwindigkeit: 0,67 m/s Drehgeschwindigkeit: 1 U/min	-	-	
	Weg	anders als	TE wird gegen eigenen Container (Open-all) des Transportmittels (LKW, Bahn) gefahren.	Handlungsfehler	14	10	Kollision der TE mit Open-All-Container  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit der Krananlage	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Überwachung des Handhabungsprozesses durch HLS - Begrenzung der Geschwindigkeiten: Hubgeschwindigkeit: 0,13 m/s Katzfahrtgeschwindigkeit: 0,42 m/s Kranfahrtgeschwindigkeit: 0,67 m/s Drehgeschwindigkeit: 1 U/min	-	-	
	Weg	anders als	TE wird von Kran gegen einen aus der Trocknungsanlage fahrenden LKW verfahren.  Abweichung nicht möglich: Es ist auslegungsbedingt ausgeschlossen, da die Hallentore und die Krananlagen gegeneinander verriegelt sind.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Kran fährt zu schnell  Abweichung nicht möglich: Fahrgeschwindigkeiten der Krananlagen sind technisch begrenzt. Eine Manipulation durch den Kranfahrer ist nicht möglich.	-			-	-	-	-	
6. Kranfahrer: Setze TE auf Absetzposition (PWmulde) des unbeladenen und fixierten PWs ab	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Ausfall der Gummigleisbremse: TE wird auf einen nicht fixierten PW (PW) abgesetzt (PW rutscht weg)	Handlungsfehler / technischer Defekt	14	10	Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die TE noch mit dem Spreader verbunden ist.	-	-	-	
	Ort	anders als	TE wird nicht zentral auf PW abgesetzt (über den Mittelpunkt der TE hinaus).	Handlungsfehler	14	10	Absturz eines Abfallgebundes auf Hallenboden vom PW	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Überwachung des Handhabungsprozesses durch HLS	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Kran senkt TE mit zu hoher Geschwindigkeit.  Abweichung nicht möglich: Fahrgeschwindigkeiten der Krananlagen sind technisch begrenzt. Eine Manipulation durch den Kranfahrer ist nicht möglich.	-			-	-	-	-	
Objekt	mehr	TE wird auf beladenen PW abgesetzt	Handlungsfehler	14	10	Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die TE noch mit dem Spreader verbunden ist.	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Überwachung des Handhabungsprozesses durch HLS	-	-		

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
7. Kranfahrer: Hebe Spreader von TE ab (nachdem TE auf PW abgesetzt und Verstellspreader unbelastet u. Drehzapfen entriegelt ist)	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	TE ist nicht vollständig entriegelt.	Technischer Defekt	14	10	Beim Anheben des Spreaders wird die TE mit angehoben. Die Verriegelung (z. B. Drehzapfen) versagt. Absturz des Abfallgebundes auf Hallenboden.	- Die Endschalter überwachen die Endstellung für den geschlossenen Zustand der Drehzapfen. Anzeige am Steuerpult des Krans - Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Arbeitstäbliche, visuelle Kontrolle der Drehzapfen auf sichtbare Beschädigung vor Anschlag durch Kranfahrer - Wiederkehrende Prüfungen und betriebliche Prüfungen der Drehzapfen	-	-	
8. Kranfahrer: Fahre Kran 1 aus Verriegelungsbereich von Gleis 6	Ausführung der Handlung		k. A.				-	-	-	-	
	Zeit		k. A.				-	-	-	-	
	Ort	anders als	Spreader ist nicht ausreichend hoch angehoben worden.	siehe Sollfunktionseinheit Nr. 1			-	-	-	-	
	Weg		k. A.				-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.				-	-	-	-	
	Objekt		k. A.				-	-	-	-	
9. Rangierfahrzeugführer: Fahre leere DB-Waggons / LKW-Fahrer: LKW aus der Umladehalle heraus	Ausführung der Handlung	anders als	Beladener LKW kommend von der Wache und unbeladener LKW kommend aus der Umladehalle erhalten Freigabe zur Fahrt.	Handlungsfehler	1	13	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) kollidiert mit beladenem LKW (von der Wache kommend) Ohne Brand	- Alle einmündenden und kreuzenden Nebenstraßen sind durch Schranken gesichert. Die Grundstellung der Schranken ist geschlossen. - Kontrolle des Fahrwegs durch LKW-Fahrer.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Beladener LKW kommend von der Wache und unbeladener LKW kommend aus der Umladehalle erhalten Freigabe zur Fahrt.	Handlungsfehler	2	20	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) kollidiert mit beladenem LKW (von der Wache kommend) Die Kollision führt zu einem Brand.	- Alle einmündenden und kreuzenden Nebenstraßen sind durch Schranken gesichert. Die Grundstellung der Schranken ist geschlossen. - Kontrolle des Fahrwegs durch LKW-Fahrer. - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) fährt auf Gleis 6	Handlungsfehler	1	13	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) kollidiert mit beladenem Zug Ohne Brand	- Verkehrslenkende Maßnahmen und Vorgaben, dass sich bei der Fahrt eines LKWs aus der Umladehalle keine Eisenbahnfahrzeuge auf Gleis 6, 41 und 42 befinden.	-	-	
	Weg	anders als	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) fährt auf Gleis 6	Handlungsfehler	2	20	Unbeladener LKW (aus der Umladehalle kommend) kollidiert mit beladenem Zug Die Kollision führt zu einem Brand.	- Verkehrslenkende Maßnahmen und Vorgaben, dass sich bei der Fahrt eines LKWs aus der Umladehalle keine Eisenbahnfahrzeuge auf Gleis 6, 41 und 42 befinden - Transport nach Gefahrgutrecht sieht Mitführung von Feuerlöscher vor.	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
10. Personal Hauptleitstand oder Personal Umladehalle: Verfahre TE auf PW von Pos. (6.1-6.4) mit der Flurförderanlage zur Gebindeeingangskontrolle Pos. 6.5, weiter zu Pos. 6.6 und weiter zu Pos. 6.7	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Flurförderanlage transportiert PW zu weit.	Technischer Defekt			Beladener PW kollidiert mit beladenem PW Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund geringer Geschwindigkeit	- Positionserkennung und Kontrolle der Position der PW durch Steuerung der Fördereinrichtung mittels Positionssensor - Anschlagpuffer am PW vorhanden	-	-	Verrutschen von Gebinde/TE auslegungsbedingt ausgeschlossen
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Komponenten liegen auf dem Gleis	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Absturz eines Abfallgebundes auf den Hallenboden infolge Entgleisung des PWs	- Kontrolle des Gleiswegs der Flurförderanlage vor jedem Schichtbeginn sowie nach Wartungsarbeiten in der Umladehalle - Mulden im PW schützen TE (kubische Gebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Gebinde vor Herausrutschen.	-	-	
Objekt	anders als	Anlagenteile (z. B. von der Wischtestanlage) sind beschädigt. Es liegt ein technischer Defekt vor.	Materialermüdung		18	12 Absturz schwerer Lasten (Anlagenteile) auf Abfallgebinde Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da gemäß Dokument Anhang4_IM 11934461_IM T-KE_11459310 ein Absturz schwerer Anlagenteile (> 20 kg) durch erdbebensichere Auslegung verhindert wird.	-	-	-		

Abkürzungen:

k. A.	Keine Abweichung
TE	Transporteinheit
KTA	Kerntechnischer Ausschuss
HLS	Hauptleitstand

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
1. Kranfahrer: Nehme 3-Strang-Gehänge mit Kran 1 auf und fahre zum Transportcontainer	Ausführung der Handlung	anders als	3-Strang-Gehänge wird fehlerhaft an Kran angeschlagen	Handlungsfehler			Absturz des 3-Strang-Gehänges auf Deckelstoßdämpfer Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da sich Abfallgebände noch in Stoßdämpfer befindet	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
2. Kranfahrer/ Einlagerungs-personal: Nehme mit 3-Strang-Gehänge und Ösenhaken am Kran 1 den Deckel- und Mittelstoßdämpfer ab und lege diese im Zwischenbereich zum Waggon oder mittig im Transportcontainer (AV 53) ab.	Ausführung der Handlung	anders als	Ringschraube(n) ist nicht kraftschlüssig mit einem Stoßdämpferelement verbunden.	Handlungsfehler	103 (AV 53)	8	Absturz des Stoßdämpferelements auf Abfallgebände	- Visuelle Kontrolle der Verschraubung der Ringschrauben - Personal K-BA Einlagerungsbetrieb meldet nach Befestigung die vollständige/ordnungsgemäße Befestigung an den Hauptleitstand (HLS).	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Beim Heben verkeilt sich der Deckel-/ Mittelstoßdämpfer.	Handlungsfehler	103 (AV 53)	8	Absturz des Deckel-/ Mittelstoßdämpfer auf Abfallgebände bei Entlastung	- Kontrolle durch Kranfahrer - Dreh- und zoombare Kameras übermitteln Nahansichten des Handhabungsbereichs über Monitore in die Krankanzel - Einweisung durch das Einlagerungspersonals mittels Handzeichen auf Anforderung des Kranfahrers	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Deckel-/ Mittelstoßdämpfer wird gegen gegenüberliegendes Abfallgebände (im Waggon/LKW) oder Open-All-Container gefahren.	Handlungsfehler	101 (AV 53)	8	Kollision von Deckel-/ Mittelstoßdämpfer mit Typ B (U) Versandstück mit Stoßdämpferelementen Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit der Krananlage	- Abfallgebände befindet sich im Stoßdämpfer	-	-	Hubgeschwindigkeit 0,13 m/s Katzfahrtgeschwindigkeit: 0,42 m/s Kranfahrtgeschwindigkeit: 0,67 m/s Drehgeschwindigkeit: 1 U/min
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
3. Kranfahrer/ Einlagerungs-personal: Befestige die Ringschrauben am Gebinde und hebe mit Kran 1 nach Freigabe mit 3-Strang-Gehänge und Ösenhaken das Gebinde aus dem Bodenstoßdämpfer	Ausführung der Handlung	anders als	Ringschrauben sind nicht kraftschlüssig mit Abfallgebände verbunden (kein Einzelfehler, sondern systematischer Fehler, welcher an mehreren Ringschrauben auftritt)	Handlungsfehler	105 (AV 53)	8	Absturz des Abfallgebändes auf Hallenboden	- Visuelle Kontrolle der Verschraubung der Ringschrauben - Personal K-BA Einlagerungsbetrieb meldet nach Befestigung die vollständige/ordnungsgemäße Befestigung an den HLS.	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	Abfallgebände wird gegen eigenen Container (Open-all) des Transportmittels (LKW, Bahn) gefahren.	Handlungsfehler/ technischer Defekt	104 (AV 53)	8	Kollision mit Open-All-Container Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit der Krananlage	-	-	-	Hubgeschwindigkeit 0,13 m/s Katzfahrtgeschwindigkeit: 0,42 m/s Kranfahrtgeschwindigkeit: 0,67 m/s Drehgeschwindigkeit: 1 U/min
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
3. Kranfahrer/ Einlagerungs-personal: Befestige die Ringschrauben am Gebinde und hebe mit Kran 1 nach Freigabe mit 3-Strang-Gehänge und Ösenhaken das Gebinde aus dem Bodenstoßdämpfer	Objekt	anders als	Beim Heben verkeilt sich das Abfallgebände im Bodenstoßdämpfer.	Handlungsfehler			Absturz des Bodenstoßdämpfers auf Hallenboden Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
	Objekt	anders als	Kettenglieder des 3-Strang-Gehänges brechen.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Die Krananlage und Lastanschlagmittel sind in Anlehnung an KTA 3902 Abschnitt 4.2 ausgelegt und wird nach KTA 3905 geprüft., sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden..	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Ringschrauben brechen ab.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Die Krananlage und Lastanschlagmittel sind in Anlehnung an KTA 3902 Abschnitt 4.2 ausgelegt und wird nach KTA 3905 geprüft., sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden..	-			-	-	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
4. Kranfahrer: Fahre Kran 1 beladen mit Abfallgebinde von Anlieferfahrzeug zu Hallenbereich LKW-Haube.	Ausführung der Handlung	anders als	Kran überfährt beladenen Plateauwagen (Tauschpaletten) auf Gleis 5 zwischen Drehscheibe und Position 5.6.	Handlungsfehler	107 (ÄV 53)	8	Kollision des Abfallgebindes (an Kran 1 hängend) mit beladenen Plateauwagen (Tauschpalette)	- Technische Verriegelung: Betrieb der FFA wird beim Überfahren des Gleises 5 mit dem Kran teilweise unterbrochen. - Überwachung des freien Transportwegs durch Kranfahrer - Überwachung des freien Transportwegs durch HLS	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Kran überfährt beladenen Plateauwagen (Tauschpaletten) auf Gleis 5 zwischen Position 5.6 und Querverschub 1.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Da entlang des Gleises 5 zwischen Querverschub 1 und Position 5.6 während des Einlagerungsbetriebes nur leere Plateauwagen umlaufen, kann die Kollision mit beladenen Plateauwagen ausgeschlossen werden.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	Abfallgebinde wird mit Kran von LKW in Richtung Bahngleis (Gleis 1) verfahren.	Handlungsfehler	106 (ÄV 53)	8	Kollision mit Rangierfahrzeug oder Waggon	- Überwachung des freien Transportwegs durch Kranfahrer - Überwachung des freien Transportwegs durch HLS	-	-	
	Weg	anders als	Abfallgebinde wird mit Kran von LKW in Richtung Bahngleis (Gleis 1) verfahren.	Handlungsfehler	105 (ÄV 53)	8	Kollision mit Absturz eines Abfallgebindes auf Hallenboden	- Überwachung des freien Transportwegs durch Kranfahrer - Überwachung des freien Transportwegs durch HLS	-	-	
	Weg	anders als	Abfallgebinde wird gegen eigenen Container (Open-all) des Transportmittels (LKW, Bahn) gefahren.	Handlungsfehler	13	13	Kollision des Abfallgebindes mit Open-All-Container  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit der Krananlage	-Überwachung des freien Transportwegs durch Kranfahrer - Überwachung des freien Transportwegs durch HLS	-	-	Hubgeschwindigkeit 0,13 m/s Katzfahrtgeschwindigkeit: 0,42 m/s Kranfahrtgeschwindigkeit: 0,67 m/s Drehgeschwindigkeit: 1 U/min
	Weg	anders als	Abfallgebinde wird von Kran gegen einen aus der Trocknungsanlage fahrenden LKW verfahren.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Es ist auslegungsbedingt ausgeschlossen, da die Hallentore und die Krananlagen gegeneinander verriegelt sind.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Kran fährt zu schnell  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Es ist ausgeschlossen, da es eine sicherheitstechnische Auslegungsanforderung (KA-S02) ist.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
5. Kranfahrer: Setze Gebinde mit Kran 1 auf einen Aufnahmesockel im Hallenbereich LKW-Hauben ab.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	zu hoch	Kran senkt Abfallgebinde mit zu hoher Geschwindigkeit ab.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Fahrgeschwindigkeiten der Krananlagen sind technisch begrenzt. Eine Manipulation durch den Kranfahrer ist nicht möglich.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Abfallgebinde wird zentral auf Aufnahmesockel abgesetzt (über den Mittelpunkt des Abfallgebindes hinaus).	Handlungsfehler	108 (ÄV 53)	8	Keine sicherheitsrelevante Auswirkungen, da das Abfallgebinde noch mit dem 3-Strang-Gehänge verbunden ist.	Die Positionierung des Gebindes auf dem Aufnahmesockel wird durch das Personal gemäß ÄV 53 geprüft.	-	-	
Objekt	anders als	Abfallgebinde wird auf einem beschädigten Aufnahmesockel abgesetzt.	Technischer Defekt	108 (ÄV 53)	8	Nach Abschlagen des 3-Strang-Gehänges versagt der Aufnahmesockel. Infolgedessen kommt es zum Absturz eines Abfallgebindes auf Hallenboden	- Arbeitstäbliche, visuelle Kontrolle des Aufnahmesockels auf sichtbare Beschädigung vor Anschlag durch Kranfahrer - Wiederkehrende Prüfungen und betriebliche Prüfungen des Aufnahmesockels	-	-		
Objekt	mehr	Abfallgebinde wird gegen ein auf dem Aufnahmesockel abgesetztes zylindrisches Abfallgebinde gefahren.	Handlungsfehler	108 (ÄV 53)	8	Absturz des auf dem Aufnahmesockel abgestellten Abfallgebindes auf den Hallenboden	- HLS überwacht Kranfahrt. - Kontrolle durch Kranfahrer	-	-		



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 2: Gebindeabfertigung**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025 Revision: 0  
 Node 2: Zylindrische Gebinde (Typ B(U)) stehend

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle  
 Start: Anschlag von Transportmittel an der Transporteinheit  
 Ende: Abschluss Gebindeeingangskontrolle

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
6. Einlagerungspersonal/ Kranfahrer: Löse Ringschrauben von Gebinde und fahre Kran 1 auf Warteposition zurück	Ausführung der Handlung	anders als	Eine Ringschraube ist nicht vollständig gelöst. (Abfallgebände hängt noch an einer Ringschraube)	Handlungsfehler	14 105 (ÄV 53)	10 8	Ein Versagen der Ringschraube führt zum Absturz des Abfallgebändes auf Hallenboden	- Kontrolle durch Kranfahrer (Gewichtsanzeige) - Kontrolle durch Einlagerungspersonal	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	Kran 1 fährt nicht auf Warteposition.	-			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung. Kran 2 kann nicht mit Wendevorgang beginnen.	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Kran setzt mit Lastanschlagmittel (komplette Lastkette "Spreader bis Ringschraube") auf Abfallgebände auf.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund Stapelfähigkeit der Abfallgebände	-	-	-	
7. Kranfahrer: Fahre mit Kran 2 und Wendeeinrichtung zum Gebinde und nehme Gebinde unterseitig auf.	Ausführung der Handlung	anders als	Abfallgebände wird fehlerhaft unterseitig aufgenommen.	Handlungsfehler	109 (ÄV 53)	8	Absturz des Abfallgebändes auf Hallenboden beim Anheben (siehe SFE 8)	Das ordnungsgemäße Schließen des Bügels vor dem Anheben des Abfallgebändes wird technisch in der Steuerung überwacht. Die Überwachung ist durch Endschalter realisiert.	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Wendeeinrichtung stößt gegen das zylindrische Abfallgebände (am Umfang)	Handlungsfehler / technischer Defekt	109 (ÄV 53)	8	Kollision des Abfallgebändes (am Umfang) mit Wendeeinrichtung	- Kontrolle durch Kranfahrer (z. B der Last-/ Höhenanzeige, Schwerpunktslage) - Überwachung durch HLS	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
8. Kranfahrer: Fixiere das Gebinde über Bügel deckelseitig, hebe mit Kran 2 das Gebinde an und schwenke es in horizontal liegende Position	Ausführung der Handlung	teilweise	Abfallgebände wird nicht vollständig in horizontal liegende Position geschwenkt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Das Abfallgebände wird nicht hoch genug angehoben	Handlungsfehler		8	Anprall des Abfallgebändes mit Aufnahmesockel	- Kontrolle durch Kranfahrer - Hubhöhenanzeige durch Kransensorik - Wendeeinrichtung umschließt das Gebinde und schützt vor Anprall	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Wendeeinrichtung dreht sich zu schnell.	Technischer Defekt			Versagen der Wendeeinrichtung, dadurch Absturz des Abfallgebändes auf den Hallenboden.  <u>Auswirkung nicht möglich:</u> Ein Versagen der Wendeeinrichtung ist nicht zu unterstellen ist, da die Wendeeinrichtung in Anlehnung an KTA 3902 gegen dynamische/statische Belastung ausgelegt ist.	-	-	-	
	Objekt	anders als	Komponente der Wendeeinrichtung bricht ab.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Die Wendeeinrichtung ist in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt und wird nach KTA 3903 geprüft., sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden.	Technischer Defekt			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Abfallgebände ist durch den Bügel fehlerhaft oder nicht fixiert.	Handlungsfehler	110 (ÄV 53)	8	Absturz des Abfallgebändes auf Hallenboden	Das ordnungsgemäße Schließen des Bügels wird technisch in der Steuerung überwacht. Die Überwachung ist durch Endschalter realisiert.	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
9. Kranfahrer: Setze Gebinde auf der Tauschpalette in mittlerer Position ab	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Transport des Abfallgebände erfolgt zu tief.	Handlungsfehler/ technischer Defekt	111 (ÄV 53)	8	Anprall des Abfallgebändes gegen die Tauschpalette	- Visuelle Kontrolle durch Kranfahrer - Hubhöhenanzeige durch Kransensorik - Wendeeinrichtung umschließt das Gebinde und schützt vor Anprall	-	-	
	Weg	anders als	Abfallgebände wird nicht mittig auf die Tauschpalette abgesetzt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Wendeeinrichtung das Abfallgebände fixiert und umschließt.	-	-	-	
10. Einlagerungspersonal / Kranfahrer: Schlage die Wendeeinrichtung vom Gebinde und fahre die Wendeeinrichtung heraus	Ausführung der Handlung	anders als	Abschlagen der Wendeeinrichtung ist teilweise oder gar nicht erfolgt.	Handlungsfehler	110 (ÄV 53)	8	Absturz des Abfallgebändes auf Hallenboden (das Gebinde wird von der Tauschpalette heruntergezogen)	Wendeeinrichtung umschließt das Gebinde und schützt vor Anprall Kranfahrer prüft Last während Hubvorgang.	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
11. Kranfahrer: Transportiere mit Kran beladene Tauschpalette zur Beladeposition auf Gleis 6	Ausführung der Handlung	anders als	Kran fährt beladene Tauschpalette an bereits mit TE beladenen Plateauwagen.	Handlungsfehler	113 (ÄV 53)	8	Kollision des Abfallgebändes mit leerer Tauschpalette auf Plateauwagen	- Kontrolle durch Kranfahrer und Überwachung durch HLS - Mit leeren Tauschpaletten beladene Plateauwagen werden bereits kurz nach Verlassen des Schachtes entladen (Pos. 5.2 - 5.6)	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Weiteres Vorgehen siehe Node 1, Sollfunktionseinheit Nr. 8 ff	Ausführung der Handlung										
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										

Abkürzungen:  
 ÄV Änderungsvorgang  
 FFA Flurförderanlage  
 HLS Hauptleitstand

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 138 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## **Anhang 4: Tabelle HAZOP Nr. 3**



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 1: Pufferlagerung

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle - Pufferhalle  
 Start: Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle: Entscheidung zur Pufferung  
 Ende: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
0. Personal Hauptleitstand: Entferne leeren PW von Gleis 10, Position 10.2	Ausführung der Handlung	anders als	Leerer PW wird nicht von Gleis 10, Position 10.2, verfahren.	Handlungsfehler			Kollision eines beladenen PW mit leeren PW auf Gleis 10, Position 10.2  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Lastfahrgeschwindigkeit der Flurförderanlage (FFA) mit 0,2 m/s gering ist und PW über Pufferelemente verfügt.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
1. Personal Hauptleitstand oder Personal Umladehalle: Bereitstellung einer zu puffernden Transporteinheit: TE wird mittels der FFA auf einem PW über den Transportweg Gleis 6, QV 2, Gleis 7 und QV 1 in die Umladeposition auf Gleis 10, Pos. 10.2 gefahren	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Querverschub (QV) steht nicht bündig vor dem Gleis	Technischer Defekt			Entgleisen des PW beim Befahren des QV  Auswirkung nicht möglich: die Position des QV wird von der Steuerung überwacht. Gleissperre vor QV verhindert die Weiterfahrt des PW, bis der QV bündig vor dem Gleis steht.	-	-	-	
	Ort	anders als	FFA transportiert beladenen PW über Pos. 10.2 hinaus in Richtung der Werkstatt.  Abweichung nicht möglich: Das Seilzugsystem der FFA endet nach Pos. 10.2.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	PW fährt in Richtung QV und stoppt nicht  Abweichung nicht möglich: PW wird durch Flurförderanlage gebremst	Technischer Defekt; Gleissperre greift nicht			-	-	-	-	
	Weg	weniger / mehr	QV verfährt, obwohl PW nicht mittig auf QV steht  Abweichung nicht möglich: Die Position des PW wird durch die Steuerung des QV abgefragt. Die Fahrt des QV ist verriegelt, sofern der PW nicht korrekt platziert ist.	Technischer Defekt: Aufzieh- und Abschiebevorrichtung zieht PW nicht vollständig oder zu weit auf QV			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Rad-/ Rahmenbruch des Querverschubes	Technischer Defekt	17	10	Entgleisung mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden  - Spalt (Abstand) zwischen QV und Grubenboden beträgt nicht mehr als 40 mm. Dadurch ist die Neigung begrenzt. - Mulden im PW schützen die TE (kubische Abfallgebunde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen die liegenden zylindrischen Abfallgebunde vor Herausrutschen.	-	-	-	
	Objekt	anders als	Aufzieh-/ Abschiebevorrichtung QV greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird und durch Gleissperre gesichert ist.	Gleissperre verhindert Wegrollen des PW.	-	-	
	Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kuppelt zu früh ab.  Abweichung nicht möglich: Erst wenn der PW durch die Gleissperre in Sperrstellung gesichert ist, kuppelt der Mitnehmerwagen der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung vom PW ab.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Gleisfördereinrichtung gibt PW fälschlicherweise frei	Technischer Defekt			Beladener PW fährt über Pos. 10.2 hinaus (0,2 m/s * 5 s = 1 m).  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Kollision mit Bauwerksteilen etc. folgen kann.	-	-	-		
2. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Gleise auf Gleis U ein	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Seitenstapelfahrzeug ist nicht korrekt eingeleist.	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Seitenstapelfahrzeug entgleist.  Der Fahrer kann auf folgende Sensorik zurückgreifen: Spurführungssystem, optischen Sensoren, visuelle Überwachung der Gleisradsätze per Videokamera, Drucksensoren	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
3. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Fahre zu Umladeposition auf Gleis U	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Seitenstapelfahrzeug steht nicht mittig vor der aufzunehmenden TE.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da eine Grob- und Feinpositionierung durch Spreader erfolgt. Befindet sich der Spreader außerhalb der Reichweite, kann die TE nicht aufgenommen werden und das SSF ist zu versetzen und der Vorgang zu wiederholen.	-	-	-	
Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
4. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Führe Seitenstapelfahrzeug in kippstabile Ausrichtung durch Ausfahren der Stützstempel	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Stützstempel sind teilweise oder gar nicht ausgefahren. Dadurch kommt es beim Anheben der TE zum Kippen des Fahrzeugs.  Abweichung nicht möglich: Steuerungstechnisch ist das Heben der TE nur bei ausgefahrenen Stützstempeln möglich. Die Steuerung ist in Sicherheitstechnik ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			-	-	-	-	
5. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Stelle den Spreader gemäß des aufzunehmenden TE-Typs ein und führe Feinpositionierung des Spreaders durch	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Spreader ist nicht auf den aufzunehmenden TE-Typ eingestellt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Absturz der TE auf den PW, da die Drehzapfen nicht vollständig verriegelt sind.	-	-	-	-
6. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Senke den Spreader auf aufzunehmende TE und verriegle die Drehzapfen	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	zu schnell	Spreader wird zu schnell auf ein Abfallgebände gesenkt.  Abweichung nicht möglich: Die maximale Senkgeschwindigkeit der Hubeinrichtung ist technisch begrenzt und beträgt 0,3 m/s.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Spreader fällt auf TE.  Abweichung nicht möglich: Die Lastanschlagmittel sind in Anlehnung an KTA 3902 Abschnitt 4.2 ausgelegt und wird nach KTA 3903 geprüft, sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden.	-			-	-	-	-	
7. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Hebe den Spreader mit angeschlagener TE an	Objekt	anders als	Eine ISO-Ecke am Abfallgebände oder ein Drehzapfen am Spreader versagt	Technischer Defekt		8	Absturz eines Abfallgebändes auf Hallenboden	-	-	-	-
	Objekt	anders als	Drehzapfen werden teilweise nicht verriegelt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Absturz eines Abfallgebändes auf PW, da die Drehzapfen nicht vollständig verriegelt sind.	-	-	-	-
	Objekt	anders als	Drehzapfen werden teilweise nicht verriegelt.  Siehe Sollfunktionseinheit Nr. 6	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Drehzapfen werden teilweise nicht verriegelt.  Siehe Sollfunktionseinheit Nr. 6	-			-	-	-	-	
8. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Setze die TE auf den Vorderrahmen des Seitenstapelfahrzeugs ab	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Der Hubmast wird nicht vollständig zurückgefahren.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Kippen/Absturz eines Abfallgebändes, da das Abfallgebände auf der Kante des Vorderrahmens des SSF abgesetzt wird.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Abfallgebände nicht entriegelt wird	-	-	-	
	Weg	weniger	Der Hubmast wird nicht vollständig zurückgefahren.	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Das Abfallgebände steht über den Vorderrahmen heraus. Kollision eines Abfallgebändes mit Anlagenteilen.	-	-	-	-
	Geschwindigkeit	zu schnell	TE wird zu schnell auf Vorderrahmen abgesetzt.  Abweichung nicht möglich: Die maximale Senkgeschwindigkeit der Hubeinrichtung ist technisch begrenzt und beträgt 0,3 m/s.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 1: Pufferlagerung

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle - Pufferhalle  
 Start: Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle: Entscheidung zur Pufferung  
 Ende: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
9. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Ziehe Stützstempel ein, fahre Seitenstapelfahrzeug in Längsfahrt zurück und gleise aus	Ausführung der Handlung	anders als	SSF wird nicht in Transportstellung eingestellt und setzt sich in Bewegung.  Abweichung nicht möglich; Die Fahrfreigabe erfolgt nur, wenn der Hubmast in Endlage ist und die Last auf der Plattform abgesetzt ist (Transportstellung).	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ort	anders als	Gleisradsätze werden nicht eingefahren. Die Fahrzeugreifen sind parallel zu den Gleisradsätzen gestellt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Ein mechanisches Versagen der Spurkränze der Gleisradsätze aufgrund der Masse kann angenommen werden.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Abfallgebände auf Plattform fixiert ist.	Der Fahrer kann auf folgende Sensoren zurückgreifen: Spurführungssystem, optischen Sensoren, visuelle Überwachung der Gleisradsätze per Videokamera, Drucksensoren	-	-	-
	Weg		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
10. Personal Hauptleitstand: Öffne das Schnellauflauf nach Aufforderung zur Freigabe und [Fahrer SSF] fahre in die Pufferhalle	Objekt	anders als	Stützstempel sind teilweise oder vollständig nicht eingezogen.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Schiefstellung des SSF.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Abfallgebände mit dem Spreader auf der Plattform fixiert ist.	Bei ausgefahrenen Stützstempel kann das SSF nicht verfahren werden, da dies steuerungstechnisch verriegelt ist.	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Fahrer fordert keine Freigabe an und fährt mit TE beladen gegen das Schnellauflauf	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Kollision mit Schnellauflauf mit anschließendem Absturz des Schnellauflaufers auf das Abfallgebände Ohne Brand	Ausführung des Spreaders schützt TE vor herabfallendem Schnellauflauf	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Fahrer fordert keine Freigabe an und fährt mit TE beladen gegen das Schnellauflauf	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	Kollision mit Schnellauflauf mit anschließendem Absturz des Schnellauflaufers auf das Abfallgebände Die Kollision führt zu einem Brand.	- Ausführung des Spreaders schützt TE vor herabfallendem Schnellauflauf  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	24	13	Kollision mit Wand Ohne Brand	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Fahrgeschwindigkeit des SSF ist gering (2m/s)	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	25	20	Kollision mit Wand Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Fahrgeschwindigkeit des SSF ist gering (2m/s)  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	26	13	Kollision mit Tor (Raum Werkstatt) mit anschließendem Absturz des Tors auf das Abfallgebände Ohne Brand	Ausführung des Spreaders schützt vor herabfallendem Tor	-	-	-
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	27	20	Kollision mit Tor (Raum Werkstatt) mit anschließendem Absturz des Tors auf das Abfallgebände Die Kollision führt zu einem Brand.	Ausführung des Spreaders schützt vor herabfallendem Tor  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	-
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Weg		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
11. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Falls notwendig, fahre zu Gleis A/B (Pufferhalle) und gleise ein	Objekt		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ausführung der Handlung		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ort	anders als	SSF ist nicht korrekt eingeleist.	Handlungsfehler / Technischer Defekt		8	SSF mit TE entgleist. Das Abfallgebände ist auf der Plattform fixiert.	- Spurführungssystem mit optischen Sensoren, welche die Position des SSF überwachen - visuelle Überwachung der Gleisradsätze per Videokamera - Drucksensoren für Gleisradsätze	-	-	-
	Weg		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-
Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
12. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Falls notwendig, fahre zu Gängen ohne Zwangsführung (Gleis A/B) in parallele Stellung zu Lagerungsgang	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	28	13	Kollision mit Bauwerksteilen Ohne Brand	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebinden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	29	20	Kollision mit Bauwerksteilen Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebinden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	30	13	Kollision mit gepuffertem Abfallgebinde Ohne Brand	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebinden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	31	20	Kollision mit gepuffertem Abfallgebinde Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebinden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet.	-	-	
	Zeit			k. A.	-			-	-	-	-
Ort			k. A.	-			-	-	-	-	
Weg			k. A.	-			-	-	-	-	
Geschwindigkeit	zu schnell		SSF fährt zu schnell	-			-	-	-	-	
			Abweichung nicht möglich: Die Fahrgeschwindigkeit wird über die elektronische Antriebsregelung auf ≤ 2 m/s begrenzt (sicherheitstechnische Auslegungsanforderung zum SSF).	-			-	-	-	-	
Objekt			k. A.	-			-	-	-	-	



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 1: Pufferlagerung

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle - Pufferhalle  
 Start: Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle: Entscheidung zur Pufferung  
 Ende: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
13. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Positioniere das SSF vor Lastabsetzposition, hebe TE mithilfe Spreader vom Vorderrahmen an und setze TE auf Stellplatz	Ausführung der Handlung	anders als	SSF steht nicht mittig vor der Lastabsetzposition.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	33	9	Kollision/Anprall des abzusetzenden Abfallgebundes mit Oberseite des bereits gepufferten Abfallgebundes  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund geringer Hub-/Senkhöhe. Das Abfallgebunde ist weiterhin mit Spreader verbunden. Abfallgebunde sind stapelbar ausgelegt.	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	TE wird nicht hoch genug angehoben.	Handlungsfehler	33	9	Kollision/Anprall an Seite / Front des abzusetzenden Abfallgebundes mit bereits gepuffertem Abfallgebunde  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung aufgrund geringer seitlicher Ausfahrgeschwindigkeit des Hubmasts.	Zum Absetzen des Abfallgebundes muss der Hubmast in voller Höhe ausgefahren werden.	-	-	
	Weg	weniger	TE wird nicht hoch genug angehoben.	Handlungsfehler	33	9	Aufgrund einer Kollision erfolgt eine mechanische Belastung des Spreaders  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die seitliche Ausfahrgeschwindigkeit des Hubmasts gering ist.	- Zum Absetzen des Abfallgebundes muss der Hubmast in voller Höhe ausgefahren werden.  - Der Spreader ist in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt ist.	-	-	
	Geschwindigkeit	zu schnell	TE wird zu schnell auf gepuffertem Abfallgebunde abgesetzt.  Abweichung nicht möglich: Die maximale Senkgeschwindigkeit der Hubeinrichtung ist technisch begrenzt und beträgt 0,3 m/s.	Handlungsfehler / Technischer Defekt				-	-	-	-
Objekt	anders als	Spreader bricht vom Hubmast ab.  Abweichung nicht möglich: Der Hubmast und der Spreader sind in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt und werden nach KTA 3903 geprüft., sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden.					-	-	-	-	
14. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Löse Verriegelung (Drehzapfen) und hebe Spreader an	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Drehzapfen werden teilweise nicht entriegelt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	33	9	Absturz eines Abfallgebundes (20 Mg) auf TE, da die Drehzapfen nicht vollständig entriegelt sind.	- Taststifte und Sensorik Drehzapfen - arbeitstägliche, visuelle Kontrolle der Drehzapfen auf sichtbare Beschädigung - Wiederkehrende Prüfungen und betriebliche Prüfungen der Drehzapfen	-	-	
+++Entpuffern+++											
15. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Seitenstapelfahrzeug fährt zu Lastaufnahmeposition	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 3								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										
16. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Führe Seitenstapelfahrzeug in kippstabile Ausrichtung durch Ausfahren der Stützstempel	Ausführung der Handlung		Siehe Sollfunktionseinheit Nr. 4								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										
17. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Stelle den Spreader gemäß des aufzunehmenden TE-Typs ein und führe Feinpositionierung des Spreaders durch	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 5								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										
18. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Senke den Spreader auf aufzunehmende TE und verriegele die Drehzapfen	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 6								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										
19. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Hebe den Spreader mit angeschlagener TE an	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 7								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										
20. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Setze die TE auf den Vorderrahmen des Seitenstapelfahrzeugs ab	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 8								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
	Objekt										



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 1: Pufferlagerung

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle - Pufferhalle  
 Start: Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle: Entscheidung zur Pufferung  
 Ende: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
21. Fahrer Seitenstapelfahrzeug: Ziehe Stützstempel ein, fahre Seitenstapelfahrzeug in Längsfahrt zurück und ggf. gleise aus	Ausführung der Handlung		siehe Sollfunktionseinheit Nr. 9								
	Zeit										
	Ort										
	Weg										
	Geschwindigkeit										
22. Personal Hauptleitstand: Öffne das Schnelllaufter nach Freigabe und [Fahrer SSF] fahre in die Umladehalle	Ausführung der Handlung	anders als	Fahrer fordert keine Freigabe an und fährt mit TE beladen gegen das Schnelllaufter	Handlungsfehler / Technischer Defekt			8 Kollision mit Schnelllaufter mit anschließendem Absturz des Schnelllauftors auf das Abfallgebäude Ohne Brand	Ausführung des Spreaders schützt TE vor herabfallendem Schnelllaufter	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Fahrer fordert keine Freigabe an und fährt mit TE beladen gegen das Schnelllaufter	Handlungsfehler / Technischer Defekt			8 Kollision mit Schnelllaufter mit anschließendem Absturz des Schnelllauftors auf das Abfallgebäude Die Kollision führt zu einem Brand.	- Ausführung des Spreaders schützt TE vor herabfallendem Schnelllaufter - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	24	13	Kollision mit Wand Ohne Brand	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Fahrgeschwindigkeit des SSF ist gering (2m/s)	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	25	20	Kollision mit Wand Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Fahrgeschwindigkeit des SSF ist gering (2m/s)  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	28	13	Kollision mit Bauwerksteilen Ohne Brand	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	29	20	Kollision mit Bauwerksteilen Die Kollision führt zu einem Brand.	- Einstellbare Anschläge auf dem Boden der Tauschpalette und Mulden in der Tauschpalette verhindern das Verrutschen von zylindrischen Abfallgebänden - TE sind durch Spreader fixiert und gesichert. - Vorderrahmen des SSF ist größer als TE und schützt TE vor Anprall/Kollision - Administrative Vorgaben zu Fahrgeschwindigkeiten (Fahren in Schleichfahrt)  - Optional kann das SSF im Automatikbetrieb mittels Bodenmarkierungen geführt werden.  - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet.	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	26	13	Kollision mit Tor (Raum Werkstatt) mit anschließendem Absturz des Tors auf das Abfallgebäude Ohne Brand	Ausführung des Spreaders schützt vor herabfallendem Tor	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Lenkbewegung wird unvollständig/teilweise ausgeführt.	Handlungsfehler / Technischer Defekt	27	20	Kollision mit Tor (Raum Werkstatt) mit anschließendem Absturz des Tors auf das Abfallgebäude Die Kollision führt zu einem Brand.	- Ausführung des Spreaders schützt vor herabfallendem Tor - Feuerlöscher an der Außenseite des SSF - Das SSF ist mit ortsfester HRD-Feuerlöscheinrichtung ausgestattet	-	-	
	Zeit		k. A.		-						
	Ort		k. A.		-						
Weg		k. A.		-							
Geschwindigkeit		k. A.		-							
Objekt		k. A.		-							



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025  
 Node 1: Pufferlagerung

Revision: 0

Anlagenbereich: Über Tage, Umladehalle - Pufferhalle  
 Start: Nach Abschluss Gebindeeingangskontrolle: Entscheidung zur Pufferung  
 Ende: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel

**HAZOP-Worksheet**



SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
23. Fahrer Seitenstapelfahrzeug; Seitenstapelfahrzeug wird auf Gleis U eingeleist	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	SSF ist nicht korrekt eingeleist.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			SSF mit TE entgleist.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Abfallgebände auf der Plattform fixiert ist.	- Spurführungssystem mit optischen Sensoren, welche die Position des SSF überwachen - visuelle Überwachung der Gleisradsätze per Videokamera - Drucksensoren für Gleisradsätze	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
24. Fahrer Seitenstapelfahrzeug; Positioniere das SSF vor Lastabsetzposition (PW), hebe TE mithilfe Spreader vom Vorderrahmen und setze TE auf PW	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	TE wird auf einen nicht (bzw. scheinbar) fixierten PW abgesetzt (PW rutscht weg)	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die TE noch mit dem Spreader verbunden ist.	-	-	-	
	Ort	anders als	TE wird nicht zentral auf PW abgesetzt (über den Mittelpunkt der TE hinaus) und Drehzapfen werden dennoch entriegelt	Handlungsfehler			Absturz eines Abfallgebändes auf Hallenboden  Auswirkung nicht möglich, da nicht alle Drehzapfen entriegelt werden können, sodass das Abfallgebände mit dem Spreader verbunden bleibt.	- Kontrolle durch Fahrer SSF - Drehzapfen sind bei anliegender Last gesperrt.	-	-	
	Weg	weniger	TE wird nicht hoch genug angehoben.	Handlungsfehler	33	9	TE wird gegen PW gefahren, Absturz eines Abfallgebändes auf Vorderrahmen des SSF	Anweisung: Zum Absetzen des Abfallgebändes muss der Hubmast in voller Höhe ausgefahren werden.	-	-	
	Weg	weniger	TE wird nicht hoch genug angehoben.	Handlungsfehler	33	9	Aufgrund einer Kollision erfolgt eine mechanische Belastung des Spreaders  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die seitliche Ausfahrgeschwindigkeit des Hubmasts gering ist.	- Anweisung: Zum Absetzen des Abfallgebändes muss der Hubmast in voller Höhe ausgefahren werden.  - Der Spreader ist in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt ist.	-	-	
	Geschwindigkeit	zu schnell	TE wird zu schnell auf PW abgesetzt.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Die maximale Senkgeschwindigkeit der Hubeinrichtung ist technisch begrenzt und beträgt 0,3 m/s.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Spreader bricht vom Hubmast ab.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Der Hubmast und der Spreader sind in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt und wird nach KTA 3903 geprüft, sodass technische Defekte dieser Art ausreichend vermieden werden.	-			-	-	-	-		

- FFA Flurförderanlage
- HLS Hauptleitstand
- HRD High Rate Discharge
- k. A. keine Abweichung
- KTA Kerntechnischer Ausschuss
- Pos. Position
- PW Plateauwagen
- QV Querverschub
- SSF Seitenstapelfahrzeug
- TE Transporteinheit

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT		PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
		Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
		Ort	anders als	Querverschub steht nicht bündig vor dem Gleis	Technischer Defekt	17	10	Entgleisen des PW beim Befahren des QV mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	- Endstellung des QV wird überwacht. - Gleissperre verhindert unkontrolliertes Rollen in den Arbeitsbereich QV - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebände oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebände vor Herausrutschen.	-	-	
1. Personal Hauptleitstand oder Personal Umladehalle: Abfallgebände, das nicht den Endlagerungsbedingungen entspricht: Transportiere TE auf PW über Querverschub 2 auf Gleis 9		Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
		Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
		Objekt	anders als	Rad-/ Rahmenbruch des Querverschubes	Technischer Defekt	17	10	Entgleisung mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	- Spalt (Abstand) zwischen Querverschub und Grubenboden beträgt nicht mehr als 40 mm. Dadurch ist die Neigung begrenzt. - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebände oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebände vor Herausrutschen.	-	-	
		Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung QV greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird und durch Gleissperre gesichert ist.	-	-	-	
		Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kuppelt zu früh ab.	Technischer Defekt		8	Plateauwagen fährt über Ende von Gleis 9 hinaus und Abfallgebände stürzt auf Hallenboden.	Erst wenn der PW durch die Gleissperre in Sperrstellung gesichert ist, kuppelt der Mitnehmerwagen der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung vom PW ab.	-	-	
2. Strahlenschutzbeauftragter: Untersuche die TE und entscheide über das weitere Vorgehen. Falls das Abfallgebände den Endlagerungsbedingungen entspricht, weiter mit HAZOP 4, Node 1, bzw. HAZOP 3, Node 1.		Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
		Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
		Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	

DMT ENCOS		MTO Safety GmbH		Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum		HAZOP-Worksheet					DMT						
SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT				PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN			
3. Personal Hauptleitstand oder Personal Umladehalle: Abfallgebinde, das nicht den Endlagerungsbedingungen entspricht: Transportiere TE auf gleisgebundenem PW von Gleis 9 über Querverschub 2 zu Gleis 7 und Querverschub 1 Gleis A auf Gleis 5 (Pos. 5.14)				Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-				
				Zeit		k. A.	-					-	-	-	-		
				Ort	anders als	Querverschub steht nicht bündig vor dem Gleis	Technischer Defekt	17	10	Entgleisen des PW beim Befahren des QV mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	- Endstellung des QV wird überwacht. - Gleissperre verhindert unkontrolliertes Rollen in den Arbeitsbereich QV - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-	-	-		
				Weg	mehr	PW fährt in Richtung Querverschub und stoppt nicht	Technischer Defekt; Gleissperre greift nicht			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da sich Querverschub in Grundstellung befindet und Gleisfördereinrichtung den PW bremst	-	-	-	-	-		
				Weg	weniger / mehr	QV verfährt, obwohl PW nicht mittig auf QV steht	Technischer Defekt: Aufzieh- und Abschiebevorrichtung zieht Plateauwagen nicht vollständig oder zu weit auf QV	17	10	Plateauwagen entgleist und Abfallgebinde stürzt auf QV	Die Position der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung wird von der Steuerung des QV abgefragt. Die Fahrt des QV ist verriegelt, sofern der PW nicht korrekt platziert ist.	-	-	-	-	-	
				Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	-	-	-	
				Objekt	anders als	Rad-/ Rahmenbruch des Querverschubes	Technischer Defekt	17	10	Entgleisung mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	- Spalt (Abstand) zwischen Querverschub und Grubenboden beträgt nicht mehr als 40 mm. Dadurch ist die Neigung begrenzt. - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-	-	-	-	
				Objekt	anders als	Auf- und Abziehvorrückung QV greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird und durch Gleissperre gesichert ist.	-	-	-	-	-	-	
				Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kuppelt zu früh ab	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da PW auf Gleis 6 verfahren wird.	Gleissperre stoppt den PW	-	-	-	-	-	
				Objekt	anders als	Komponenten liegen auf dem Gleis  Siehe HAZOP 2, Node 1, Sollfunktionseinheit 10	-			-	-	-	-	-	-	-	
4. Personal Hauptleitstand: Öffne Innentor des SBR und transportiere den PW mit Hilfe des PWschiebers mit 0,72 km/h über die Verlängerung von Gleis 5 in den SBR, schließe Innentor				Ausführung der Handlung	anders als	Innentor nicht vollständig geöffnet.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			8	Kollision des PW mit Innentor, Innentor oder Teile des Innentores fallen auf Abfallgebinde auf dem PW	- Bestätigung der Toröffnung durch Anschläger (HLS) an K-BA Einlagerungsbetrieb (SBH) - Kontrolle des Fahrweges durch Bediener PWschieber	-	-			
				Zeit	zu früh	Innentor schließt zu früh	Handlungsfehler			8	Innentor schließt, während der PW sich noch unter dem Tor befindet. Das Tor schließt langsam und liegt nur mit dem Eigengewicht auf dem Abfallgebinde auf.	Lichtschranke detektiert PW im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-	-		
				Weg	mehr	PW fährt zu weit (über Ende von Gleis 5 hinaus)	Handlungsfehler			8	PW entgleist am Ende von Gleis 5 und Abfallgebinde stürzt auf Hallenboden	- Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-	-	-	
				Geschwindigkeit	mehr	PW fährt zu schnell (3 km/h)	Handlungsfehler			8	Verlängerter Bremsweg. Dadurch entgleist PW am Ende von Gleis 5 und Abfallgebinde stürzt auf Hallenboden	- Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-	-	-	
				Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	-	-	-	
Sonderbehandlung der TE																	

DMT ENCOS		MTO Safety GmbH		Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad HAZOP 3: Pufferlagerung/Sonderbehandlungsraum		HAZOP-Worksheet					DMT						
SOLLFUNKTIONS-EINHEIT				PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN			
5. Personal Hauptleitstand: Öffne Innentor des SBR; Personal Umladehalle: PWS schiebt beladenen PW mit 0,72 km/h auf Pos. 5.14, PWS wird abgekuppelt, schließe Innentor				Ausführung der Handlung	anders als	Innentor nicht vollständig geöffnet.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			8	Kollision des PW mit Innentor, Innentor oder Teile des Innentores fallen auf Abfallgebinde auf dem PW	- Bestätigung der Toröffnung durch Anschläger (HLS) an K-BA Einlagerungsbetrieb (SBH) - Kontrolle des Fahrweges durch Bediener PWschieber	-	-			
				Zeit	zu früh	Innentor schließt zu früh	Handlungsfehler			8	Innentor schließt, während der PW sich noch unter dem Tor befindet. Das Tor schließt langsam und liegt nur mit dem Eigengewicht auf dem Abfallgebinde auf.	Lichtschranke detektiert PW im Bereich des Tores. Schließvorgang wird durch Steuerung verhindert.	-	-			
				Ort		k. A.	-										
				Weg	mehr	PW fährt zu weit (über Ende von Pos. 5.14 hinaus)	Handlungsfehler			8	PW stürzt in die Grube des Querverschubs 1, Abfallgebinde stürzt auf Grubenboden	- Gleissperre stoppt den PW vor Querverschub 1 - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-			
				Geschwindigkeit	mehr	PW fährt zu schnell (3 km/h)	Handlungsfehler			8	Verlängerter Bremsweg des PWs. Dadurch Kollision mit der Gleissperre. Abfallgebinde stürzt auf Grubenboden.	- Gleissperre stoppt den PW vor Querverschub 1 - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-			
6. Technik Flurförderanlage: Ziehe PW von Pos. 5.14 auf QV 1 und transportiere PW zum Gleis 6				Ausführung der Handlung		k. A.	-										
				Zeit		k. A.	-										
				Ort	anders als	Querverschub steht nicht bündig vor dem Gleis 5	Technischer Defekt		17	10	Entgleisen des PW beim Befahren des QV mit anschließendem Absturz des Abfallgebendes auf den Hallenboden	- Endstellung des QV wird von der Steuerung überwacht. - Gleissperre verhindert unkontrolliertes Rollen in den Arbeitsbereich QV - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-			
				Weg	weniger / mehr	QV verfährt, obwohl PW nicht mittig auf QV steht	Technischer Defekt: Aufzieh- und Abschiebevorrichtung zieht PW nicht vollständig oder zu weit auf QV		17	10	Plateauwagen entgleist und Abfallgebinde stürzt auf QV	Die Position der Aufzieh- und Abschiebevorrichtung wird von der Steuerung des QV abgefragt. Die Fahrt des QV ist verriegelt, sofern der PW nicht korrekt platziert ist.	-	-			
				Weg	mehr	PW wird weiter auf Gleis 7 verschoben	Technischer Defekt / Handlungsfehler				Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, PW steht auf Gleis 7	Personal Hauptleitstand reagiert und verfährt PW zurück auf Gleis 6	-	-			
				Geschwindigkeit		k. A.	-										
				Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung QV greift nicht an PW	Technischer Defekt				Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird und durch Gleissperre gesichert ist.		-	-			
7. Transportiere TE zur Abfallgebindeeingangskontrolle				Objekt	anders als	Rad-/ Rahmenbruch des Querverschubes	Technischer Defekt		17	10	Entgleisung mit anschließendem Absturz des Abfallgebendes auf den Hallenboden	- Spalt (Abstand) zwischen Querverschub und Grubenboden beträgt nicht mehr als 40 mm. Dadurch ist die Neigung begrenzt. - Mulden im PW schützen die TE (kubische Abfallgebinde oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen die liegenden zylindrischen Abfallgebinde vor Herausrutschen.	-	-			
				Ausführung der Handlung													
				Zeit													
				Ort													
				Weg													
				Geschwindigkeit													
				Objekt													

HLS Hauptleitstand  
k. A. keine Abweichung  
K-BA Konrad-Betriebsabteilung  
Pos. Position  
PW Plateauwagen  
PWS Plateauwagenschieber  
QV Querverschub  
SBH Sonderbehandlung  
SBR Sonderbehandlungsraum  
SSB Strahlenschutzbeauftragter  
TE Transporteinheit

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 149 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Anhang 5: Tabelle HAZOP Nr. 4

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
1. Technik FFA: Transportiere PW, nach Freigabe durch den HLS, im Automatikbetrieb von der Pos. 6.7 über QV 2 zur Pos. 8.1	Ausführung der Handlung		Siehe HAZOP Nr. 3, Node 1	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	QV steht nicht bündig vor dem Gleis	Technischer Defekt	17	10	Entgleisen des PW beim Befahren des QV mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	-	-	-	
								- Endstellung des QV wird überwacht. - Gleissperre verhindert unkontrolliertes Rollen in den Arbeitsbereich QV - Mulden im PW schützen TE (kubische Abfallgebände oder Tauschpalette) vor Herausrutschen - Mulden in der Tauschpalette schützen liegende zylindrische Abfallgebände vor Herausrutschen	-	-	
	Ort	anders als	FFA transportiert beladenen PW über Pos. 8.1 hinaus	Technischer Defekt		8	Kollision des PW mit dem Einfahrtstor Schachthalle	Gleissperre stoppt den PW vor Einfahrtstor Schachthalle	-	-	
	Weg	mehr	PW fährt in Richtung QV und stoppt nicht	Technischer Defekt; Gleissperre greift nicht	17	10	Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da sich QV in Grundstellung befindet und FFA den PW bremst	-	-	-	
	Weg	weniger / mehr	QV verfährt obwohl PW nicht mittig auf QV steht	Technischer Defekt: Aufzieh- und Abschiebevorrichtung zieht PW nicht vollständig oder zu weit auf QV	17	10	PW entgleist und Abfallgebände stürzt auf QV	Die Position des PW wird abgefragt. Die Fahrt des QV ist verriegelt, sofern der PW nicht korrekt platziert ist.	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Rad-/ Rahmenbruch	Technischer Defekt	17	10	Entgleisung mit anschließendem Absturz des Abfallgebundes auf den Hallenboden	-	-	-		
							- Spalt (Abstand) zwischen QV und Grubenboden beträgt nicht mehr als 40 mm. Dadurch ist die Neigung begrenzt. - Mulden im PW schützen die TE (kubische Abfallgebände oder Tauschpalette) vor Herausrutschen. - Mulden in der Tauschpalette schützen die liegenden zylindrischen Abfallgebände vor Herausrutschen.	-	-		
Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kuppelt zu früh ab.	Technischer Defekt		8	Kollision des PW mit dem Einfahrtstor Schachthalle	Gleissperre stoppt den PW vor Einfahrtstor Schachthalle	-	-		
Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung QV greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird und durch Gleissperre gesichert ist.	Gleissperre verhindert Wegrollen des PW.	-	-		
2. Technik FFA: Fahre beladenen PW durch das Einfahrtstor Schachthalle bis zur Bereitstellungsposition vor der Schleusentür Puffertunnel	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	FFA transportiert beladenen PW über Bereitstellungsposition 8.10 hinaus	Technischer Defekt		8	Kollision des PW mit Schleusentür Puffertunnel	Gleissperre stoppt den PW vor Schleusentür Puffertunnel	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Einfahrtstor Schachthalle schließt zu früh.	Technischer Defekt			Einfahrtstor Schachthalle schließt, während der beladene PW durch das Einfahrtstor Schachthalle verfahren wird. Das Tor schließt langsam und stößt seitlich an den PW.	Das Öffnen und Schließen der Tore wird durch die Steuerung der FFA bei der Tür- und Torsteuerung automatisch nach Bedarf angefordert.	-	-	
							Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW größer als das Gebinde ist. Das Falltor stößt seitlich an den PW und kollidiert nicht mit dem Abfallgebände bzw. der TE.	-	-	-	
Objekt	anders als	Einfahrtstor Schachthalle nicht vollständig geöffnet.	Technischer Defekt			Beladener PW fährt gegen nicht vollständig geöffnetes Einfahrtstor Schachthalle.	Transport des PW durch die FFA erfolgt nur, wenn die FFA das Signal erhält, dass das Einfahrtstor Schachthalle geöffnet ist.	-	-		
3. Technik FFA: Fahre beladenen PW durch die Schleusentür Puffertunnel bis vor die Schachtsperre auf Pos. 8.11. Sichere PW durch eine Gleissperre gegen unbeabsichtigtes Zurückrollen. Schließe die Schleusentür Puffertunnel	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	FFA transportiert beladenen PW über Bereitstellungsposition 8.11 hinaus	-			-	-	-	-	
											Abweichung nicht möglich: Das Seilzugsystem der FFA endet nach Pos. 8.11.
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Schachtsperre nicht funktionsfähig	Technischer Defekt			PW rollt unkontrolliert los in Richtung Drehscheibe	Auswirkung nicht möglich, da kein Gefälle in der Umladehalle vorliegt.	-	-	
Objekt	anders als	Schleusentür Puffertunnel schließt zu früh.	Handlungsfehler			Schleusentür Puffertunnel schließt, während der beladene PW durch die Schleusentür Puffertunnel verfahren wird. Schleusentür Puffertunnel (Sektionaltor) schließt langsam.	Steuerung Schachtbeschickung überprüft die Position der Schleusentür Puffertunnel	-	-		
Objekt	anders als	Komponente des Schleusentors versagt.	Technischer Defekt		8	Absturz des Schleusentors	Schleusentor ist erdbbensicher verankert. Fangvorrichtung sichert das Schleusentor vor Absturz auf PW	-	-		
Objekt	anders als	Schleusentür Puffertunnel nicht vollständig geöffnet und PW fährt gegen Schleusentür Puffertunnel.	Technischer Defekt			Beladener PW fährt gegen nicht vollständig geöffnete Schleusentür Puffertunnel.	- Die Endstellung (geöffnet) der Schleusentür Puffertunnel wird überwacht - Transport des PW durch die FFA erfolgt nur, wenn die FFA das Signal erhält, dass das Einfahrtstor Schachthalle geöffnet ist.	-	-		

DMT ENCOS		MTO Safety GmbH		Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad HAZOP 4: Transport nach unter Tage			HAZOP-Worksheet					DMT
				Auftraggeber: BGE		Anlagenbereich:		Umladehalle - Schachtförderanlage				
				Sitzung: 14.02.2025		Start:		Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel				
				Revision: 0		Ende:		Ende der Schachtbeschickung				
				Node 1: Schachtantransport bis Schachtbeschickung								
SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
4. Steuerung Schachtbeschickung: Fahre die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung der Drehscheibe 2 zum PW aus. Kuppel an den beladenen PW an	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort	anders als	Drehscheibe steht nicht in Flucht zu Gleis 8.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung nicht ausgefahren werden kann.	Steuerung Schachtbeschickung überprüft die Position der Drehscheibe	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	Aufzieh-/ Abschiebevorrichtung greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren wird.	Schachtsperre und Gleissperre verhindern Wegrollen des PW.	-	-		
5. Steuerung Schachtbeschickung: Öffne die Schachtsperre und ziehe den beladenen PW mittig auf Drehscheibe 2	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	Schachtsperre ist nicht geöffnet.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der beladene PW nicht auf die Drehscheibe gezogen werden kann.	-	-	-		
Objekt	anders als	PW ist nicht mittig auf Drehscheibe positioniert.	Technischer Defekt			Entgleisung des PW beim Drehen der Drehscheibe  Auswirkung nicht möglich, da die Drehscheibe nur gedreht werden kann, wenn die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung sich in Nullstellung befindet.	Die Grundstellung der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung wird überwacht: Nur in Grundstellung kann die Drehscheibe gedreht werden.	-	-			
6. Steuerung Schachtbeschickung: Schließe die Schachtsperre, schließe das Schleusenotor, öffne das Schachttor und drehe den beladenen PW auf Drehscheibe um 90°	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	Schachttor wird nicht geöffnet.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Drehscheibe nicht gedreht werden kann und der beladene PW nicht in Flucht zum Schachttor steht.	-	-	-		
Objekt	anders als	Schachtsperre wird nicht geschlossen.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Schachtbeschickung ohne Signal "Schachtsperre geschlossen" gestoppt wird.	-	-	-			
Objekt	anders als	Drehscheibe dreht sich nicht um 90° und steht nicht in Flucht zum Transportweg Fördergestell	Technischer Defekt			Entgleisen des PW beim Abschieben von der Drehscheibe  Auswirkung nicht möglich, da die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung nur ausgefahren werden kann, wenn die Drehscheibe korrekt positioniert ist.	Die Positionierung der Drehscheibe wird überwacht: Die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kann nur ausgefahren werden, wenn Signal "Drehscheibe positioniert" ansteht.	-	-			

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
7. Steuerung Schachtbeschickung: Öffne die aufschiebeseitige Plateauwagensperre und schiebe beladenen PW mit der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung auf das Fördergestell. Schließe die aufschiebeseitige Plateauwagensperre.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung schiebt den beladenen PW nicht mittig auf Absetzboden (sondern dahinter).  Abweichung nicht möglich: Die ablaufseitige Plateauwagensperre ist geschlossen/ hochgefahren.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung schiebt den beladenen PW nicht vollständig auf das Fördergestell	Technischer Defekt			Fördergestell verfährt obwohl PW nicht vollständig auf dem Fördergestell steht.  Auswirkung nicht möglich, da der PW nicht unter Tage gefahren werden kann. Eine Förderung nach unter Tage ist nur möglich, wenn die Endstellung der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung erreicht ist und der PW abgekuppelt wird.	Überwachung der Endstellung der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung fährt zu schnell.  Abweichung nicht möglich: Fahrgeschwindigkeiten der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung sind technisch begrenzt.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Schachttor schließt zu früh.	Technischer Defekt			Schachttor schließt, während der beladene PW durch das Schachttor verfahren wird. Schachttor (Sektionator) schließt langsam.	Steuerung Schachtbeschickung überprüft die Position der Schachttor	-	-	
	Objekt	anders als	Fördergestell nicht am vorgesehenen Ort und PW wird in Richtung Schacht geschoben  Abweichung nicht möglich: Eine Schachtbeschickung ist nicht möglich, wenn kein Fördergestell vorhanden ist.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Aufschiebeseitige Plateauwagensperre wird nicht geöffnet, bevor der PW auf das Fördergestell geschoben wird.	Technischer Defekt			Kollision des PW mit der Plateauwagensperre  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW mit geringer Geschwindigkeit (max. 0,6 m/s) verfahren wird.	Überwachung der Stellung der aufschiebeseitigen Plateauwagensperre. Die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung verfährt den PW erst nach Eingang des Signals "Aufschiebeseitige Plateauwagensperre geöffnet".	-	-		
Objekt	anders als	Aufschiebeseitige Plateauwagensperre wird nicht geschlossen, nachdem der PW auf das Fördergestell geschoben wurde.	Technischer Defekt	39	14	PW rollt unkontrolliert aus Fördergestell  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da eine Schachtförderung nicht durchgeführt wird.	- PW wird durch die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung festgehalten und kann nicht aus dem Fördergestell rollen. - Überwachung der Endstellung der aufschiebeseitigen Plateauwagensperre	-	-		
8. Steuerung Schachtbeschickung: Kuppel den beladenen PW ab, fahre die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung ein, schließe Schachttor und drehe Drehscheibe um 90° zurück.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	PW wird nicht vollständig abgekuppelt.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung.  Der PW kann nicht verfahren werden, da die aufschiebeseitige Plateauwagensperre geschlossen ist.  Keine Förderung möglich, da die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung in Grundstellung zurückgefahren sein muss, um das Schachttor schließen zu können.	Überwachung der Endstellung der aufschiebeseitigen Plateauwagensperre	-	-	
Objekt	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung fährt nicht ein.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung.  Keine Förderung möglich, da die Drehscheibe noch nicht gedreht ist. Die Drehscheibe kann sich nur drehen, wenn die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung eingefahren ist. Das Schachttor kann infolgedessen nicht geschlossen werden.	Überwachung der Endstellung der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung	-	-		
Objekt	anders als	Schachttor schließt nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung.  Keine Förderung möglich, da das Schachttor nicht geschlossen ist. PW ist durch Plateauwagensperre aufschiebeseitig gesichert.	Überwachung der Endstellung des Schachttors	-	-		
Objekt	anders als	Drehscheibe dreht nicht vollständig zurück.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung.  Keine Förderung möglich, da die Drehscheibe nicht in Grundstellung gedreht ist und der Förderkorb ausschließlich dann verfahren werden kann.	Überwachung der Grundstellung der Drehscheibe	-	-		



**Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad**  
**HAZOP 4: Transport nach unter Tage**

Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025 Revision: 0  
 Node 1: Schachtantransport bis Schachtbeschickung

**HAZOP-Worksheet**

Anlagenbereich: Umladehalle - Schachtförderanlage  
 Start: Plateauwagen mit Transporteinheit an Position 8.1 vor Puffertunnel  
 Ende: Ende der Schachtbeschickung



SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
9. Anschläger: Quittiere Ende der Schachtbeschickung durch Betätigung eines Schalters und gib Klinkenfahrt "aufwärts" frei.	Ausführung der Handlung	anders als	Fertigsignal (Ende der Schachtbeschickung) wird ausgegeben, bevor die Schachtbeschickung vollständig abgeschlossen ist.  <i>Abweichung nicht möglich:</i> Die redundante Auslegung der sicherheitsgerichteten Steuerung bewirkt eine gegenseitige Abfrage. Bei Abweichung wird die Schachtbeschickung gestoppt.	-			-	-	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Quittierung (Ende der Schachtbeschickung) folgt vor Abschluss der Schachtbeschickung	Handlungsfehler			Klinkenfahrt aufwärts startet, obwohl PW nicht mittig auf Fördergestell steht oder noch nicht gesichert ist.  Auswirkung nicht möglich, da Klinkenfahrt "aufwärts" nicht automatisch, sondern erst nachdem das Fertigsignal der vorherigen Schritte durchgeführt wird.	- Kontrolle der erfolgreich durchgeführten Schachtbeschickung durch den Anschläger - redundante ausgelegte SPS mit gegenseitiger Abfrage und Verriegelung	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

- FFA Flurförderanlage
- HLS Hauptleitstand
- k. A. Keine Abweichung
- PW Plateauwagen
- QV Querverschub
- TTS Tür- und Torsteuerung

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT		PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN
1. Anschläger: Betätigte Befehlsgeber Fördermaschine Klinkenfahrt aufwärts		Ausführung der Handlung	anders als	Es wird ein anderer Befehlsgeber betätigt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da durch die Quittierung nach Abschluss des Arbeitsspiels (siehe H4 Node 1, Sollfunktionseinheit 9) die Schachtbeschickung gesperrt wird. Die Klinkenfahrt aufwärts wird freigegeben. (EU 208, S. 294). Eine Fahrt abwärts ist nicht möglich, da das Fördergestell auf den Absetzklinken steht.	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
		Ort		k. A.	-			-	-	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	
2. Steuerung Fördermaschine: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt mit verringerter Geschwindigkeit "aufwärts". Fördermaschine hält selbsttätig, wenn der Absetzboden des Fördergestells in einem festgelegten Abstand über den Absetzklinken steht.		Ausführung der Handlung	anders als	Fördermaschine hält nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung: Das Fördergestell fährt max. bis zum Prellträger. Ein unkontrolliertes Zurückprallen wird durch die Fangklinken verhindert.	Sicherheitsrelevante Signale der Steuerung Fördermaschine werden 2-kanalig erfasst. Schachtsteuerung und Fördermaschinensteuerung überwachen sich gegenseitig. Bei Ausfall der Steuerung wird automatisch die Sicherheitsbremsung eingeleitet.	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
		Ort	mehr	Absetzklinken sind nicht frei, da der festgelegte Abstand zu gering ist.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Absetzklinken nicht eingefahren werden können.	Die Messeinrichtung der Absetzklinken übermitteln an den Bedienstand das sichere Aufliegen des Absetzbodens.	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
		Geschwindigkeit	hoch	Fördermaschine wird zu schnell bewegt.	Technischer Defekt			-	-	-	
3. Steuerung Fördermaschine: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird aufgelegt.		Objekt	anders als	Fußrahmen liegt nicht an Absetzboden an.	Technischer Defekt			Verkeilung des Absetzbodens aufgrund einseitigem Spalt zwischen Fußrahmen und Absetzboden	Der PW ist durch Plateauwagensperre gesichert.	-	
		Objekt	anders als	Bremsenrichtung öffnet nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Fördergestell nicht verfahren werden kann.	-	-	
		Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	
4. Steuerung Fördermaschine: Absetzklinken Rasenhängebank werden in die Endstellung eingefahren		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
		Ort		k. A.	-			-	-	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	
		Objekt	anders als	Absetzklinken werden nicht vollständig eingefahren.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Endlage der Absetzklinken überwacht wird. Jede Absetzklinke wird einzeln und redundant überwacht. Weiteres Förderspiel wird durch den Anschläger erst ausgelöst, wenn Fertigsignal im Anschlägerstand angezeigt wird.	-	-	
5. Anschläger: Betätigte Befehlsgeber Fördermaschine "hängen"		Ausführung der Handlung	anders als	Es wird ein anderer Befehlsgeber betätigt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da ein Betätigten anderer Befehlsgeber keine Vorgänge auslöst. Nur der Befehlsgeber Fördermaschine "hängen" löst den nächsten Schritt aus.	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
		Ort		k. A.	-			-	-	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	
		Objekt		k. A.	-			-	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN	
6. Steuerung Fördermaschine: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt gemäß vorgegebenen Fahrtdiagramm in Richtung "hängen" (fährt nach unten) und hält selbsttätig, wenn der Absetzboden des Fördergestells in einem festgelegten Abstand über den Absetzklinken des Anschlages am Füllort steht.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-		
	Ort	anders als	Fördermaschine hält nicht über Absetzklinken am Füllort.	Technischer Defekt	40	15	Fördermaschine übertreibt und fährt Fördergestell in den Schachtsumpf	- Vor Fahrt des Gegengewichts gegen den Prellträger gibt es eine Endlagenüberwachung - Überwachung der Fahrt mittels Fahrtregler (permanent, zweikanalig und divers) - Geregeltete Sicherheitsbremse bei Fehlfunktion des Fahrtreglers - SELDA-Abbremsenrichtung dient einer teilweisen Energieaufnahme - Verdickte Spurlatten dienen der teilweisen Energieaufnahme	-	Überwachung durch Fahrtregler: u. a. Schachtschalterüberwachung, Hüllkurve, Wegzähler, Übertreibschalter, Retardierung	
	Weg	anders als	Das vorgegebene Fahrtdiagramm wird nicht durchgeführt. Das Fördergestell wird nach oben verfahren.	Technischer Defekt	40	15	Fördermaschine übertreibt und fährt Fördergestell an Förderturm	- Prellträger bremst Fördergestell vor Anprall gegen Förderturm - Überwachung der Fahrt mittels Fahrtregler (permanent, zweikanalig und divers) - Geregeltete Sicherheitsbremse bei Fehlfunktion des Fahrtreglers - Vor Fahrt gegen den Prellträger gibt es eine Endlagenüberwachung - Fangklinken verhindern, dass Fördergestell nach Anprall gegen Prellträger in den Schacht stürzt	-	Überwachung durch Fahrtregler: u. a. Schachtschalterüberwachung, Hüllkurve, Wegzähler, Übertreibschalter, Retardierung	
	Weg	mehr	Das vorgegebene Fahrtdiagramm wird nicht durchgeführt.	Technischer Defekt	41	15	Aufprall des Fördergestells in Schachtsumpf	- Verdickte/Verbreitete Spurlatten gemäß TAS - Überwachung der Fahrt mittels Fahrtregler (permanent, zweikanalig und divers) - Geregeltete Sicherheitsbremse bei Fehlfunktion des Fahrtreglers - Vor Fahrt gegen den Prellträger gibt es eine Endlagenüberwachung	-		
	Weg	mehr	Aufgrund von fehlerhaften Wartungsarbeiten ist z. B. der Fahrtregler gestört.	Handlungsfehler	40 41	15	Aufprall des Fördergestells in Schachtsumpf	- Verdickte/Verbreitete Spurlatten gemäß TAS - Geregeltete Sicherheitsbremse bei Fehlfunktion des Fahrtreglers - Vor Fahrt gegen den Prellträger gibt es eine Endlagenüberwachung - Tägliche Leerfahrt gemäß BVOS aufgrund Personentransport vor Einlagerungsbeginn	-		
	Geschwindigkeit	mehr	Fördermaschine wird zu schnell bewegt. <u>Abweichung nicht möglich:</u> Fahrgeschwindigkeiten der Fördermaschine sind technisch begrenzt.	Technischer Defekt				-	-	-	
	Objekt	anders als	Schachteinbauten versperren den freien Transport des Fördergestells (z. B. nach Wartungsintervallen, Wartungsarbeiten)	Handlungsfehler/ Technischer Defekt	43	15	Kollision mit Schachteinbauten infolgedessen ein Absturz des Abfallgebundes erfolgt	- Tägliche Leerfahrt gemäß BVOS aufgrund Personentransport vor Einlagerungsbeginn - Keine Arbeiten in der Schachtschleuse während des Einlagerungsbetriebs	-		
Objekt	anders als	Bewegliche Objekte (z. B. durch Wartungsarbeiten) fallen während der Förderung auf den Förderkorb.	Handlungsfehler/ Technischer Defekt	44	16	Absturz schwerer Lasten auf Fördergestell ohne Absturz des Fördergestell	- Kopfrahmen und Boden schützen Transporteinheit - Schachtabdeckung Rasenhängebank - Keine Arbeiten in der Schachtschleuse während des Einlagerungsbetriebs - Schachttore verhindern freien Zugang	-			

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT		PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN
		Objekt	anders als	Bewegliche Objekte (z. B. durch Wartungsarbeiten) fallen während der Förderung auf den Förderkorb.	Handlungsfehler/ Technischer Defekt	44	16	Absturz schwerer Lasten auf Fördergestell mit Absturz des Fördergestells	- Schachtabdeckung Rasenhängebank - Keine Arbeiten in der Schachtschleuse während des Einlagerungsbetriebs - Schachttore verhindern freien Zugang - Verdickte Spurlatten	-	
		Objekt	anders als	Seil versagt.  Abweichung nicht möglich: Das Förderseil ist nach TAS ausgelegt und wird nach BVOS geprüft.	-			-	-	-	
		Objekt	anders als	Bremseinrichtung öffnet nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Fördergestell nicht verfahren werden kann.	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT		PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN
7. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird aufgelegt.		Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
8. Technik: Absetzklinken [am Füllort] werden in die Endstellung ausgefahren		Ort		k. A.	-			-	-	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
9. Anschläger: Betätigte Befehlsgeber Fördermaschine Klinkenfahrt Füllort "abwärts"		Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	
		Objekt	anders als	Bremsenrichtung greift nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Fördergestell mittels Seil durch die Fördermaschine gehalten wird.	-	-	-
10. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt mit verringerter Geschwindigkeit "abwärts" und hält selbsttätig, wenn die Messeinrichtung der Absetzklinken das Aufliegen des Absetzbodens auf den Absetzklinken anzeigt und der Fußrahmen des Fördergestells in einem festgelegten Abstand unter dem aufliegenden Absetzboden steht.		Ausführung der Handlung	anders als	Es wird ein anderer Befehlsgeber betätigt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da ein Betätigen anderer Befehlsgeber keine Vorgänge auslöst. Nur der Befehlsgeber Fördermaschine Klinkenfahrt Füllort "abwärts" kann betätigt werden.	-	-	
		Zeit		k. A.	-			-	-	-	
10. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt mit verringerter Geschwindigkeit "abwärts" und hält selbsttätig, wenn die Messeinrichtung der Absetzklinken das Aufliegen des Absetzbodens auf den Absetzklinken anzeigt und der Fußrahmen des Fördergestells in einem festgelegten Abstand unter dem aufliegenden Absetzboden steht.		Ort	anders als	Fußrahmen erreicht nicht festgelegten Abstand unter dem aufliegenden Absetzboden.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW im Fördergestell gesichert ist und nicht bewegt werden kann.	- Aufschiebeseitige und abschiebeseitige Plateauwagensperren sind geschlossen. - Feste Begrenzungen des Fußrahmens sichern PW auf dem Absetzboden	-	
		Weg		k. A.	-			-	-	-	
10. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt mit verringerter Geschwindigkeit "abwärts" und hält selbsttätig, wenn die Messeinrichtung der Absetzklinken das Aufliegen des Absetzbodens auf den Absetzklinken anzeigt und der Fußrahmen des Fördergestells in einem festgelegten Abstand unter dem aufliegenden Absetzboden steht.		Geschwindigkeit	mehr	Fördermaschine wird zu schnell bewegt. <u>Abweichung nicht möglich:</u> Fahrgeschwindigkeiten der Fördermaschine sind technisch begrenzt.	Technischer Defekt			-	-	-	
		Objekt	anders als	Fußrahmen senkt sich nicht vom Absetzboden (z. B. aufgrund Verkeilung) ab.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Absetzboden sicher auf den Absetzklinken steht. PW kann nicht ausgefahren werden, da die festen Begrenzungen den PW blockieren.	- Aufschiebeseitige und abschiebeseitige Plateauwagensperren sind geschlossen. - Feste Begrenzungen des Fußrahmens sichern PW auf dem Absetzboden	-	
10. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird geöffnet und Fördermaschine fährt mit verringerter Geschwindigkeit "abwärts" und hält selbsttätig, wenn die Messeinrichtung der Absetzklinken das Aufliegen des Absetzbodens auf den Absetzklinken anzeigt und der Fußrahmen des Fördergestells in einem festgelegten Abstand unter dem aufliegenden Absetzboden steht.		Objekt	anders als	Messeinrichtung einer Absetzklinke ist defekt.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da jede Absetzklinke mit einer Messeinrichtung ausgestattet ist. Die redundante Auslegung ermöglicht den selbsttätigen Halt der Fördermaschine	- redundante Auslegung der Messeinrichtungen	-	
		Objekt	anders als	Bremsenrichtung öffnet nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Fördergestell nicht verfahren werden kann.	-	-	-

DMT ENCOS		MTO Safety GmbH		Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad HAZOP 4: SchachtTransport nach unter Tage		HAZOP-Worksheet				DMT		
				Auftraggeber: BGE Sitzung: 14.02.2025 Node 2: Schachtförderung bis Übergabe Füllort		Revision: 0		Anlagenbereich: Umladehalle - Schachtförderanlage Start: Start Schachtförderung Ende: Transporteinheit auf Plateauwagen bereit für Anschlag durch Portalhubwagen im Füllort				
SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN		
11. Technik: Bremsenrichtung der Fördermaschine wird aufgelegt.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-			
	Zeit		k. A.	-			-	-	-			
	Ort		k. A.	-			-	-	-			
	Weg		k. A.	-			-	-	-			
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-			
	Objekt	anders als	Bremsenrichtung greift nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das Fördergestell mittels Seil durch die Fördermaschine gehalten wird und auf den Absetzklinken aufliegt.	-	-			
12. Anschläger: Betätigte Befehlsgeber Schachtbeschickung "ablaufseitig"	Ausführung der Handlung	anders als	Es wird ein anderer Befehlsgeber betätigt.	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da ein Betätigen anderer Befehlsgeber keine Vorgänge auslöst. Nur der Befehlsgeber Schachtbeschickung "ablaufseitig" kann betätigt werden.	-	-			
	Zeit		k. A.	-			-	-	-			
	Ort		k. A.	-			-	-	-			
	Weg		k. A.	-			-	-	-			
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-			
	Objekt		k. A.	-			-	-	-			
13. Technik: Öffne das Schachttor und fahre die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung zum PW aus. Kuppel an den beladenen PW an	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-			
	Zeit		k. A.	-			-	-	-			
	Ort		k. A.	-			-	-	-			
	Weg	mehr	Aufzieh- und Abschiebevorrichtung stößt gegen PW	Technischer Defekt			PW wird vom Fördergestell in Blindort geschoben.	Plateauwagensperren des Fördergestells verhindert das Abschieben des PW in Blindort.	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-			
	Objekt	anders als	Schachttor ist nicht vollständig geöffnet.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Endstellung (geöffnet) des Schachttores überwacht wird. Der beladene PW kann nur verfahren werden, wenn die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung ausgefahren ist. Die Aufzieh-/Abschiebevorrichtung kann nur verfahren werden, wenn die Endstellung "geöffnet" des Schachttores erreicht ist.	-	-			
	Objekt	anders als	Aufzieh- und Abschiebevorrichtung greift nicht an PW	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW ohne die Aufzieh- und Abschiebevorrichtung nicht bewegt werden kann.	-	-			
14. Technik: Öffne die füllortseitige Plateauwagensperre und Schacht-/Rücklaufsperr und schiebe beladenen PW zum Füllort (Umladeposition zum Portalhubwagen) vor den Distanzhalter. Schließe füllortseitige Plateauwagensperre und Schacht-/Rücklaufsperr. Schließe Schachttor zum Füllort	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-			
	Zeit		k. A.	-			-	-	-			
	Ort		k. A.	-			-	-	-			
	Weg	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung schiebt den beladenen PW nicht vollständig auf die Umladeposition	Technischer Defekt			Siehe HAZOP Nr. 5, Sollfunktionseinheit 9	-	-			
	Geschwindigkeit	mehr	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung fährt zu schnell.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Fahrgeschwindigkeiten der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung sind technisch begrenzt.	-			-	-	-			
		Objekt	anders als	Schachttor schließt zu früh	Handlungsfehler			Schachttor schließt, während der beladene PW durch das Schachttor verfahren wird. Das Tor schließt langsam und prallt gegen TE	Steuerung Schachtbeschickung überprüft die Position der Schachttor	-		
		Objekt	anders als	Schachttor schließt nicht.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das offene Schachttor keinen Einfluss auf die TE ausübt.	-	-		
		Objekt	anders als	Schacht-/Rücklaufsperr wird nicht geöffnet, bevor der PW auf die Umladeposition geschoben wird	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren werden kann.	-	-		
	Objekt	anders als	Schacht-/Rücklaufsperr wird nicht geschlossen, nachdem der PW auf die Umladeposition geschoben wurde.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW mit der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung festgehalten wird.	-	-			
	Objekt	anders als	Füllortseitige Plateauwagensperre wird nicht geöffnet, bevor der PW auf die Umladeposition geschoben wird	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW nicht verfahren werden kann.	-	-			
	Objekt	anders als	Füllortseitige Plateauwagensperre wird nicht geschlossen, nachdem der PW auf die Umladeposition geschoben wurde.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der PW mit der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung festgehalten wird.	-	-			

				<b>Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad</b> <b>HAZOP 4: SchachtTransport nach unter Tage</b>			<b>HAZOP-Worksheet</b>				
Auftraggeber: BGE Sitzung: 14.02.2025 Node 2: Schachtförderung bis Übergabe Füllort				Revision: 0		Anlagenbereich: Umladehalle - Schachtförderanlage		Start: Start Schachtförderung Ende: Transporteinheit auf Plateauwagen bereit für Anschlag durch Portalhubwagen im Füllort			
SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMEN / EMPFEHLUNGEN	BEMERKUNGEN	
15. Anschläger (öLS Füllort): Quittiere Ende der Schachtbeschickung "ablaufseitig" durch Betätigung eines Schalter und gib Portalhubwagen zur Umladung der TE frei	Ausführung der Handlung	anders als	Fertigsignal (Ende der Schachtbeschickung) wird ausgegeben bevor der Prozess vollständig abgeschlossen ist.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Portalhubwagen erst losfährt, wenn ein Signal der Aufzieh-Abschiebevorrichtung vollständig ausgefahren ist.	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	Quittierung (Ende der Schachtbeschickung) folgt vor Abschluss der Schachtbeschickung	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Portalhubwagen erst losfährt, wenn ein Signal der Aufzieh-Abschiebevorrichtung vollständig ausgefahren ist.	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-			

- BHB Betriebshandbuch
- BVOS Bergverordnung für Schacht- und Schrägförderanlagen
- k. A. keine Abweichung
- öLS örtlicher Leitstand
- PW Plateauwagen
- TAS Technische Anforderungen an Schacht- und Schrägförderanlagen
- TE Transporteinheit
- ZB Zechenbuch

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 160 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Anhang 6: Tabelle HAZOP Nr. 5

SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
1. Fahrer Transportwagen: Positioniere den Transportwagen auf Übergabeposition	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	TW wird seitlich nicht korrekt verfahren und befindet sich nicht innerhalb der Spurführungsbleche.	Handlungsfehler	45	17	Kollision des mit einer TE beladenen Portalhubwagens mit unbeladenen TW; aufgrund des Kollision können die Drehzapfen der SLT-Lastaufnahmeeinrichtung versagen und es kommt zum Absturz des Gebindes auf den Boden.	- Reflektoren und Lichtgeber (Lichtschranke) zur Überprüfung der korrekten Position des TW. - Näherungsschalter am Distanzhalter zeigen über Signalleuchten dem Fahrer die korrekte Position an - Verriegelung des Portalhubwagens (Portalwagen kann nicht fahren), solange korrekte Position des TW durch Fahrer nicht an öLS gemeldet wird.			
	Weg	weniger	TW ist vor der Übergabeposition abgestellt (innerhalb der Spurführungsbleche).	Handlungsfehler	45	17	Portalhubwagen setzt die TE nicht mit voller Fläche auf die Ladefläche des TW ab. Dadurch kommt es zu einem Absturz des Gebindes auf den Boden.	- Reflektoren und Lichtgeber (Lichtschranke) zur Überprüfung der korrekten Position des TW - Näherungsschalter am Distanzhalter zeigen über Signalleuchten dem Fahrer die korrekte Position an - Verriegelung des Portalhubwagens (Portalwagen kann nicht fahren), solange korrekte Position des TW durch Fahrer nicht an öLS gemeldet wird			
	Weg	mehr	TW wird gegen Distanzhalter gefahren, z. B. durch erhöhte Geschwindigkeit.	Handlungsfehler/ Technischer Defekt			Kollision des unbeladenen TW mit Distanzhalter.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Energieimpuls durch den Distanzhalter absorbiert wird. Der mit einer TE beladene Plateauwagen steht nicht formschlüssig am Distanzhalter.	- Puffer am Distanzhalter - Näherungsschalter am Distanzhalter zeigen über Signalleuchten dem Fahrer die korrekte Position an - verringerte Fahrgeschwindigkeit des TW bei Rückwärtsfahrt von max. 7 km/h			
Geschwindigkeit			k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt			k. A.	-			-	-	-	-	
2. Personal öLS: Teile Fahrer TW den zu transportierenden Typ der TE mit	Ausführung der Handlung	anders als	Dem Fahrer TW wird ein falscher TE-Typ mitgeteilt.	Handlungsfehler		8	Fahrer TW stellt Aufsetzapfen nach falscher Angabe ein. Die TE wird auf den Aufsetzapfen abgestellt. Da die Aufsetzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzapfen. Da diese eine an den Seiten abgechrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes.	-	a) Aufnahme in ZB/BHB als 3-Wege-Kommunikation: TW-Fahrer hat dem öLS mitzuteilen, welcher TE-Typ durch den Portalhubwagen angeliefert wird und welche Aufsetzapfen für TE-Typ eingestellt sind. Rückbestätigung durch öLS erfolgt.  b) Vernetzung des TW-Display und dem öLS: Der öLS gibt über das Display dem Fahrer TW vor, welche TE-Typ angeliefert wird und welche Aufsetzapfen einzustellen sind.	a) hoch: Falsche Einstellung verursacht durch fehlerhafte Kommunikation wird verhindert.  b) hoch: Es kann sicher ausgeschlossen werden, dass die falschen Aufsetzapfen aufgestellt sind.	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
3. Fahrer Transportwagen: Gib den zu transportierenden TE-Typ in das Display der SPS ein. Stelle die Aufsetzapfen und Tauschpaletten-Beladehilfen am TW ein	Ausführung der Handlung	anders als	Aufsetzapfen werden nicht entsprechend des gewählten TE-Typs eingestellt.	Handlungsfehler		8	Die TE wird auf den Aufsetzapfen abgestellt. Da die Aufsetzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzapfen. Da diese eine an den Seiten abgechrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes.	Näherungsschalter übermitteln an SPS des TW die Position der Aufsetzapfen. SPS macht Abgleich der gewählten Aufsetzapfen mit den Vorgaben zum TE-Typ und erkennt dadurch mögliche Abweichungen.			
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer wählt falschen TE-Typ aus und stellt die im Display angezeigten Aufsetzapfen ein	Handlungsfehler		8	Die TE wird auf den Aufsetzapfen abgestellt. Da die Aufsetzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Last liegt damit alleine auf den vier Aufsetzapfen. Da diese eine an den Seiten abgechrägte geringe Aufsetzfläche besitzen, droht eine Beschädigung des Abfallgebindes.	Näherungsschalter übermitteln an SPS des TW die Position der Aufsetzapfen. SPS macht Abgleich der gewählten Aufsetzapfen mit den Vorgaben zum TE-Typ und erkennt dadurch mögliche Abweichungen.	Vernetzung des TW-Display mit dem öLS: Die Angabe zum TE-Typ, welche der öLS vorgibt, werden automatisch an das Display im TW gesendet. Auf dem Display kann der TW-Fahrer den TE-Typ erkennen und es werden ihm die entsprechenden Aufsetzapfen angezeigt.	hoch: Es kann sicher ausgeschlossen werden, dass die falschen Aufsetzapfen aufgestellt sind.	
	Zeit		TW-Fahrer wählt falschen TE-Typ aus und stellt die im Display angezeigten Aufsetzapfen ein	Handlungsfehler		8	Die TE wird auf den Aufsetzapfen abgestellt. Da die Aufsetzapfen falsch eingestellt sind, tauchen diese nicht in die Aussparungen an der TE (ISO-Ecken) ein. Die Transporteinheit ist damit nicht durch die Aufsetzapfen gesichert und stürzt während der Fahrt von der Ladefläche des TW.	- Fünf Lastsensoren auf der Ladefläche des TW detektieren eine aufgesetzte Last. Bei falschem Aufsetzen erkennt mindestens ein Lastsensor die aufgesetzte Last nicht. Es wird keine Fahrtfreigabe erteilt. - TE werden immer mittig auf Ladefläche des TW abgesetzt. Die Ladefläche des TW ist größer als größtmöglich einzulagernder TE-Typ. Die TE kann deshalb im Stillstand des TW nicht von der Ladefläche stürzen.			
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
4. Personal örtlicher Leitstand: Gebe den Typ der umzuladenden Transporteinheit in die SPS des Portalhubwagens ein.	Ausführung der Handlung	anders als	Der TE-Typ ist nicht korrekt in der SPS eingestellt.	Handlungsfehler	45	17	Zentrierbrücke ist nicht korrekt auf den TE-Typ eingestellt. Drehzapfen greifen nicht in die ISO-Ecken.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da TE nicht angehoben werden kann.	- Drehzapfenüberwachung zeigt korrekte Position aller 4 Drehzapfen an. - Signal, dass die Auflage zwischen Zentrierrahmen und TE an allen 4 Drehzapfen vorliegt.	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Technik Portalhubwagen: Passe die Zentrierbrücke auf die umzuladenden Transporteinheit an.	Objekt	anders als	Zentrierbrücke ist nicht korrekt auf den TE-Typ eingestellt.	Technischer Defekt	45	17	Nicht alle Drehzapfen greifen in die ISO-Ecken. Der SLT-Hubrahmen wird angehoben, wobei die Drehzapfen versagen. TE stürzt auf den PW.	- Drehzapfenüberwachung zeigt korrekte Position aller 4 Drehzapfen an. - Signal, dass die Auflage zwischen Zentrierrahmen und TE an allen 4 Drehzapfen vorliegt - Überlasterkennung des SLT-Hubwerks	-	-	
Personal örtlicher Leitstand: Gebe die Umladung frei (Einstellung der Längs- und Querabstände)											
5. Technik Portalhubwagen: Fahre den Portalhubwagen über den Transportwagen zur definierten Übernahmeposition für leere Tauschpalette	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Portalhubwagen fährt über Übernahmeposition hinaus.	Technischer Defekt (Absolutwertdrehgeber defekt)			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Handhabung von Abfallgebinden vorliegt.	-	-	-	
	Weg	weniger	Portalhubwagen fährt nicht bis Übernahmeposition.	Technischer Defekt (Absolutwertdrehgeber defekt)			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Handhabung von Abfallgebinden vorliegt.	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
6. Technik Portalhubwagen: Senke das LLT-Hubwerk auf leere Tauschpalette, nehme die leere Tauschpalette auf und hebe diese auf höchste Hubstellung an.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Leere Tauschpalette ist nicht auf höchste Hubstellung angehoben worden.	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Handhabung von Abfallgebinden vorliegt.	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Hubwerk wird zu schnell gesenkt. <i>Abweichung nicht möglich:</i> Das LLT-Hubwerk verfügt nur über eine Fahrgeschwindigkeit (0,067 m/s).	Technischer Defekt			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Leere Tauschpalette wird zu schnell gehoben. <i>Abweichung nicht möglich:</i> Das LLT-Hubwerk verfügt nur über eine Fahrgeschwindigkeit (0,067 m/s).	Technischer Defekt			-	-	-	-	
	Objekt	mehr	Tauschpalette ist nicht korrekt aufgenommen, z. B. ein Drehzapfen ist nicht verriegelt.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Handhabung von Abfallgebinden vorliegt.	-	-	-	
7. Technik Portalhubwagen: Verfahre Zentrierrahmen mit der leeren Tauschpalette seitlich aus dem Lichtraumprofil des Portalhubwagens heraus.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Zentrierrahmen wird nicht vollständig seitlich ausgefahren.	Technischer Defekt		8	Kollision der leeren Tauschpalette mit TE auf Plateauwagen.  Die Endstellung der Querverschiebung des Zentrierrahmens wird mittels Endschalter überwacht. Eine Fahrt des Portalhubwagens ist nur möglich, wenn der Zentrierrahmen vollständig ausgefahren ist.	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	
8. Technik Portalhubwagen: Fahre Portalhubwagen über den Plateauwagen bis die SLT-Lastaufnahmeeinrichtung über der TE auf dem Plateauwagen steht.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	Portalhubwagen steht mit SLT-Lastaufnahmeeinrichtung nicht zentriert über Plateauwagen.	Technischer Defekt (Absolutwertdrehgeber defekt)			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung in dieser Sollfunktionseinheit (Auswirkung siehe SFE 9).	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
9. Technik Portalhubwagen: Senke den Hubrahmen auf Transporteinheit bis in die Übernahmeposition (Plateauwagen) ab.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Portalhubwagen steht mit SLT-Lastaufnahmeeinrichtung nicht zentriert über Plateauwagen.	Technischer Defekt (Absolutwertdrehgeber defekt)			Kollision des Hubrahmens mit der TE  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Senkgeschwindigkeit (max. 0,067 m/s) gering ist. Der Hubrahmen liegt mit dem Eigengewicht auf TE.				
	Weg	anders als	Aufzieh-/Abschiebevorrichtung schiebt den beladenen Plateauwagen nicht vollständig auf die Übernahmeposition.	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Endstellung der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung erreicht werden muss, damit die TE vom Plateauwagen abgeladen werden kann. Portalshubwagen fährt erst los, wenn Signal der Aufzieh-/Abschiebevorrichtung vorliegt.				
	Geschwindigkeit	mehr	Hubrahmen wird zu schnell gesenkt.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Der Hubrahmen wird mit einer Geschwindigkeit von max. 0,067 m/s gesenkt. Eine höhere Geschwindigkeit ist technisch ausgeschlossen.	Technischer Defekt			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
10. Technik Portalhubwagen: Verriegle Drehzapfen und hebe den Hubrahmen mit Transporteinheit bis in die höchste Hubstellung der Lastaufnahmeeinrichtung (abhängig vom TE-Typ) an.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Hubrahmen verfährt über maximal mögliche höchste Hubstellung.	Technischer Defekt			Hubrahmen fährt gegen Schwerlastportal.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Geschwindigkeit (max. 0,067 m/s) gering ist.	Endschalter begrenzen die maximale Hubhöhe.			
	Weg	weniger	Zentrierrahmen verfährt nicht zur der für diesen TE-Typ notwendigen Hubhöhe.	Technischer Defekt			8 Kollision der TE mit dem Distanzhalter oder dem TW.	Verfahren des Portalhubwagens ist nur möglich, wenn der Zentrierrahmen/Hubrahmen in für diesen TE-Typ notwendigen Hubstellung ist.  Diversitäres Messsystem: - Berührungslose Endschalter für die Hubwerke - Absolutwegaufnehmer für die Hubmotore			
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt	anders als	Ein Drehzapfen ist nicht verriegelt.	Technischer Defekt			8 Nicht alle Drehzapfen greifen in die ISO-Ecken. Der SLT-Hubrahmen wird angehoben, wobei die Drehzapfen versagen. TE stürzt auf den PW.	- Drehzapfenüberwachung verhindert, dass der Hubrahmen gehoben wird, sobald ein Drehzapfen nicht verriegelt ist. - Überlasterkennung des SLT-Hubwerks				
Objekt	anders als	Komponente des Spreaders versagt.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Das Hubwerk für TE und die Lastaufnahmeeinrichtung sind in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt und werden nach KTA 3903 geprüft., sodass technische Defekte dieser Art vermieden werden.	-			-	-	-	-		
Portalhubwagen fährt vor und setzt leere Tauschpalette auf Plateauwagen ab. Keine Betrachtung, da kein Transport eines Abfallgebundes stattfindet.											
11. Technik Portalhubwagen: Fahre mit Transporteinheit über den Distanzhalter zu Übergabeposition (Transportwagen).	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Komponente des Spreaders versagt über dem Distanzhalter.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Das Hubwerk für TE und die Lastaufnahmeeinrichtung sind in Anlehnung an KTA 3902 ausgelegt und werden nach KTA 3903 geprüft, sodass technische Defekte dieser Art vermieden werden.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	Portalhubwagen wird über die Übergabeposition am TW hinaus gefahren.	Technischer Defekt (Ausfall des Absolut-Wegaufnehmers)			8 Kollision mit Kabine des TW	- Endpositionen der Verfahrswege des Längsfahrwerkes werden mit Endschaltern erfasst, welche direkt die Antriebsmotore ausschalten - Mechanische Endanschläge an den Enden der Schiene			
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
12. Technik Portalhubwagen: Senke Hubrahmen bis in die Übergabeposition (Transportwagen). Setze die Transporteinheit auf Transportwagen ab.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	Portalhubwagen steht nicht über Übergabeposition (TW). Zentrierbrücke steht nicht über Aufsetzapfen.	Technischer Defekt (Ausfall des Absolut-Wegaufnehmers)	8	Kollision der TE mit Fahrzeugteilen des TW (Aufsetzapfen)	Diversitäre Überwachung des Weges und Verarbeitung der Messwerte durch Positioniersteuerung.	Keine Absenkung der TE, wenn Portalhubwagen nicht korrekt über dem TW positioniert ist.	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Hubrahmen wird zu schnell gesenkt.  <u>Abweichung nicht möglich:</u> Das Hubrahmen wird mit einer Geschwindigkeit von max. 0,067 m/s gesenkt. Eine höhere Geschwindigkeit ist technisch ausgeschlossen.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
13. Technik Portalhubwagen: Entriegle Drehzapfen und hebe Hubrahmen an.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Ein Drehzapfen wird nicht entriegelt.	Technischer Defekt	8	Der SLT-Hubrahmen wird angehoben und hebt TE an. Der nicht entriegelte Drehzapfen versagt. TE stürzt auf den TW.	- Drehzapfenüberwachung zeigt korrekte Position aller 4 Drehzapfen an. - Überlasterkennung des SLT-Hubwerks	-	-	-		
14. Technik Portalhubwagen: Fahre Portalhubwagen in Ruheposition.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort	anders als	TW bewegt sich, bevor der Portalhubwagen auf Ruheposition verfahren wurde.	Handlungsfehler/ Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da keine Kollision zwischen Portalhubwagen und TW stattfindet.	- Der Portalhubwagen muss hinter der Kontaktleiste des TW stehen, sonst erfolgt keine Freigabe zur Fahrt des TW. - TW-Fahrer wird über Sprechfunk über den Abschluss der Beladung informiert.	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

- ISO Internationale Organisation für Normung
- k. A. keine Abweichung
- KTA Kerntechnischer Ausschuss
- LLT Leichtlastteil
- öLS örtlicher Leitstand
- PHW Portalhubwagen
- PW Plateauwagen
- SLT Schwerlastteil
- SPS Speicherprogrammierbare Steuerung
- TE Transporteinheit
- TW Transportwagen
- ZB/BHB Zeichenbuch/Betriebshandbuch

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 165 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Anhang 7: Tabelle HAZOP Nr. 6

SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
1. TW-Fahrer: Erhalte Fahrauftrag und fahre (mit Abfallgebinde beladenen) TW aus „Umladeposition TW“ in Richtung Füllortausfahrt	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt ohne Fahrauftrag los	Handlungsfehler			TW fährt los und stoppt an dem nächsten auf ROT stehenden LSG (Lichtsignalgeber) im Knoten 1 Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt rückwärts los	Handlungsfehler			TW drückt gegen Puffer des Distanzhalters Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg	mehr		TW-Fahrer fährt weiter als Füllortausfahrt und überfährt den Haltepunkt bei rot-zeigendem LSG.	Handlungsfehler			TW fährt in den Knoten 1	Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung	-	-	
	Geschwindigkeit			k. A.	-			-	-	-	-	
2. LSA-Steuerung: Erteile Freigabe der Streckeneinfahrt an Knoten 1 der ETS TW-Fahrer: Fahre (mit Abfallgebinde beladenen) TW in den freigegebenen Streckenabschnitt bis zur Wetterschleuse und halte an dem mittels Bake gekennzeichneten Haltepunkt an. Warte auf Öffnung der Wettertüren	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg	anders als		TW-Fahrer fährt in die falsche Strecke	Handlungsfehler			TW fährt in Strecke 02YEA02/R001	Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung	-	-	
	Weg	mehr		TW-Fahrer stoppt nicht vor der Wettertür	Handlungsfehler			TW prallt gegen die Wettertür Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt, und das Abfallgebinde nicht betroffen ist	-	-		
	Weg	mehr		TW stoppt nicht vor der Wettertür	Technischer Defekt: Bremsversagen			TW prallt gegen die Wettertür Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	- - Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr		TW-Fahrer fährt zu schnell an die Wettertür heran	Handlungsfehler			Verlängerter Bremsweg und TW prallt gegen die Wettertür Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	-	-	-	Ddie Geschwindigkeit beträgt max. 10 km/h und ist durch den Winkel des Knickgelenks beeinflusst. Je weiter das Gelenk geknickt wird, desto geringer die Geschwindigkeit
	Objekt	anders als		LSA erteilt Freigabe, obwohl Streckenabschnitt nicht frei ist	Technischer Defekt	51	19	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug	- TW-Fahrer erkennt entgegenkommendes Fahrzeug und hält an - Personal öLS-ViU erkennt über die Videoüberwachung in belegten Bereich einfahrendes Fahrzeug und warnt über Grubenfunk - Die Lichtsignalanlage LSA überwacht sich selbst und geht bei Versagen in Störung (z.B. gelb Blinken). - Fahrer werden über Grubenfunk über die Freigaben der einzelnen Bereiche informiert	-	-	
	Objekt	anders als		LSA erteilt Freigabe, obwohl Streckenabschnitt nicht frei ist	Technischer Defekt	52	21	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall.	- TW-Fahrer erkennt entgegenkommendes Fahrzeug und hält an - Personal öLS-ViU erkennt über die Videoüberwachung in belegten Bereich einfahrendes Fahrzeug und warnt über Grubenfunk - Die Lichtsignalanlage LSA überwacht sich selbst und geht bei Versagen in Störung (z. B. gelb Blinken). - Fahrer werden über Grubenfunk über die Freigaben der einzelnen Bereiche informiert - Betonausbau / Maschendraht in der Strecke schützt vor Steinfall - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW und anderem Fahrzeug verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall	-	-	
	Objekt	anders als		Wettertür öffnet nicht	Technischer Defekt			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da Fahrer vor der geschlossenen Tür stoppt.	-	-	-	
3. TW-Fahrer: Fahre in die Wetterschleuse ein, halte TW an dem mittels Bake gekennzeichneten Haltepunkt in der Wetterschleuse an. Sichere TW.	Ausführung der Handlung	anders als	TW steht nicht in neutraler Fahrstufe (nicht gesichert)	Handlungsfehler			TW rollt an und prallt gegen die Wettertür. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	TW-Fahrer bemerkt unbeabsichtigtes Wegrollen und bremst	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg	mehr		TW-Fahrer stoppt nicht vor der Wettertür	Handlungsfehler			TW prallt gegen die Wettertür. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	-	-		
	Weg	mehr		TW stoppt nicht vor der Wettertür	Technischer Defekt: Bremsversagen			TW rollt an und prallt gegen die Wettertür. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebinde nicht betroffen ist.	- - Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster am TW - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-	
	Geschwindigkeit			k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als		Die Wettertür schließt, während TW durchfährt	Technischer Defekt: Versagen Lichtschränke			Wettertür prallt gegen TW. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Wettertüren gegen die Ladefläche des TW stoßen und der TW breiter als das Abfallgebinde ist. Dadurch kollidiert das Abfallgebinde nicht mit den Wettertüren.	Schließkantensicherung stoppt den Schließvorgang der Wettertür	-	-		

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
4. TW-Fahrer: Fahre aus der Wetterschleuse aus, wenn die Wettertür vollständig geöffnet ist	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit	zu früh	TW-Fahrer fährt los, bevor die Wettertür vollständig geöffnet ist	Handlungsfehler			TW prallt gegen die Wettertür.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW mit dem Führerhaus gegen die Wettertür prallt und das Abfallgebände nicht betroffen ist.	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	Umkehrung	TW-Fahrer fährt rückwärts	Handlungsfehler			TW prallt gegen Wettertüren der Einfahrtseite.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Ladefläche des TW gegen die Wettertüren stößt und der TW breiter als das Abfallgebände ist. Dadurch kollidiert das Abfallgebände nicht mit den Wettertüren.	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt	anders als	Die Wettertür schließt, während TW durchfährt	Technischer Defekt: Versagen Lichtschranke			Wettertür prallt gegen TW.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da die Wettertüren gegen die Ladefläche des TW stoßen und der TW breiter als das Abfallgebände ist. Dadurch kollidiert das Abfallgebände nicht mit den Wettertüren.	Schließkantensicherung stoppt den Schließvorgang der Wettertür	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
	Ausführung der Handlung	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Handlungsfehler	53	19	TW prallt gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung: - falls der TW mit dem Führerhaus gegen den Stoß prallt, ist das Abfallgebände nicht betroffen. - falls der TW mit der Ladefläche gegen den Stoß prallt, kollidiert das Abfallgebände nicht mit dem Stoß, da der TW breiter als das Abfallgebände ist.	- Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Handlungsfehler	53	19	TW prallt gegen den Stoß und es kommt zu einem Steinfall.	- Die sicherheitsrelevante Auswirkung Steinfall ist nicht möglich, da von einem Integritätsverlust der Abfallgebände nur bei einem Aufprall mit größer 4 m/s oder bei einem Aufprall mit Brand ausgegangen werden kann. - Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Handlungsfehler	54	21	TW prallt gegen den Stoß.  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall ausgelöst durch den Brand.	- Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW und anderem Fahrzeug verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Sicht durch Staubeinwirkung eingeschränkt	53	19	TW prallt gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung: - falls der TW mit dem Führerhaus gegen den Stoß prallt, ist das Abfallgebände nicht betroffen. - falls der TW mit der Ladefläche gegen den Stoß prallt, kollidiert das Abfallgebände nicht mit dem Stoß, da der TW breiter als das Abfallgebände ist.	- Maßnahmen (Entstaubung der Wetter) bei stauberzeugenden Arbeiten im wettertechnisch vorgeschalteten Grubengebäude. - Anweisung für Fahrer, dass das Verhalten den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden muss. - Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4m/s) erreichen kann - Im Einlagerungsbetrieb wird die ETS regelmäßig gewässert, um Staubeentwicklung zu verhindern	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Sicht durch Staubeinwirkung eingeschränkt	53	19	TW prallt gegen den Stoß und es kommt zu einem Steinfall.	- Die sicherheitsrelevante Auswirkung Steinfall ist nicht möglich, da von einem Integritätsverlust der Abfallgebände nur bei einem Aufprall mit größer 4 m/s oder bei einem Aufprall mit Brand ausgegangen werden kann. - Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall - Maßnahmen (Entstaubung der Wetter) bei stauberzeugenden Arbeiten im wettertechnisch vorgeschalteten Grubengebäude. - Anweisung für Fahrer, dass das Verhalten den örtlichen Gegebenheiten angepasst werden muss. - Im Einlagerungsbetrieb wird die ETS regelmäßig gewässert, um Staubeentwicklung zu verhindern	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Unbeladener TW fährt aus Ausweichnische in den mit einem beladenen TW belegten Streckenabschnitt	Handlungsfehler: ROT-Überfahung	51	19	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug	- Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - Personal öLS-VluT: Verhinderung von	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Unbeladener TW fährt aus Ausweichnische in den mit einem beladenen TW belegten Streckenabschnitt	Handlungsfehler: ROT-Überfahung	52	21	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall.	- Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - Personal öLS-VluT: Verhinderung von Gegenverkehr für den beladenen TW - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW und anderem Fahrzeug verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall	-	-	

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
5. LSA-Steuerung: Erteile Freigabe der Streckeneinfahrt an Knoten 2 bis x der ETS TW-Fahrer: Fahre (mit Abfallgebinde beladenen) TW in den freigegebenen Streckenabschnitt und fahre bis zur "Warteposition TW Umladung"	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt in die falsche Strecke	Handlungsfehler	51	19	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug	- Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - Personal öLS-VluT: Verhinderung von Gegenverkehr für den beladenen TW	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt in die falsche Strecke	Handlungsfehler	52	21	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall.	- Optische und akustische Warnsignale durch LSA-Steuerung - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - Personal öLS-VluT: Verhinderung von Gegenverkehr für den beladenen TW - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am	-	-	
	Zeit		k. A.	-	-			-	-	-	
	Ort		k. A.	-	-			-	-	-	
	Weg	anders als	TW-Fahrer (mit TE beladener TW) fährt in die Auswechnische  Abweichung nicht möglich, da Auswechnische nur in Rückwärtsfahrt des beladenen TW erreicht werden kann	-	-			-	-	-	
	Geschwindigkeit	mehr	Beschleunigung des TW auf Gefällstrecke  Abweichung nicht möglich: Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann	Technischer Defekt: Bremsversagen	-			- Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster am TW - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-	
	Objekt	mehr	Es fährt ein weiteres Fahrzeug in der Einlagerungsstrecke, z. B. zu Wartungszwecken, etc.	Handlungsfehler	-	8	Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug	- Personal öLS-VluT warnt Fahrer über Grubenfunk - Bei ROT-Überfahung durch anderes Fahrzeug wird ein optisches (Blitzlicht) und akustischer (Sirene) Warnsignal ausgegeben. - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - LSA-Steuerung (TW hat Vorrang) - TW-Fahrer erkennt anderes Fahrzeug	-	-	
Objekt	mehr	Es fährt ein weiteres Fahrzeug in der Einlagerungsstrecke, z. B. zu Wartungszwecken, etc.	Handlungsfehler	-	8	Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall.	- Personal öLS-VluT warnt Fahrer über Grubenfunk - Bei ROT-Überfahung durch anderes Fahrzeug wird ein optisches (Blitzlicht) und akustischer (Sirene) Warnsignal ausgegeben. - Bei einer Rot-Überfahung oder bei einer Einfahrt in einen nicht freigegebenen Streckenabschnitt werden alle LSG auf rot geschaltet. Eine Fahrt anderer Fahrzeuge wird damit gestoppt. - LSA-Steuerung (TW hat Vorrang) - TW-Fahrer erkennt anderes Fahrzeug - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW und anderem Fahrzeug verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall	-	-		

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
	Objekt	anders als	Gegenstand im Fahrweg des beladenen TW	Handlungsfehler/ Technischer Defekt			Beladener TW prallt gegen Gegenstand und wird beschädigt.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf das Abfallgebände, da TW nur mit Führerkabine gegen SF prallt.	- Fahrzeuge unterliegen der regelmäßigen Wartung und WKP. Somit ist auszuschließen, dass sich Teile unbemerkt vom Fahrzeug lösen - Transporte (keine Abfallgebände) werden ausschließlich in Wartungsschichten und unter Berücksichtigung der Ladungssicherung durchgeführt.	-	-	
	Objekt	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Technischer Defekt: Defekt am TW (Ausfall Beleuchtung, Lenkungs- oder Bremsversagen)	53	19	TW prallt gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung: - falls der TW mit dem Führerhaus gegen den Stoß prallt, ist das Abfallgebände nicht betroffen. - falls der TW mit der Ladefläche gegen den Stoß prallt, kollidiert das Abfallgebände nicht mit dem Stoß, da der TW breiter als das Abfallgebände ist.	- Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am TW - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Fahrzeug hat mehrfach gesicherte Beleuchtung (Beleuchtung im Sicherheitskreis)	-	-	
	Objekt	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Technischer Defekt: Defekt am TW (Ausfall Beleuchtung, Lenkungs- oder Bremsversagen)	53	19	TW prallt gegen den Stoß und es kommt zu einem Steinfall.	- Die sicherheitsrelevante Auswirkung Steinfall ist nicht möglich, da von einem Integritätsverlust der Abfallgebände nur bei einem Aufprall mit größer 4 m/s oder bei einem Aufprall mit Brand - Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall - Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Fahrzeug hat mehrfach gesicherte Beleuchtung (Beleuchtung im Sicherheitskreis)	-	-	
	Objekt	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Technischer Defekt: Defekt am TW (Ausfall Beleuchtung, Lenkungs- oder Bremsversagen)	54	21	TW prallt gegen den Stoß.  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall ausgelöst durch den Brand.	- Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Fahrzeug hat mehrfach gesicherte Beleuchtung (Beleuchtung im Sicherheitskreis) - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall	-	-	
	Objekt	anders als	LSA erteilt Freigabe, obwohl Streckenabschnitt nicht frei ist	Technischer Defekt	51	19	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug	- TW-Fahrer und Fahrer entgegenkommendes Fahrzeug erkennen anderes Fahrzeug und halten an. - Drei unabhängige technische Einrichtungen zur Detektion von Fahrzeugen und zur Identifikation von TW an Knotenpunkten. Freigabe der Teilstrecke nur, wenn keine der Detektoren ein weiteres Fahrzeug identifiziert.	-	-	
	Objekt	anders als	LSA erteilt Freigabe, obwohl Streckenabschnitt nicht frei ist	Technischer Defekt	52	21	TW fährt in belegten Streckenabschnitt, Fahrzeug kommt entgegen: Kollision von beladenem TW mit leerem TW oder sonstigem Fahrzeug  Die Kollision führt zu einem Brand und ggf. Steinfall.	- TW-Fahrer und Fahrer entgegenkommendes Fahrzeug erkennen anderes Fahrzeug und halten an. - Drei unabhängige technische Einrichtungen zur Detektion von Fahrzeugen und zur Identifikation von TW an Knotenpunkten. Freigabe der Teilstrecke nur, wenn keine der Detektoren ein weiteres Fahrzeug identifiziert. - Ausbau in der Strecke schützt vor Steinfall - Einsatz von Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW verhindert eine Brandausbreitung und dadurch einen durch Brand ausgelösten Steinfall	-	-	

SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
6. TW-Fahrer: Positioniere und sichere TW in der „Warteposition TW Umladung“ und informiere Personal öLS-VuT und SF-Fahrer (Grubenfunk) darüber	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer hält nicht an Warteposition	Handlungsfehler	60	19	TW prallt gegen SF im Umladebereich  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf das Abfallgebäude, da TW nur mit Führerkabine gegen SF prallt.	SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in Umladebereich und warnt TW-Fahrer über Grubenfunk	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer hält nicht an Warteposition	Handlungsfehler	61	21	TW prallt gegen SF im Umladebereich  Die Kollision führt zu einem Brand.	- SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in Umladebereich und warnt TW-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Handlungsfehler / Technischer Defekt	64	19	TW prallt mit geringer Positioniergeschwindigkeit gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der Anprall keine Beschädigung des Betonausbaus / Maschendrahts verursacht.	- Durch Überwachungs- und Begrenzungseinrichtungen wird verhindert, dass der TW höhere Geschwindigkeiten als 10 km/h (< 4 m/s) erreichen kann	-	-	
	Weg	anders als	TW verliert vorgesehene Fahrspur	Handlungsfehler / Technischer Defekt	65	21	TW prallt mit geringer Positioniergeschwindigkeit gegen den Stoß.  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW	-	-	
	Weg	mehr	TW fährt über Umladeposition hinaus	Handlungsfehler / Technischer Defekt			TW prallt gegen leere Tauschpalette  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebäude, da leere Tauschpalette kein festes Hindernis darstellt.	- Regelmäßige Wartung des TW - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des TW vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt	anders als	TW steht nicht in neutraler Fahrstufe (nicht gesichert)	Handlungsfehler			8	TW rollt in Einlagerungskammer	Feststellbremse liegt bei Stillstand des TW immer an	-	-	

- ETS Einlagerungstranstrecke
- HRD High Rate Discharge
- k. A. Keine Abweichung
- LSA Lichtsignalanlage
- LSG Lichtsignalgeber
- öLS-VuT Örtlicher Leitstand Verkehrslenkung unter Tage
- SF Stapelfahrzeug
- SPS Speicherprogrammierbare Steuerung
- TW Transportwagen
- WKP Wiederkehrende Prüfung

	<b>Überprüfung der sicherheitstechnischen Anforderungen des Endlagers Konrad (ÜsiKo) – Phase 2: HAZOP</b>	Seite: 172 von 184 Stand: 21.10.2024
---	---	---

## Anhang 8: Tabelle HAZOP Nr. 7

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
1. SF-Fahrer: Informiere TW-Fahrer und Bedienpersonal des örtlichen Leitstands 850-m-Sohle über Grubenfunk über die Bereitstellung des SF für den Entladevorgang  TW-Fahrer: Fahre in "Umladebereich". Halte an "Umladeposition" und sichere TW. Bereite TW zur Entladung vor, informiere SF-Fahrer über Entladebereitschaft	Ausführung der Handlung	nicht	TW wird nicht gesichert	Handlungsfehler	64	19	Beladener TW rollt weg und prallt gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde: Der TW ist breiter als die TP. Dadurch kollidiert die TP nicht mit dem Stoß.	Feststellbremse liegt bei Stillstand des TW immer an	-	-		
	Ausführung der Handlung	nicht	TW wird nicht gesichert	Handlungsfehler	65	21	Beladener TW rollt weg und prallt gegen den Stoß.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Feststellbremse liegt bei Stillstand des TW immer an - Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	64	19	Beladener TW prallt gegen den Stoß.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde: Der TW ist breiter als die TP. Dadurch kollidiert die TP nicht mit dem Stoß.	-	-	-	Anprall an den Stoß kann in folgenden SFE auftreten und wird daher abdeckend nur in dieser SFE betrachtet	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	65	21	Beladener TW prallt gegen den Stoß.  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW	-	-	Anprall an den Stoß kann in folgenden SFE auftreten und wird daher abdeckend nur in dieser SFE betrachtet	
	Zeit	zu früh	TW fährt in "Umladebereich" bevor SF-Fahrer darüber informiert hat, dass der "Umladebereich" frei ist	Handlungsfehler	60	19	Beladener TW prallt gegen SF in der Entladekammer.  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde: Der TW ist breiter als die TP. Dadurch kollidiert die TP nicht mit dem SF.	SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt des TW in "Umladebereich" und informiert TW-Fahrer über Grubenfunk	-	-		
	Zeit	zu früh	TW fährt in "Umladebereich" bevor SF-Fahrer darüber informiert hat, dass der "Umladebereich" frei ist	Handlungsfehler	61	21	Beladener TW prallt gegen SF in der Entladekammer  Die Kollision führt zu einem Brand.	- SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt des TW in "Umladebereich" und informiert TW-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-		
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Weg	mehr	TW fährt zu weit	Handlungsfehler				TW kann nicht entladen werden  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-		
2. SF-Fahrer: Fahre an TW heran und betätige die Bedienelemente zur Einstellung der Gabelzinken. Lasse Gabelzinken in Gabeltaschen eintauchen bis TP an Gabelrücken anliegt	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinke taucht nicht in Gabeltaschen ein	Handlungsfehler: Gabel ist zu hoch eingestellt	66	17	Gabelzinke prallt gegen Abfallgebinde und es kommt zum Absturz des Abfallgebundes auf die Sohle	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - Höhenverstellung der Gabelzinken ist nur bei stehendem Fahrzeug möglich - SF-Fahrer überwacht die korrekte Höheneinstellung mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinken sind nicht korrekt auf die Abfallgebindeart eingestellt.	Handlungsfehler: Falsche Eingabe der Abfallgebindeart durch SF-Fahrer	66	17	Gabelzinke prallt gegen Tauschpalette und schiebt diese vom TW; Abfallgebinde stürzt auf die Sohle	- TP ist durch Aufsetzzapfen gegen Verrutschen gesichert - Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - SF-Fahrer überwacht die korrekte Einstellung der Gabelzinken mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-		
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Weg	mehr	SF fährt zu weit	Handlungsfehler / technischer Defekt	66	17	Gabelrücken drückt gegen TP, schiebt diese vom TW und Abfallgebinde stürzt auf die Sohle	- SF fährt langsam an die TP heran - TP ist durch Aufsetzzapfen gegen Verrutschen gesichert - Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-		
Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
3. SF-Fahrer: Hebe TP an und fahre SF rückwärts in Entladekammer	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelrücken liegt nicht an TP an, Abstand beträgt mehr als halbe Breite der TP	Handlungsfehler	66	17	TP rutscht beim Anheben von den Gabelzinken; Abfallgebinde fallen von TP auf TW / Sohle	SF-Fahrer erkennt mittels Kameras, dass der Gabelrücken nicht ordnungsgemäß an der TP anliegt	-	-	Wird überwacht, ob die Gabelzinken komplett in die Gabeltaschen eingetaucht sind, oder ob der Gabelrücken an der TP anliegt? Aussage BGE: es gibt keine Überwachung der Eintauchtiefe der Gabelzinken
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	weniger	TP wird nicht ausreichend hoch angehoben	Handlungsfehler	66	17	TP bleibt an Aufsetzapfen hängen und rutscht von der Gabel; Abfallgebinde fallen auf die Sohle	- Hubhöhenanzeige im Stapelfahrzeug - Anweisung an den SF-Fahrer: Durchführen der Kontrolle der Hubhöhenanzeige	-	-	Kann der SF-Fahrer gleichzeitig die Lage der TP auf der Gabel und den Fahrweg bei Rückwärtsfahrt kontrollieren? Aussage BGE: Monitor der Rückfahrkamera ist am Bedienpult montiert. Bei der Rückwärtsfahrt sitzt der Fahrer SF in Querlage und kann sowohl den Fahrweg als auch die Gabelzinken beobachten
	Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	64	19	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF; Abfallgebinde verrutscht auf der TP und prallt gegen Gabelrücken	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	65	21	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF; Abfallgebinde verrutscht auf der TP und prallt gegen Gabelrücken  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF). - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Handlungsfehler	64	19	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF; Abfallgebinde verrutscht auf der TP und prallt gegen Gabelrücken	Kamera für Rückwärtsfahrt	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Handlungsfehler	65	21	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF; Abfallgebinde verrutscht auf der TP und prallt gegen Gabelrücken  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Kamera für Rückwärtsfahrt - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-	
Geschwindigkeit			k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt			k. A.	-			-	-	-	-	
4. TW-Fahrer: Nach Erhalt der Freigabe vom SF-Fahrer: Fahre entladenen TW rückwärts in die "Warteposition TW".	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt vorwärts in Richtung ELK	Handlungsfehler		8	TW prallt gegen leere TP auf "Abstellposition Umladebereich"; Absturz von Abfallgebinden auf die Sohle	- TW-Fahrer erkennt auf den ca.-15 m Wegstrecke bis zur TP diese als Hindernis und hält an - SF-Fahrer erkennt Fehler des TW-Fahrers und warnt diesen über Grubenfunk	-	-	
	Zeit	zu früh	TW-Fahrer fährt während des Umladevorgangs los	Handlungsfehler		8	TW prallt gegen beladene TP, welche sich auf dem SF befindet; Absturz von Abfallgebinden auf die Sohle	SF-Fahrer erkennt anfahren TW und warnt TW-Fahrer über Grubenfunk	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-	

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
5. SF-Fahrer: Nach Meldung durch TW-Fahrer, dass die Umladeposition frei ist: Fahre beladenes SF aus der Entladekammer in den "Abstellbereich TP am Umladebereich".	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt los, bevor der TW die Umladeposition geräumt hat	Handlungsfehler	60	19	Beladenes SF prallt gegen TW; Absturz von Abfallgebänden auf die Sohle	TW-Fahrer erkennt anfahrens SF und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt los, bevor der TW die Umladeposition geräumt hat	Handlungsfehler	61	21	Beladenes SF prallt gegen TW; Absturz von Abfallgebänden auf die Sohle Die Kollision führt zu einem Brand.	- TW-Fahrer erkennt anfahrens SF und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler			SF mit beladener TP prallt gegen für Rücktransport bereitliegende leere TP  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da leere Tauschpalette kein festes Hindernis darstellt					
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	68	19	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebändes auf die Sohle		a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF umranden. b) Visuelle Darstellung / Projektion der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	a) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich. b) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	In der Einlagerungskammer besteht kein Betonausbau und es gibt kein Maschendraht für den Stoß und Firste	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	69	21	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebändes auf die Sohle Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF umranden. b) Visuelle Darstellung / Projektion der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	a) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich. b) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Zeit		k. A.	-	-		-	-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-	-		-	-	-	-	-	
	Weg	mehr		SF-Fahrer fährt bis zum Einlagerungsort	Handlungsfehler			Rückfahrt des TW wird verzögert  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung				
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-		-	-	-	-	-	
	Objekt	anders als		SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen	68	19	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß	- arbeitstägl. Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Regelmäßige Wartung des SF - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS			
Objekt	anders als		SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen	69	21	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägl. Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF				
Objekt	anders als		SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt am SF			SF mit beladener TP prallt gegen für Rücktransport bereitliegende leere TP  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da leere Tauschpalette kein festes Hindernis darstellt	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägl. Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn				
6. SF-Fahrer: Setze beladene TP in Abstellbereich TP am "Umladebereich" ab, nehme leere TP auf und fahre rückwärts in Entladekammer	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
7. TW-Fahrer: Fahre TW in "Umladebereich". Melde an SF-Fahrer, dass TW in Umladeposition steht und für die Beladung bereit ist.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg	mehr		TW fährt zu weit bis in Einlagerungskammer	Handlungsfehler		8	TW prallt gegen beladene TP in "Abstellbereich TP"	- SF-Fahrer bemerkt zu weite Fahrt und warnt TW-Fahrer über Grubenfunk - TW fährt langsam (3 m/s) - Beladene TP steht ca. 15 m von der Entladekammer entfernt			
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
8. SF-Fahrer: Belade TW mit leerer TP. TW-Fahrer: Fahre rückwärts in "Warteposition TW Umladung".	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-			

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
9. SF-Fahrer: Fahre aus Entladekammer in "Abstellbereich TP am Umladebereich" und nimm beladene TP auf	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinke taucht nicht in Gabeltaschen ein	Handlungsfehler: Gabel ist zu hoch eingestellt		8	Gabelzinke prallt gegen Abfallgebinde und beschädigt dieses, ggf. wird Abfallgebinde von TP geschoben	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - SF-Fahrer überwacht die korrekte Höheneinstellung mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinken sind nicht korrekt auf die Abfallgebindeart eingestellt.	Handlungsfehler: Falsche Eingabe der Abfallgebindeart durch SF-Fahrer			Gabelzinke prallt gegen TP und verschiebt diese auf der Sohle Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - SF-Fahrer überwacht die korrekte Einstellung der Gabelzinken mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt zu weit	Handlungsfehler			Gabelrücken drückt gegen TP und verschiebt diese auf der Sohle Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt zu weit	Technischer Defekt			Gabelrücken drückt gegen TP und verschiebt diese auf der Sohle Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn-Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
10. SF-Fahrer: Fahre das SF mit aufgenommener beladener TP aus dem "Abstellbereich TP am Umladebereich" in den "Abstellbereich TP am Einlagerungsort" und stelle beladene TP im "Abstellbereich TP am Einlagerungsort" seitlich in der ELK ab	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	68	19	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebundes auf die Sohle	-	Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	69	21	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebundes auf die Sohle Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Visuelle Darstellung / Projizierung der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	SF-Fahrer fährt über "Abstellbereich TP am Einlagerungsort" hinaus	Handlungsfehler	68	19	SF mit beladener TP prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde	-	Mobile Schwelle im definierten Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
	Weg	mehr	SF-Fahrer fährt über "Abstellbereich TP am Einlagerungsort" hinaus	Handlungsfehler	69	21	SF mit beladener TP prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Mobile Schwelle im definierten Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
Objekt	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen		68	19	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn-Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-	
Objekt	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen		69	21	SF mit beladener TP fährt gegen den Stoß Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn-Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-	
11. SF-Fahrer: Betätige die Bedienelemente zur Einstellung der Gabelzinken. Nehme mit Hilfe der Gabelzinken des SF ein zylindrische Abfallgebinde von der abgestellten TP auf.	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinke taucht nicht in Raum zwischen TP und zylindrische Abfallgebinde ein	Handlungsfehler: Gabel ist zu hoch eingestellt	66	17	Gabelzinke prallt gegen Abfallgebinde und beschädigt dieses, ggf. wird Abfallgebinde von Palette geschoben	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - SF-Fahrer überwacht die korrekte Höheneinstellung mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Gabelzinken sind nicht korrekt auf die Abfallgebindeart eingestellt.	Handlungsfehler: Falsche Eingabe der Abfallgebindeart durch SF-Fahrer			Gabelzinke prallt gegen TP und verschiebt diese auf der Sohle Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an die TP heran - SF-Fahrer überwacht die korrekte Einstellung der Gabelzinken mittels Kameras, die die Gabelspitzen zeigen - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
12. SF-Fahrer: Fahre das SF mit aufgenommenem zylindrischen Abfallgebände aus dem "Abstellbereich TP am Einlagerungsort" zum Einlagerungsort.	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt zu weit	Handlungsfehler	68	19	SF mit zylindrischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände	-	Mobile Schwelle im definierten Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt zu weit	Handlungsfehler	69	21	SF mit zylindrischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Mobile Schwelle im definierten Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	
	Zeit		k. A.	-				-	-	-	
	Ort		k. A.	-				-	-	-	
	Weg		k. A.	-				-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-				-	-	-	
Objekt	anders als	SF-Fahrer fährt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	68	19	SF mit zylindrischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; Abfallgebände werden beschädigt	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn- Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-		
Objekt	anders als	SF-Fahrer fährt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	69	21	SF mit zylindrischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; Abfallgebände werden beschädigt  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn- Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Not-Halt-Taster - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-		
13. SF-Fahrer: Positioniere das zylindrische Abfallgebände über der Absetzposition am Gebindestapel. Setze das zylindrische Abfallgebände auf der Absetzposition ab. Fahre das SF langsam zurück, sodass die Gabelzinken vollständig unter dem zylindrischen Abfallgebände herausgezogen werden.	Ausführung der Handlung	anders als	Absetzposition wird nicht exakt angefahren: Hubhöhe oder horizontale Position des zylindrischen Abfallgebändes ist nicht richtig eingestellt	Handlungsfehler	71	17	Zylindrisches Abfallgebände prallt an eingelagerte Gebände;-mechanische Einwirkung auf Abfallgebände; zylindrisches Abfallgebände stürzt auf die Sohle	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an den Gebindestapel heran - SF-Fahrer überwacht die Position der Gabelspitzen mittels Kamera - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	Zylindrisches Abfallgebände wird nicht in stabiler Position (Ablage erfolgt direkt auf anderem zylindrische Abfallgebände und nicht zwischen zwei zylindrische Abfallgebänden) auf Gebindestapel abgesetzt	Handlungsfehler	72	18	Zylindrisches Abfallgebände stürzt auf eingelagerte Gebände	- Die Abfallgebände müssen nach der "Abfallgebände-Stapelungsvorschrift für die gemischte Stapelung" eingelagert werden - SF-Fahrer überwacht die Position der Gabelspitzen, die die Gabelspitzen zeigen und damit des zylindrischen Abfallgebändes mittels Kamera	-	-	
	Zeit		k. A.	-				-	-	-	
	Ort		k. A.	-				-	-	-	
	Weg	mehr	Gabel wird zu hoch gefahren	Handlungsfehler				Keine sicherheitsrelevante Auswirkungen	-	-	-
	Geschwindigkeit		k. A.	-				-	-	-	
Objekt	anders als	Gabelzinken verstellen sich vor dem Absetzen des zylindrischen Abfallgebändes	Technischer Defekt an den Gabelzinken	72	18	Zylindrisches Abfallgebände stürzt auf eingelagerte Gebände	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster	-	-		
14. SF-Fahrer: Drehe den Fahrersitz und fahre das SF vom Einlagerungsort mit dem Fahrzeugheck voran in den "Abstellbereich TP am Einlagerungsort". Nimm bei Bedarf ein zweites zylindrische Abfallgebände von der TP auf und lagere dieses analog zu den SFE 10 - 13 ein.	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer wählt falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Einlagerungsort	Handlungsfehler	68	19	SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände	-	Aufnahme in ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist und technische Verriegelung der Fahrt mit dem Spreader voraus, wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist	hoch, da Fahrt in falsche Richtung verhindert wird	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer wählt falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Einlagerungsort	Handlungsfehler	69	21	SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Aufnahme in ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist und technische Verriegelung der Fahrt mit dem Spreader voraus, wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist	hoch, da Fahrt in falsche Richtung verhindert wird	
	Zeit		k. A.	-				-	-	-	
	Ort		k. A.	-				-	-	-	
	Weg		k. A.	-				-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-				-	-	-	
Objekt		k. A.	-				-	-	-		

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN
15. SF-Fahrer: Fahre in Entladekammer. Melde Bereitstellung SF.	Ausführung der Handlung	anders als	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Handlungsfehler	60	19	SF prallt gegen in "Warteposition TW Umladung" stehenden beladenen TW  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebände durch die Kollision	TW-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in "Warteposition Umladung" und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Handlungsfehler	61	21	SF prallt gegen in "Warteposition TW Umladung" stehenden beladenen TW  Die Kollision führt zu einem Brand.	- TW-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt des SF in "Warteposition TW Umladung" und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Technischer Defekt am SF (z. B. Lenkung)	60	19	SF prallt gegen in "Warteposition TW Umladung" stehenden beladenen TW  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebände durch die Kollision	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Technischer Defekt am SF (z. B. Lenkung)	61	21	SF prallt gegen in "Warteposition TW Umladung" stehenden beladenen TW  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
Objekt	anders als	Gabelzinken für Aufnahme von TP/zylindrische Abfallgebänden sind nicht montiert	Handlungsfehler				Transportwagen kann nicht entladen werden  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	Hinweis: Die Gabelzinken werden am Spreader angeschlagen. Die Gabelzinken werden bei Nichtgebrauch in einem Ablagefach gelagert. Standort und Ausführung des Ablagefaches sind mir nicht bekannt

- ELK Einlagerungskammer
- ETS Einlagerungstranstrecke
- HRD High Rate Discharge
- k. A. keine Abweichung
- S-SPS Sicherheits-Speicherprogrammierbare Steuerung
- SF Stapelfahrzeug
- SFE Sollfunktionseinheit
- TP Tauschpalette
- TW Transportwagen

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
1. SF-Fahrer: Informiere TW-Fahrer und Bedienpersonal des örtlichen Leitstands 850-m-Sohle über Grubenfunk über die Bereitstellung des SF für den Entladevorgang. TW-Fahrer: Fahre zu Umladeposition und bereite Umladung vor	Ausführung der Handlung	nicht	TW wird nicht gesichert	Handlungsfehler	64	19	Beladener TW rollt weg und prallt gegen den Stoß. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde: Der TW ist breiter als das kubische Abfallgebinde. Dadurch kollidiert das kubische Abfallgebinde nicht mit dem Stoß.	Feststellbremse liegt bei Stillstand des TW immer an	-	-		
	Ausführung der Handlung	nicht	TW wird nicht gesichert	Handlungsfehler	65	21	Beladener TW rollt weg und prallt gegen den Stoß. Die Kollision führt zu einem Brand.	- Feststellbremse liegt bei Stillstand des TW immer an - Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	64	19	Beladener TW prallt gegen den Stoß. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde: Der TW ist breiter als das kubische Abfallgebinde. Dadurch kollidiert das kubische Abfallgebinde nicht mit dem Stoß.	-	-	-	Anprall an den Stoß kann in den meisten folgenden SFE auftreten und wird daher abdeckend nur in dieser SFE betrachtet	
	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	65	21	Beladener TW prallt gegen den Stoß. Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am TW	-	-	Anprall an den Stoß kann in den meisten folgenden SFE auftreten und wird daher abdeckend nur in dieser SFE betrachtet	
	Zeit	zu früh	TW fährt in "Umladebereich" bevor SF-Fahrer darüber informiert hat, dass dieser frei ist	Handlungsfehler	60	19	Beladener TW prallt gegen SF in der Entladekammer. Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde, da TW nur mit Führerkabine gegen SF prallt.	SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in Umladebereich und informiert TW-Fahrer über Grubenfunk	-	-		
	Zeit	zu früh	TW fährt in "Umladebereich" bevor SF-Fahrer darüber informiert hat, dass dieser frei ist	Handlungsfehler	61	21	Beladener TW prallt gegen SF in der Entladekammer. Die Kollision führt zu einem Brand.	- SF-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt des TW in Umladebereich und informiert TW-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-		
	Ort		k. A.	-	-		-	-	-	-	-	
	Weg	mehr	TW fährt zu weit	Handlungsfehler				TW kann nicht entladen werden Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-	
Geschwindigkeit		k. A.	-	-			-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-	-			-	-	-	-		
2. SF-Fahrer: Fahre an TW heran. Initiere Einstellung des Spreaders auf die entsprechende Größe des kubischen Abfallgebundes. Positioniere Spreader an kubischem Abfallgebinde, lasse untere Zapfen in kubisches Abfallgebinde eintauchen. Verriegele die oberen Zapfen	Ausführung der Handlung	anders als	Spreader ist nicht auf kubisches Abfallgebinde eingestellt	Handlungsfehler: Falsche Eingabe der Abfallgebindeart durch SF-Fahrer			Spreader kann kubisches Abfallgebinde nicht aufnehmen Keine sicherheitsrelevante Auswirkung	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg	mehr	SF fährt zu weit	Handlungsfehler / technischer Defekt			Spreader drückt gegen kubisches Abfallgebinde, SF stößt gegen TW Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da das SF nur langsam in Richtung TW fährt und der Spreader aus konstruktiven Gründen das Abfallgebände nicht vom TW schieben kann.	- kubisches Abfallgebinde ist durch Aufsetzzapfen gegen Verrutschen gesichert - Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam an das kubische Abfallgebinde heran - Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn- Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		

SOLLFUNKTIONS-EINHEIT			PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN		
3. SF-Fahrer: Hebe kubisches Abfallgebinde an und fahre SF rückwärts in Entladekammer.			Ausführung der Handlung	anders als	Zapfen des Spreaders tauchen nur auf einer Seite in Aufnahme des kubischen Abfallgebundes ein	Handlungsfehler: Falsche Eingabe der Abfallgebindeart durch SF-Fahrer	66	17	Kubisches Abfallgebinde stürzt beim Anheben auf TW oder die Sohle	- Durch Näherungsschalter wird erkannt, dass alle vier Zapfen des Spreaders in Aufnahme des kubischen Abfallgebundes eingetaucht sind - Überwachung der korrekten Positionierung der Zapfen des Spreaders durch Kameras	-	-			
			Zeit		k. A.	-	-			-	-	-	-		
			Ort		k. A.	-	-	-			-	-	-	-	
			Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	64	19	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf das kubische Abfallgebinde	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	-		
			Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	65	21	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-	-		
			Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Handlungsfehler	64	19	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF  Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf das kubische Abfallgebinde	Kamera für Rückwärtsfahrt	-	-	-		
4. TW-Fahrer: Fahre entladenen TW rückwärts in die Warteposition TW. Melde an SF-Fahrer, dass TW in der Warteposition positioniert ist und die Umladeposition frei ist.			Weg	mehr	SF fährt bei Rückwärtsfahrt zu weit	Handlungsfehler	65	21	SF prallt gegen den Stoß, Beschädigung des SF  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Kamera für Rückwärtsfahrt - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-			
			Geschwindigkeit		k. A.	-	-			-	-	-	-		
			Objekt		k. A.	-	-	-			-	-	-	-	
			Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt während des Umladevorgangs los	Handlungsfehler		8	TW prallt gegen kubisches Abfallgebinde, welcher sich auf dem SF befindet; ggf. Absturz des kubischen Abfallgebundes auf die Sohle	- SF-Fahrer erkennt anfahrenen TW und warnt TW-Fahrer über Grubenfunk	-	-	-		
			Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt vorwärts in Richtung ELK	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW-Fahrer falschen Fahrweg nach kurzer Fahrstrecke erkennen kann und anhält. Im Fahrweg befinden sich keine Hindernisse.	-	-	-	-		
			Zeit		k. A.	-	-	-			-	-	-	-	
Ort		k. A.	-	-	-			-	-	-	-				
Weg		k. A.	-	-	-			-	-	-	-				
Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-			-	-	-	-				
Objekt		k. A.	-	-	-			-	-	-	-				

SOLLFUNKTIONEN - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
5. SF-Fahrer: Nach Meldung durch TW-Fahrer, dass die Umladeposition frei ist: Fahre beladenes SF aus der Entladekammer in die ELK bis zum Einlagerungsort	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt los, bevor der TW die Umladeposition geräumt hat	Handlungsfehler	60	19	Beladenes SF prallt gegen TW; ggf. Absturz des kubischen Abfallgebändes auf die Sohle	- SF-Fahrer erkennt bei Vorwärtsfahrt blockierten Fahrweg und stoppt - TW-Fahrer erkennt anfahrenendes SF und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer fährt los, bevor der TW die Umladeposition geräumt hat	Handlungsfehler	61	21	Beladenes SF prallt gegen TW; ggf. Absturz des kubischen Abfallgebändes auf die Sohle  Die Kollision führt zu einem Brand.	- TW-Fahrer erkennt anfahrenendes SF und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	68	19	SF mit kubischem Abfallgebände fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebändes auf die Sohle	-	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF umranden. b) Visuelle Darstellung / Projektion der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	a) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich. b) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Handlungsfehler	69	21	SF mit kubischem Abfallgebände fährt gegen den Stoß, ggf. Absturz eines Abfallgebändes auf die Sohle  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	a) Verwendung von mehreren mobilen, überfahrbaren Schwellen, die den Kurvenradius des SF umranden. b) Visuelle Darstellung / Projektion der Fahrstrecke inkl. Kurvenfahrt auf einen Monitor in Führerhaus durch bereits eingebaute Kameras	a) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich. b) niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Weg	mehr	SF-Fahrer fährt zu weit	Handlungsfehler / technischer Defekt	68	19	SF mit kubischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände	-	Mobile Schwellen in einem noch festzulegenden Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Weg	mehr	SF-Fahrer fährt zu weit	Handlungsfehler / technischer Defekt	69	21	SF mit kubischem Abfallgebände prallt gegen eingelagerte Abfallgebände; mechanische Einwirkung auf Abfallgebände  Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Mobile Schwellen in einem noch festzulegenden Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Objekt	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen	68	19	SF mit kubischem Abfallgebände fährt gegen den Stoß	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-		
Objekt	anders als	SF-Fahrer verliert die Spur	Technischer Defekt: Bremsversagen	69	21	SF mit kubischem Abfallgebände fährt gegen den Stoß  Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	-	-			
6. SF-Fahrer: Positioniere das kubische Abfallgebände über der Absetzposition am Gebindestapel. Setze das kubische Abfallgebände auf der Absetzposition ab und entriegele diesen. Fahre SF langsam zurück, sodass die unteren Zapfen des Spreaders vollständig aus Aufnahmen des kubischen Abfallgebändes herausgezogen sind.	Ausführung der Handlung	anders als	Absetzposition wird nicht exakt angefahren. Hubhöhe oder horizontale Position des kubischen Abfallgebändes ist nicht richtig eingestellt	Handlungsfehler	71	17	Kubisches Abfallgebände prallt an eingelagerte Gebände, mechanische Einwirkung auf Abfallgebände; Kubisches Abfallgebände stürzt auf die Sohle	- Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer langsam an den Gebindestapel heran - SF-Fahrer überwacht die Position des kubischen Abfallgebändes mittels Kamera - Wenn Hubmast sich nicht in Transportstellung befindet, ist nur langsame Fahrt möglich (steuerungstechnische Verriegelung am SF).	-	-		
	Zeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
Objekt	anders als	Zapfen des Spreaders entriegeln nicht vollständig bzw. nur auf einer Seite	Technischer Defekt am Spreader	71	17	Beim Zurückfahren des kubischen Abfallgebändes wird dieses von der Absetzposition gezogen und stürzt auf die Sohle	- Regelmäßige Wartung des SF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Anweisung an den SF-Fahrer: SF-Fahrer fährt langsam rückwärts und Fahrer beobachtet den Spreader und das kubische Abfallgebände - Näherungsschallern zur Erkennung, dass Entriegelungsvorgang am kubischen Abfallgebände korrekt ausgeführt wurde - Not-Halt-Taster	-	-			
7. TW-Fahrer: Wende den TW in Entladekammer und fahre vorwärts in Warteposition Umladung TW. Fahre nach Anmeldung und Freigabe durch den örtlichen Leitstand 850-m-Sohle in die ETS	Ausführung der Handlung	anders als	TW-Fahrer fährt vorwärts in Richtung ELK	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da der TW-Fahrer falschen Fahrweg nach kurzer Fahrstrecke erkennen kann (z. B. durch die ungewohnte Umgebung der unbeleuchteten ELK und der fehlenden weißen Warnbaken für die Kennzeichnung definierter Fahrzeug-Haltepunkte) und anhält. Im Fahrweg befinden sich keine Hindernisse.	-	-	-		
	Zeit	zu früh	SF fährt in Entladekammer, während TW wendet	Handlungsfehler			Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da TW und SF unbeladen sind	-	-	-		
	Ort		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-	-	-	-	-	-	-		
Objekt		k. A.	-	-	-	-	-	-	-			

SOLLFUNKTIONSEINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
8. SF-Fahrer: Drehe den Fahrersitz und fahre das SF vom Einlagerungsort mit dem Fahrzeugheck voran in Entladekammer. Melde Bereitstellung SF. Informiere TW-Fahrer und Bedienpersonal des örtlichen Leitstands 850-m-Sohle über Grubenfunk über die Bereitstellung des SF für den Entladevorgang	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer wählt falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Einlagerungsort	Handlungsfehler	68	19	SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde	-	Aufnahme in ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist und technische Verriegelung der Fahrt mit dem Spreader voraus, wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist	hoch, da Fahrt in falsche Richtung verhindert wird	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF-Fahrer wählt falsche Fahrtrichtung und fährt in Richtung Einlagerungsort	Handlungsfehler	69	21	SF prallt gegen eingelagerte Abfallgebinde; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SF	Aufnahme in ZB/BHB, dass bei längeren Rückwärtsfahrten der Fahrersitz Richtung Fahrzeugheck zu drehen ist und technische Verriegelung der Fahrt mit dem Spreader voraus, wenn Fahrersitz zum Fahrzeugheck gedreht ist	hoch, da Fahrt in falsche Richtung verhindert wird	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung Warteposition TW Umladung	Handlungsfehler	60	19	SF prallt gegen beladenen TW in "Warteposition TW Umladung". Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde, da SF nur gegen Führerkabine TW prallt.	- TW-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in "Warteposition TW Umladung" und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk	-	-	
	Ausführung der Handlung	anders als	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung Warteposition TW Umladung	Handlungsfehler	61	21	SF prallt gegen beladenen TW in "Warteposition TW Umladung" Die Kollision führt zu einem Brand.	- TW-Fahrer erkennt unerlaubte Einfahrt in "Warteposition TW Umladung" und warnt SF-Fahrer über Grubenfunk - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-	
	Zeit		k. A.	-							
	Ort		k. A.	-							
	Weg	mehr	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Technischer Defekt am SF (z. B. Lenkung)	60	19	SF prallt gegen beladenen TW in "Warteposition TW Umladung" Keine sicherheitsrelevante Auswirkung auf die Abfallgebinde, da SF nur gegen Führerkabine TW prallt.	- Regelmäßige Wartung des SF - Arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster	-	-	
	Weg	mehr	SF fährt an Entladekammer vorbei in Richtung "Warteposition TW Umladung"	Technischer Defekt am SF (z. B. Lenkung)	61	21	SF prallt gegen beladenen TW in "Warteposition TW Umladung" Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SF; - Arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster - Feuerlöscher und HRD-Anlagen am TW und SF	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-							
	Objekt		k. A.	-							

ELK Einlagerungskammer  
 ETS Einlagerungstranstrecke  
 HRD High Rate Discharge  
 k. A. keine Abweichung  
 S-SPS Sicherheits-Speicherprogrammierbare Steuerung  
 SF Stapelfahrzeug  
 SFE Sollfunktionseinheit  
 TE Transporteinheit  
 TW Transportwagen

DMT ENCOS		MTO Safety GmbH		Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad HAZOP 7: Einlagerung		HAZOP-Worksheet					DMT	
Auftraggeber: BGE Sitzung: 14.02.2025 Node 3: Versatztransportfahrzeug und Spritzmanipulatorfahrzeug				Revision: 0		Anlagenbereich: Einlagerungskammer Start: Spritzmanipulatorfahrzeug fährt in die Einlagerungskammer Ende: Versatzwand ist errichtet und Spritzmanipulatorfahrzeug fährt aus Einlagerungskammer						
SOLLFUNKTIONS-EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDeutUNG	BEMERKUNGEN	
1. Fahrer SMF: Fahre SMF an den Netzanschlusspunkt ELK ca. 30 m vor Versatzwanderrichtungsort. Stelle manuell den Netzanschluss her. Fahre bis zum Einlagerungsort. Halte einen Mindestabstand von 10 m bis zum Gebindestapel ein	Ausführung der Handlung	anders als	SMF fährt zu weit	Handlungsfehler	78	19	Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde	-	Mobile Schwellen in einem noch festzulegenden Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.	Aufgrund des einzuhaltenen Mindestabstandes des SMF zu den eingelagerten Gebinden ist eine Kollision unwahrscheinlicher als wenn das Fahrzeug direkt an die Gebindefront fahren muss. Mobile Schwelle verhindert nicht die Kollision, erhöht aber die Aufmerksamkeit des Fahrers.	
	Ausführung der Handlung	anders als	SMF fährt zu weit	Handlungsfehler	79	21	Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlage am SMF	Mobile Schwellen in einem noch festzulegenden Abstand vor dem Einlagerungsort	niedrig: Wahrscheinlichkeit der Abweichung reduziert, aber menschliches Fehlverhalten weiterhin möglich.		
	Ausführung der Handlung	anders als	SMF wurde nicht gesichert, bevor der Fahrer zur manuellen Herstellung des Netzanschlusses aussteigt	Handlungsfehler	78	19	SMF rollt an (Gefälle in Richtung Gebindestapel unterstellt); Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde	Das SMF verfügt über eine automatische Feststellbremse. Die Feststellbremse wird automatisch eingelegt, sobald die Fahrertür geöffnet wird oder der Sitz nicht besetzt ist.	-	-		
	Ausführung der Handlung	anders als	SMF wurde nicht gesichert, bevor der Fahrer zur manuellen Herstellung des Netzanschlusses aussteigt	Handlungsfehler	79	21	SMF rollt an (Gefälle in Richtung Gebindestapel unterstellt). Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort; mechanische Einwirkung auf Abfallgebinde Die Kollision führt zu einem Brand.	- Das SMF verfügt über eine automatische Feststellbremse. Die Feststellbremse wird automatisch eingelegt, sobald die Fahrertür geöffnet wird oder der Sitz nicht besetzt ist. - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SMF	-	-		
	Zeit		k. A.	-								
	Ort		k. A.	-								
	Weg	mehr	SMF fährt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	78	19	Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort	- Regelmäßige Wartung des SMF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SMF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SMF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS	-	-		
	Weg	mehr	SMF fährt zu weit	Technischer Defekt: Bremsversagen	79	21	Kollision des SMF mit Abfallgebinden am Einlagerungsort Die Kollision führt zu einem Brand.	- Regelmäßige Wartung des SMF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SMF vor Schichtbeginn - Not-Halt-Taster am SMF - Fahrzeug hat Zweikreis-Bremssystem - Feststellbremse - Überwachung der Bremse durch S-SPS - Feuerlöscher und HRD-Anlage am SMF	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-								
	Objekt		k. A.	-								
2. Fahrer SMF: Schalte Fahrtrieb aus und fahre hydraulische Abstützung aus.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt	anders als	Eine oder beide Stützen sind nicht richtig ausgefahren	Handlungsfehler / Technischer Defekt			Standsicherheit des SMF ist nicht gegeben Keine sicherheitsrelevante Auswirkung, da SMF mind. 10 m vom Gebindestapel entfernt steht	- Regelmäßige Wartung des SMF - arbeitstägliche Überprüfung der Betriebsbereitschaft des SMF vor Schichtbeginn	-	-		
3. Fahrer SMF: Reinige die Firste und die Stöße mit Druckluft und befeuchte diese ggf. mit Wasser.	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	Keine Einwirkungen auf Gebinde möglich, da SMF mind. 10 m von Gebindefront entfernt steht. Verwendung von Druckluft und Wasser aus Spritzeinrichtung hat keinen sicherheitsrelevanten Einfluss auf die eingelagerten Gebinde.	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		
4. Fahrer VTF: Fahre nach Aufforderung durch Fahrer SMF an SMF heran.	Ausführung der Handlung	anders als	VTF fährt zu weit	Handlungsfehler	77	21	Kollision des VTF mit SMF Die Kollision führt zu einem Brand.	Feuerlöscher und HRD-Anlagen am SMF und VTF	-	-		
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-		
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-		
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-		
	Objekt		k. A.	-			-	-	-	-		



Projekt HAZOP-Analyse Schacht Konrad  
**HAZOP 7: Einlagerung**  
 Auftraggeber: BGE  
 Sitzung: 14.02.2025 Revision: 0  
 Node 3: Versatztransportfahrzeug und Spritzmanipulatorfahrzeug

**HAZOP-Worksheet**

Anlagenbereich: Einlagerungskammer  
 Start: Spritzmanipulatorfahrzeug fährt in die Einlagerungskammer  
 Ende: Versatzwand ist errichtet und Spritzmanipulatorfahrzeug fährt aus Einlagerungskammer



SOLLFUNKTIONS - EINHEIT	PARAMETER	LEITWORT	ABWEICHUNG	URSACHEN	EREIGNIS	DELTA	AUSWIRKUNGEN	SCHUTZEINRICHTUNGEN	MAßNAHMENEMPFEHLUNG	BEWERTUNG / SICHERHEITSBEDEUTUNG	BEMERKUNGEN
5. Fahrer SMF: Errichte mit Hilfe der Spritzeinrichtung des SMF die Versatzwand	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	Keine Einwirkungen auf Gebinde möglich, da SMF mind. 10 m von Gebindefront entfernt steht.  Nach Errichtung der Versatzwand keine sicherheitsrelevanten Auswirkungen auf die Gebinde möglich.
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
6. Fahrer SMF: Nach vollständiger Errichtung der Versatzwand melde Fertigstellung. Fahrer VTF: Fahre weg	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	
7. Fahrer SMF: Fahre SMF nach Wegfahrt VTF zurück zum Netzanschlusspunkt, löse Netzverbindung und fahre SMF aus ELK	Ausführung der Handlung		k. A.	-			-	-	-	-	
	Zeit		k. A.	-			-	-	-	-	
	Ort		k. A.	-			-	-	-	-	
	Weg		k. A.	-			-	-	-	-	
	Geschwindigkeit		k. A.	-			-	-	-	-	

ELK Einlagerungskammer  
 HRD High Rate Discharge  
 k. A. keine Abweichung  
 S-SPS Sicherheits-Speicherprogrammierbare Steuerung  
 SMF Spritzmanipulatorfahrzeug  
 VTF Versatztransportfahrzeug