



Physikalisch-Technische Bundesanstalt

DECKBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
EU 238	9K	33219	---	EB	RB	0003 01

Titel der Unterlage:
Systemanalyse Konrad , Teil 3: Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad (GRS-A-1493, Mai 1989)

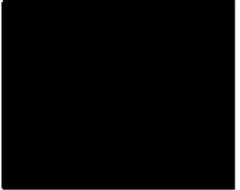
Seite:
I.

Stand:
Mai 1989

Ersteller:
GRS

Textnummer:

Stempelfeld:

PSP-Element TP..9K/2127		zu Plan-Kapitel: 3.5	
		PL 20.06.89  Freigabe für Behörden	PL 20.06.89 

Diese Unterlage unterliegt samt Inhalt dem Schutz des Urheberrechts sowie der Pflicht zur vertraulichen Behandlung auch bei Beförderung und Vernichtung und darf vom Empfänger nur auftragsbezogen genutzt, vervielfältigt und Dritten zugänglich gemacht werden. Eine andere Verwendung und Weitergabe bedarf der ausdrücklichen Zustimmung der PTB.



REVISIONSBLATT

Projekt	PSP-Element	Obj. Kenn.	Funktion	Komponente	Baugruppe	Aufgabe	UA	Lfd. Nr.	Rev.
N A A N	NNNNNNNNNN	NNNNNN	NNAAANN	AANNNA	AANN	XAAXX	AA	NNNN	NN
9K	33219					EB	RB	0003	00

Titel der Unterlage: Systemanalyse Konrad, Teil 3 Anlagenbewertung des geplanten Endlagers Konrad, 1. Revision GRS-A-1493, Mai 1989							Seite II.
							Stand Mai 89
<i>Bl. Nr. 238</i>							

Rev.	Revisionsst. Datum	verant. Stelle	Gegenzeichn. Name	rev. Seite	Kat. *)	Erläuterung der Revision
01	31.05.89	SE 1.1				<p>Die Unterlage ist komplett revidiert worden, wobei die inhaltlichen Überarbeitungen und Ergänzungen im wesentlichen den Hauptteil betreffen.</p> <p>Außerdem sind im Hauptteil und im Anhang I die Literaturzitate aktualisiert worden, im Anhang II entfällt die Klassifizierung.</p>

*) Kategorie R = redaktionelle Korrektur
 Kategorie V = verdeutlichende Verbesserung
 Kategorie S = substantielle Änderung
 Mindestens bei der Kategorie S müssen Erläuterungen angegeben werden.

V 86/718/1



Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH

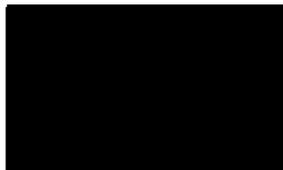
SYSTEMANALYSE KONRAD, TEIL 3
ANLAGENBEWERTUNG DES GEPLANTEN
ENDLAGERS KONRAD

1. Revision

GRS-A-1493

(Mai 1989)

Auftrags-Nr. 41378



Anmerkung:

Dieser Bericht wurde von der GRS im Auftrag der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) erstellt. Der Eigentümer behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit Zustimmung des Auftraggebers zitiert, ganz oder teilweise vervielfältigt bzw. Dritten zugänglich gemacht werden.



INHALT

	<u>Seite</u>
1. EINLEITUNG	1
2. VORGEHENSWEISE	3
2.1 Grundlagen für die probabilistische Bewertung	3
2.2 Probabilistische Bewertung der Ereignisse	4
3. ERGEBNISSE	7
3.1 Übertägige Anlage	8
3.1.1 Sonstige Ereignisse	8
3.1.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse	10
3.2 Schachtförderanlage	13
3.2.1 Sonstige Ereignisse	13
3.2.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse	14
3.3 Untertägige Anlage	14
3.3.1 Sonstige Ereignisse	14
3.3.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse	19
4. ZUSAMMENFASSENDE ANLAGENBEWERTUNG	22
5. VERWENDETE UNTERLAGEN	25

ANHÄNGE

- I Auswertung von Betriebserfahrungen zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsdaten

- II Beschreibung der Ereignisse anhand wesentlicher Parameter und Berechnung der Störfallhäufigkeiten

1. EINLEITUNG

Im Rahmen des Planfeststellungsverfahrens für das geplante Endlager KONRAD für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung ist von der Gesellschaft für Reaktorsicherheit eine Störfallanalyse durchgeführt worden /GRS 89a/. Hierbei wurden mögliche Ereignisse in den verschiedenen Anlagenbereichen identifiziert und bewertet. Die Ereignisse wurden klassifiziert in

Ereignisse der Klasse 1, das heißt

Ereignisse, die in ihren radiologischen Auswirkungen durch die Auslegung der Anlage und/oder der Abfallgebinde begrenzt werden,

und Ereignisse der Klasse 2, das heißt

Ereignisse, die durch Auslegungsmaßnahmen an der Anlage und/oder der Abfallgebinde vermieden werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Auslegung des geplanten Endlagers KONRAD sowie seine sicherheitstechnische Ausgewogenheit anhand des aktuellen Planungsstandes bewertet werden.

Ein Kriterium für die Bewertung der sicherheitstechnischen Ausgewogenheit der Anlage ist die Häufigkeit, mit der Ereignisse (Störfälle) bei der vorgesehenen Auslegung erwartet werden müssen. Für die Bewertung der Ausgewogenheit interessiert sowohl die absolute Häufigkeit für jedes Einzelereignis als auch das Verhältnis der Häufigkeiten für Ereignisse, die hinsichtlich ihrer möglichen radiologischen Auswirkungen deutlich unterschiedlich einzustufen sind. Die wesentliche Aufgabe der vorliegenden Arbeit war daher die Bestimmung der Häufigkeiten, mit der die in /GRS 89a/ aufgeführten Ereignisse zu erwarten sind.

Die möglichen radiologischen Auswirkungen der Ereignisse wurden bei dieser probabilistischen Analyse nicht behandelt. In-

sofern erhebt der vorliegende Bericht nicht den Anspruch einer Risikoanalyse, vielmehr ist er eine Ergänzung der deterministischen Störfallanalyse /GRS 89a/ auf probabilistischer Basis.

Der Bericht untergliedert sich in einen Hauptteil und zwei Anhänge. Der Hauptteil gibt einen Überblick über die Vorgehensweise bei der Analyse und faßt die Ergebnisse der Untersuchung zusammen. Abschließend wird eine Bewertung der sicherheitstechnischen Auslegung der Anlage anhand der gewonnenen Ergebnisse vorgenommen.

Eine ausführliche Darstellung der im einzelnen durchgeführten Untersuchungen zur Ermittlung von Zuverlässigkeitsdaten (Anhang I) und zur Berechnung der Eintrittshäufigkeiten (Anhang II) findet sich in den Anhängen.

2. VORGEHENSWEISE

2.1 Grundlagen für die probabilistische Bewertung

Im ersten Arbeitsschritt wurden die zu untersuchenden Ereignisse für die probabilistische Bewertung aufbereitet. Hierzu wurden zunächst die im Anhang II des Berichtes /GRS 89a/ aufgelisteten Ereignisse, die für die Schachanlage KONRAD grundsätzlich zu diskutieren sind, unter Berücksichtigung des aktuellen Planungsstandes, auf Vollständigkeit geprüft. Danach wurden aus der Gesamtmenge der zu betrachtenden anlageninternen Ereignisse diejenigen Ereignisse identifiziert, die aufgrund von neueren Erkenntnissen auszuschließen sind oder bei deren Eintritt es zu keinen radiologischen Auswirkungen kommt; letztere zählen zu den Betriebsstörungen. Da es sich bei diesen Ereignissen nicht um Störfälle handelt, ist die probabilistische Bewertung und die Klassifizierung dieser Ereignisse in die Störfallklasse 1 bzw. 2 nicht sinnvoll. Diese Ereignisse werden daher abweichend von /GRS 89a/ und der im folgenden geschilderten Vorgehensweise unter dem Begriff "sonstige Ereignisse" in der Ergebnisdarstellung unabhängig von Ereignishäufigkeiten diskutiert. Das spezielle Vorgehen wird für jedes Einzelereignis begründet.

Die hinsichtlich ihrer Eintrittshäufigkeit zu bewertenden Ereignisse sind anhand der konkreten Betriebsvorgänge gegliedert. Hierzu wurde die Einlagerungsstudie /DBE 86a/ und /DBE 86b/ herangezogen, in der die Betriebsvorgänge hinsichtlich ihres Aufbaues und ihrer zeitlichen Reihenfolge detailliert beschrieben sind. Im Rahmen dieser Aufgliederung wurden die Randbedingungen festgelegt, die Voraussetzung für eine Abfallgebinderbelastung sind, die zu einer solchen Beschädigung des Abfallgebinderes führen, daß eine Freisetzung radioaktiver Stoffe nicht ausgeschlossen werden kann.

Basierend auf der oben beschriebenen Gliederung wurden für die Ereignisse Datenblätter angelegt (Anhang II). Diese Datenblätter geben Aufschluß über das Ereignis, über den möglichen Lastfall, über die Häufigkeit, mit der die jeweiligen Betriebs-

vorgänge im Jahr durchgeführt werden, sowie über die Zeiten bzw. Transportstrecken, die den jeweiligen Betriebsvorgang umfassen. Darüber hinaus werden die Zeiten bzw. Transportstrecken, in denen das anlageninterne Ereignis für das Abfallgebände zu einer Belastung führt, angegeben.

Sofern infolge eines Ereignisses eine Abfallgebäudebelastung mit Aktivitätsfreisetzung auftritt, wird im weiteren Bericht ein solches Ereignis als Störfall behandelt.

2.2 Probabilistische Bewertung der Ereignisse

Das Ziel des probabilistischen Vorgehens war die Bestimmung von Häufigkeiten, mit denen Störfälle erwartet werden müssen. Dazu wurden im zweiten wesentlichen Arbeitsschritt Zuverlässigkeitsdaten ermittelt. Abgeleitet wurden diese Daten aus Betriebserfahrungen. Für Ereignisse, die die Schachtförderanlage betreffen, konnte dazu weitestgehend auf die Betriebserfahrungen der letzten 35 Jahre im Erz-, Salz-, Kali- und Kohlebergbau in der Bundesrepublik Deutschland zurückgegriffen werden. Zur Bestimmung der Zuverlässigkeiten im untertägigen Anlagenbereich wurde auf die Betriebserfahrungen im Gleislosbetrieb und bei steiler Lagerung im Kali- und Salzbergbau zurückgegriffen. Zur Ableitung der Zuverlässigkeitsdaten, die den übertägigen Anlagenbereich betreffen, wurde auf Betriebserfahrungen vergleichbarer Industrieunternehmen sowie auf Statistiken und Untersuchungen mit vergleichbarer Ausgangsfragestellung zurückgegriffen. Das Vorgehen wird im einzelnen im Anhang I erläutert und begründet.

Was die Übertragbarkeit der abgeleiteten Zuverlässigkeitsdaten auf die Schachanlage KONRAD anbelangt, kann grundsätzlich von einer konservativen Vorgehensweise gesprochen werden. Von besonderen sicherheitstechnischen oder administrativen Maßnahmen, die für die Schachanlage KONRAD getroffen werden, wird nur dann Kredit genommen, wenn diese Vorkehrungen ein Ereignis ausschließen oder wenn die direkte Übertragung der aus Betriebserfahrungen abgeleiteten Ereignishäufigkeiten zu einer starken

Verzerrung vor dem Hintergrund der beim Endlager KONRAD geplanten sicherheitstechnischen Auslegungsmaßnahmen geführt hätte. Für diese Ereignisse bzw. für die hierzu angesetzten Häufigkeiten wird das Vorgehen im jedem Einzelfall begründet. Auch in diesen Fällen können die abgeleiteten Eintrittshäufigkeiten als konservative Abschätzung für die Schachtanlage KONRAD angesehen werden.

Im dritten Arbeitsschritt wurden auf der Grundlage der ermittelten Zuverlässigkeitsdaten und der im ersten Arbeitsschritt ermittelten Randbedingungen die Störfallhäufigkeiten berechnet. Die angesetzten Zuverlässigkeitsdaten sowie die abgeleiteten Störfallhäufigkeiten und der jeweilige Rechengang sind Bestandteil der Datenblätter im Anhang II.

Orientierend an den in /GRS 89a/ aufgelisteten anlageninternen Ereignissen wurden im vierten und letzten Arbeitsschritt Störfallhäufigkeiten zusammengefaßt. Anhand dieser zusammengefaßten Werte ist dann die sicherheitstechnische Ausgewogenheit der Schachtanlage KONRAD bewertet worden.

In Anlehnung an die in /KRO 88/ genannten Kriterien wurde dabei wie folgt vorgegangen:

Die vorgesehene sicherheitstechnische Auslegung der Schachtanlage KONRAD gilt als ausgewogen, wenn

- ein als Auslegungsstörfall der Klasse 1 (gemäß /GRS 89a/) eingestuftes Ereignis mit einer Häufigkeit zu erwarten ist, die das Ereignis maximal einmal während der Betriebszeit der Anlage eintreten läßt,
- ein Auslegungsstörfall der Klasse 2 (gemäß /GRS 89a/) mit einer Häufigkeit zu erwarten ist, die dem Restrisikobereich zugeordnet werden kann. Dies wird unterstellt, wenn ein Ereignis mit einer Häufigkeit von $< 10^{-5}/a$ zu erwarten ist.

Das entscheidende Kriterium für die Bewertung von Störfällen unter dem Gesichtspunkt der Ausgewogenheit der Anlage ist daher die Häufigkeit, mit der die Störfälle erwartet werden müssen. Gilt ein Ereignis durch Auslegungsmaßnahmen als hinreichend vermieden (Restrisikobereich), so kann konsequenterweise auf eine Bewertung der radiologischen Auswirkungen, die ein solcher Störfall haben würde, verzichtet werden.

Ereignisse, die mit höheren Eintrittshäufigkeiten auftreten können, als sie für die Störfallklasse 1 zugelassen sind, dürfen zu keinen Abfallgebindebelastungen mit Aktivitätsfreisetzung führen. Diese Ereignisse zählen daher nicht zu den Störfällen, sondern müssen als Betriebsstörungen eingestuft werden.

Bei der gewählten Vorgehensweise sind gegebenenfalls Ereignisse zu diskutieren, die hinsichtlich ihrer möglichen radiologischen Auswirkungen zu den Betriebsstörungen oder zu den Auslegungsstörfällen (Störfallklasse 1 /GRS 89a/) zu rechnen sind, die aber mit einer Häufigkeit zu erwarten sind, die in den genannten Restrisikobereich fällt. Die sicherheitstechnische Ausgewogenheit der Anlage wird durch solche Ereignisse nicht eingeschränkt, da sie zur Gesamtsicherheit der Anlage nur positiv beitragen.

Wesentlich für die Ausgewogenheit dagegen ist, daß die Auslegungsstörfälle mit möglichen radiologischen Auswirkungen in ihrer Eintrittshäufigkeit nicht über der für die jeweilige Störfallklasse einzuhaltenden Obergrenze liegen.

3. ERGEBNISSE

Die Ereignisse werden in diesem Kapitel für die übertägige Anlage (Kapitel 3.1), die Schachtförderanlage (Kapitel 3.2) und für den untertägigen Bereich (Kapitel 3.3) getrennt dargestellt. Für jeden Anlagenbereich werden in einem Unterpunkt zunächst die Ereignisse (sonstige Ereignisse) diskutiert, die nach dem gegenwärtigen Planungsstand der Schachanlage auszuschließen sind oder bei deren Eintritt keine radiologischen Auswirkungen zu erwarten sind.

Im Rahmen des deterministischen Vorgehens in /GRS 89a/ wurden unter anderem Ereignisse immer dann diskutiert, wenn Abstürze von Abfallgebänden aus Höhen $> 0,8$ m möglich sind. Im Rahmen einer deterministischen Störfallanalyse ist dieses Vorgehen sinnvoll. Für die probabilistische Ereignisanalyse, deren Ziel es ist, Störfallhäufigkeiten zu bestimmen, ist der Grenzwert von $0,8$ m unrealistisch. Für die probabilistische Ereignisanalyse wurde daher ein Grenzwert von $1,2$ m angesetzt. Aufgrund der Auslegung der Abfallgebände gegen betriebliche Belastungen (Transport, Stapelung etc.) ist nicht zu unterstellen, daß ein Abfallgebändeabsturz aus Höhen von $< 1,2$ m zu einer Abfallgebändebelastung mit einer Freisetzung radioaktiver Stoffe im Sinne eines Störfalles führt. Derartige Ereignisse werden aufgrund der zu erwartenden radiologischen Auswirkungen dem Bereich der Betriebsstörungen zugeordnet.

In einem weiteren Unterpunkt zu jedem der obengenannten drei Kapitel werden entsprechend den in /GRS 89a/, Anlage I, unterstellten anlageninternen Ereignissen die aus der probabilistischen Ereignisanalyse ermittelten Störfallhäufigkeiten zugeordnet. Die Zuordnung, die hierzu vorgenommen wurde, ergibt sich aus den Tabellen 3.1, 3.2 bzw. 3.3 zusammen mit dem Anhang II dieses Berichtes. Diese Ergebnistabellen sind wie folgt strukturiert:

Die erste Spalte gibt den Anlagenbereich an, für den die Ereignisse betrachtet werden. Die zweite Spalte beschreibt das Ereignis, in dessen Folge es zur Störung kommt (gemäß

/GRS 89a/, Anlage I). Die dritte Spalte gibt Auskunft über die Art der Belastung von Abfallgebinden im Störfall. Die vierte Spalte gibt einen Überblick über die Störfälle, die für das Eingangsereignis im Rahmen der probabilistischen Ereignisanalyse (Anhang II dieses Berichtes) zusammengefaßt wurden. Die fünfte Spalte gibt die zu erwartende Störfallhäufigkeit pro Jahr an. Diese Zahlen ergeben sich aus der Summe der Störfallhäufigkeiten für die in Spalte 4 genannten Ereignisse..

3.1 Übertägige Anlage

3.1.1 Sonstige Ereignisse

Zu den "sonstigen Ereignissen", deren Eintritt hinreichend sicher vermieden wird bzw. die zu keiner Abfallgebindebelastung mit Aktivitätsfreisetzung führen, zählen im übertägigen Anlagenbereich die Ereignisse

- Absturz von schweren anlageninternen Bauteilen,
- LKW-Kollision mit Bauwerk und nachfolgendem Absturz von Bauwerksteilen,
- sonstige mechanische Einwirkungen beim Umladen,
- Kollision Seitenstapelfahrzeug mit Plateauwagen,
- Entgleisen des Plateauwagens,
- Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde an der Gebindeeingangskontrolle,
- anlageninterner Brand im konventionellen Bereich,
- anlageninterne Explosion im konventionellen Bereich,
- Erdbeben.

Das Ereignis "Absturz von schweren anlageninternen Bauteilen auf Abfallgebinde" wird hinsichtlich seiner Eintrittshäufigkeit nicht betrachtet, da die übertägigen Bauwerke sowie die daran befestigten Einbauten erdbebensicher ausgelegt sind /PTB 88b/.

Das Ereignis "LKW-Kollision mit Bauwerk und nachfolgendem Absturz von Bauwerksteilen" wird durch den installierten Aufprallschutz an den relevanten Bauwerksteilen hinreichend ausgeschlossen.

Aufgrund technischer Maßnahmen ist die Kollision von Abfallgebinden mit Transportmitteln oder Einbauten während des Transportes mit dem Kran ausgeschlossen.

Die Ereignisse "Kollision Seitenstapelfahrzeug mit dem Plateauwagen ohne Brand" sowie das "Entgleisen des Plateauwagens", beide verbunden mit einem Absturz der Transporteinheit vom Plateauwagen, werden aufgrund der niedrigen Absturzhöhe (≤ 90 cm) nicht als Störfall gewertet. Der Brand des Seitenstapelfahrzeugs infolge Kollision mit dem Plateauwagen wird durch das betrachtete Ereignis "Kollision des Seitenstapelfahrzeugs mit Brand" in der Pufferhalle abgedeckt. Allgemein wird unterstellt, daß es bei Fahrzeugkollisionen mit Brand auch zum Absturz der Transporteinheit kommen kann.

Das Ereignis "Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde an der Gebindeeingangskontrolle" ist aufgrund der erdbebensicheren Auslegung der gesamten Umladehalle auszuschließen. Beim Absturz von leichten Einbauten (z.B. Detektoren) auf eine Transporteinheit kann eine Beschädigung der Abfallgebinde nicht unterstellt werden.

Das Ereignis "Anlageninterner Brand" im konventionellen Bereich (d.h. in dem Anlagenbereich, in dem keine Abfallgebinde gehandhabt werden) ist unter dem Gesichtspunkt einer Brandübertragung in die Umladehalle betrachtet worden. Die für den konventionellen Bereich anzusetzende Brandhäufigkeit ist vergleichbar mit der Brandhäufigkeit in der Umladehalle. Für die Brandübertragung vom konventionellen Bereich in die Umladehalle muß die Voraussetzung erfüllt sein, daß einerseits der Entstehungsbrand nicht gelöscht werden kann und daß darüber hinaus die Feuerschutztüren zwischen konventionellem Bereich und der Umladehalle geöffnet sind. Durch diese bedingten Wahrscheinlichkeiten ergibt sich eine Häufigkeit für den Brand in

der Umladehalle, ausgelöst durch einen Brand im konventionellen Bereich, die durch die berechnete Häufigkeit "Anlageninterner Brand" in der Umladehalle abgedeckt wird.

Das Ereignis "Anlageninterne Explosion" im konventionellen Bereich (d.h. in dem Anlagenbereich, in dem keine Abfallgebinde gehandhabt werden) wurde betrachtet. Hierbei wurde deutlich, daß die generell anzuwendenden Laborrichtlinien /BGC 82/ für die entsprechenden Bereiche im konventionellen Anlagenteil berücksichtigt werden müssen. Die Einhaltung dieser Richtlinie verringert das Explosionsrisiko sowohl unter dem Gesichtspunkt der Eintrittswahrscheinlichkeit als auch unter dem Gesichtspunkt des Schadensausmaßes. Aufgrund dieser Tatsache und der Lage der Laborräume im konventionellen Anlagenteil ist eine Einwirkung in die Umladehalle durch eine Chemikalienexplosion im konventionellen Laborbereich auszuschließen. Die Handhabung hochexplosiver Stoffe im konventionellen Anlagenteil wird nicht unterstellt.

Das Ereignis "Erdbeben" ist für die übertägigen Anlagen mit ihren Umschlageinrichtungen für radioaktive Abfälle unter dem Gesichtspunkt zu betrachten, daß diese in Anlehnung an KTA 2201.1 als Anlagenteile der Klasse II einzustufen sind. Sie sind nach DIN 4149 gegen seismische Einwirkungen ausgelegt, wobei die Anforderungen gemäß KTA 2201.3, Absatz 2.2.4.7, zugrunde gelegt werden. Aufgrund der Auslegung der Anlagenbereiche ist eine durch Erdbeben induzierte mechanische oder thermische Belastung der Abfallgebinde nicht zu unterstellen.

3.1.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse

Die Ergebnisse der probabilistischen Ereignisanalyse für den obertägigen Anlagenbereich der Schachtanlage KONRAD sind in der Tabelle 3.1.1 zusammenfassend dargestellt. Den Ereignissen gemäß /GRS 89a/ wurden hier die Häufigkeiten für die Störfälle zugeordnet, die Folge der Ereignisse sind. Aufgrund der konservativen Vorgehensweise stellen die angegebenen Störfallhäufigkeiten Obergrenzen dar. Die Ergebnisse in Tabelle 3.1

zeigen für den radiologisch repräsentativen Störfall in der obertägigen Anlage "Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung" einen Wert von $3 \cdot 10^{-3}/a$. Weitere Ereignisse, die zu Auslegungsstörfällen der Klasse 1 (gemäß /GRS 89a/) führen, liegen mit ihren Häufigkeiten unter diesem Wert.

Für Auslegungsstörfälle der Klasse 2 (gemäß /GRS 89a/), die durch die Auslegung der Anlage hinreichend vermieden werden, wurden die höchsten Eintrittshäufigkeiten mit $8 \cdot 10^{-6}/a$ für die Störfälle "Kollision von Transportmitteln ohne Brand" auf dem Schachtgelände und "Kollision des Seitenstapelfahrzeuges ohne Brand" in der Pufferhalle ermittelt.

In der Tabelle 3.1.2 sind die in Tabelle 3.1.1 für Anlagenbereiche dargestellten Störfallhäufigkeiten nochmals in Gruppen für die obertägige Anlage zusammenfassend dargestellt. Auch in dieser kumulativen Darstellung der Störfallhäufigkeiten zeigt sich, daß für die Störfälle, die durch die Auslegung der obertägigen Anlage zu vermeiden sind, die Eintrittshäufigkeiten unter $10^{-5}/a$ liegen.

Für die radiologisch repräsentativen Störfälle "Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung" ergibt sich kumulativ für die obertägige Anlage ein Wert von $3,2 \cdot 10^{-3}/a$.

Tabelle 3.1.1 Anlageninterne Ereignisse und Störfallhäufigkeiten in den übertägigen Anlagenbereichen des geplanten Endlagers Konrad

Anlagenbereich	Ereignis gemäß /GRS 88/	Abfallgebindebelastung	Ereignisse nach Anlage II	Störf.-häufigkeit
Schachtgelände	Kollision von Transportmitteln ohne Brand	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	1, 4, 5	$8 \cdot 10^{-6}$
	Kollision von Transportmitteln mit Brand	thermische Gebindebelastung	2, 6	$2 \cdot 10^{-6}$
	Fahrzeugbrand	thermische Gebindebelastung	3	$4 \cdot 10^{-7}$
Trocknungsanlage	Kollision von Transportmitteln ohne Brand	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	7	$4 \cdot 10^{-7}$
	Kollision von Transportmitteln mit Brand	thermische Gebindebelastung	8	$< 4 \cdot 10^{-7}$
	Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	11, 12, 13, 14	$3 \cdot 10^{-8}$
	Fahrzeugbrand	thermische Gebindebelastung	9, 10	$4 \cdot 10^{-8}$
Umladehalle	Kollision von Transportmitteln ohne Brand	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	19	$7 \cdot 10^{-7}$
	Kollision von Transportmitteln mit Brand	thermische Gebindebelastung	20	$2 \cdot 10^{-9}$
	Fahrzeugbrand	thermische Gebindebelastung	21	$5 \cdot 10^{-8}$
	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände	mechanische Gebindebelastung	18	$2 \cdot 10^{-4}$
	Absturz von Abfallgebänden b.d.Handhabung	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	15, 16, 17	$3 \cdot 10^{-3}$
	Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	22	$8 \cdot 10^{-7}$
Sonderbehandlungsraum	Mechanische Einwirkungen auf Abfallgebände	mechanische Gebindebelastung	23	$4 \cdot 10^{-9}$
	Absturz von Abfallgebänden b.d.Handhabung	Gebindeabsturz $H = 1,2m$	31	$2 \cdot 10^{-4}$
	Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	32	$8 \cdot 10^{-8}$
Pufferhalle	Koll. d. Seitenstapelfahrzeugs ohne Brand*	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	25	$8 \cdot 10^{-6}$
	Koll. d. Seitenstapelfahrzeugs mit Brand*	thermische Gebindebelastung	26	$8 \cdot 10^{-7}$
	Brand des Seitenstapelfahrzeugs	thermische Gebindebelastung	27	$2 \cdot 10^{-6}$
	Absturz von Abfallgebänden b.d. Handhabung	Gebindeabsturz $H \geq 1,2m$	24	$4 \cdot 10^{-6}$
	Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	28	$7 \cdot 10^{-6}$
	Koll. d. Seitenstapelfahrzeugs mit Abfallgebände ohne Brand	mechanische Gebindebelastung	29	$2 \cdot 10^{-6}$
	Koll. d. Seitenstapelfahrzeugs mit Abfallgebände mit Brand	thermische Gebindebelastung	30	$2 \cdot 10^{-9}$

* Diese Ereignisse beinhalten u.a. die Kollision mit der Wand zum Sonderbehandlungsraum als auch die Kollision mit den Rolltoren

Tabelle 3.1.2: Kumulative Störfallhäufigkeiten für die ober-
tägige Anlage des geplanten Endlagers Konrad

Störfallgruppe	Störfallhäufigkeit [1/a]
Absturz von Abfallge- binden bei der Hand- habung	$3,2 \cdot 10^{-3}$
Kollision von Trans- portmitteln mit Brand	$3,2 \cdot 10^{-6}$
Fahrzeugbrand	$2,5 \cdot 10^{-6}$
Anlageninterner Brand	$7,9 \cdot 10^{-6}$

3.2 Schachtförderanlage

3.2.1 Sonstige Ereignisse

- Übertreiben des Förderkorbs
- Erdbeben

Bei dem Ereignis "Übertreiben des Förderkorbs" werden bei realistischer Betrachtung die auftretenden Verzögerungskräfte beim Abstoppen des Förderkorbs in der Spurlattenverdickung bzw. im SELDA-System /PTB 88a/ keine Schäden an der Transporteinheit verursachen, da diese formschlüssig im Förderkorb stehen und die Federung des Plateauwagens die auf die Transporteinheit wirkenden Bremskräfte dämpft. Darüber hinaus ist der Plateauwagen gegen ungewollte Bewegungen im Förderkorb durch zwei unterschiedliche Arretierungen hinreichend gesichert.

Im Schachtbereich sind der Förderturm, die Schachthalle und der Schachtkeller gegen Erdbebenauswirkungen ausgelegt /PTB 88b/. Bei den Schachteinbauten sind aufgrund ihrer Auslegung keine erdbebeninduzierten Auswirkungen auf die Abfallgebinde im Förderkorb zu unterstellen.

3.2.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse

Die Ergebnisse der probabilistischen Ereignisanalyse sind für die Schachtförderanlage zusammenfassend in der Tabelle 3.2 dargestellt. Den Ereignissen gemäß /GRS 89a/ wurden hier die Häufigkeiten für die Störfälle zugeordnet, die Folge der Ereignisse sind. In /GRS 89a/ wurde für alle der hier probabilistisch betrachteten Ereignisse, die die Schachtförderanlage betreffen, unterstellt, daß sie durch die Auslegung der Anlage vermieden werden.

Die höchsten Eintrittshäufigkeiten mit $7 \cdot 10^{-6}/a$ wurden für die Störfälle "mechanische Einwirkungen auf Abfallgebinde beim schweren Übertreiben des Förderkorbes" und "Kollision des Förderkorbes mit Spurlatten oder anderen Schachteinbauten" ermittelt.

3.3 Untertägige Anlage

3.3.1 Sonstige Ereignisse

Zu den "sonstigen Ereignissen", deren Eintritt hinreichend sicher vermieden bzw. die zu keiner Abfallgebindebelastung mit Aktivitätsfreisetzung führen, zählen im untertägigen Anlagenbereich die Ereignisse

- Absturz der Abfallgebinde bei Handhabung am Füllort,
- Steinfall am Füllort,
- Kollision von Transportmitteln am Füllort ohne Brand,
- Entgleisen des Plateauwagens,
- Kollision des Transportwagens mit dem Stoß auf söhligere Strecke,
- Absturz der Abfallgebinde vom Stapelfahrzeug in der Einlagerungskammer,
- Absturz von Abfallgebinden vom Transportwagen bei Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Transportwagen,

Tabelle 3.2 Anlageninterne Ereignisse und Störfallhäufigkeiten in der Schachtförderanlage des geplanten Endlagers Konrad

Anlagenbereich	Ereignis gemäß /GRS 88/	Abfallgebindebelastung	Ereignisse nach Anlage II	Störf.-häufigkeit
Schachtförderanlage	Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	34	$2 \cdot 10^{-7}$
	Absturz v. Abfallgebinden bei der Beschickung des Förderkorbs	Gebindeabsturz	37	$4 \cdot 10^{-7}$
	Mechanische Eigwirkung auf Abfallgebinde beim schweren Übertreiben des Förderkorbs	Gebindeabsturz	38	$7 \cdot 10^{-6}$
	Absturz von Abfallgebinden bei der Förderung nach unter Tage	Gebindeabsturz	36	$4 \cdot 10^{-6}$
	Kollision des Förderkorbs mit Spurlatten oder anderen Schachteinbauten	mechanische Gebindebelastung	33	$7 \cdot 10^{-6}$
	Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinde im Förderkorb	mechanische Gebindebelastung	35	$2 \cdot 10^{-7}$

- Beaufschlagung von Abfallgebinden durch Versatzmaterial,
- Steinfall infolge Kollision mit dem Stoß,
- anlageninterner Brand an Sonderpunkten (z.B. Werkstätten),
- anlageninterne Explosion,
- Abfallgebändeabsturz vom Abfallgebindestapel in der Einlagerungskammer,
- Absturz von schweren Lasten auf Abfallgebände,
- Erdbeben.

Der Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung im untertägigen Entladebereich wird aufgrund der niedrigen Absturzhöhe (≤ 1 m) nicht als Störfall gewertet. Durch Beschränkung der maximalen Hubhöhe des Portalhubwagens auf 1,90 m und Einbau des Distanzhalters von 0,90 m wird diese maximale Absturzhöhe eingehalten /PTB 89b/.

Der Steinfall im untertägigen Entladebereich wird wegen des besonderen Ausbaues (Füllort) mit einer 25 cm dicken Betonschale und 6 m langen Ankern nicht behandelt /ZIS 87/.

Die "Kollision von Transportmitteln ohne Brand" im untertägigen Entladebereich (Füllort) wird aufgrund der örtlichen Gegebenheiten ausgeschlossen /PTB 89a/. Transportfahrzeuge, die in das 8 m breite Füllort /DBE 86a/ einfahren, werden durch den Portalhubwagen (5 m Spurweite) und den Distanzhalter vom schachtnahen Bereich, in dem sich Abfallgebände befinden können, ferngehalten. Andere Fahrzeuge werden zusätzlich durch administrative Maßnahmen vom Entladebereich ferngehalten.

Das "Entgleisen des Plateauwagens" mit Absturz von Abfallgebinden vom Plateauwagen wird aufgrund der niedrigen Absturzhöhe ($< 0,90$ m) /DBE 86a/ nicht als Störfall gewertet.

Bei der "Kollision des Transportwagens mit Stoß" auf den Einlagerungstransportstrecken und in der Entladekammer wird ein Abfallgebändeabsturz vom Transportwagen aufgrund der niedrigen Absturzhöhe von 1,12 m /MAN 86/ nicht als Störfall gewertet.

Darüber hinaus ist das Kippen des Transportwagens infolge Kollision mit dem Stoß (ohne das vorgehende Versagen der Bremsanlage zu unterstellen) aufgrund des Standsicherheitsnachweises für den Transportwagen /MAN 86/ nicht zu unterstellen.

Der Absturz von Abfallgebinden beim Transport in der Einlagekammer mit dem Stapelfahrzeug wird aufgrund der niedrigen Absturzhöhe ($\leq 0,80$ m) nicht als Störfall gewertet. Durch technische Maßnahmen wird sichergestellt, daß die Abfallgebinde beim Transport maximal 80 cm über der Sohle angehoben sind /PTB 89b/.

Bei der Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Transportwagen in der Entladekammer wird der Abfallgebindeabsturz vom Transportwagen aufgrund der niedrigen Absturzhöhe von 1,12 m /MAN 86/ nicht als Störfall gewertet.

Gegen die Beaufschlagung durch das verwendete Versatzmaterial sind die Abfallgebinde ausgelegt. Ein Störfall infolge der Beaufschlagung der Abfallgebinde mit Versatzmaterial ist daher auszuschließen /BAT 88/.

Die Auslösung von Steinfall infolge "Kollision mit Stoß" führt zu keiner Beaufschlagung der Abfallgebinde, da nur an der Berührungsstelle mit Steinfall zu rechnen ist. Herausgelöste Steine bleiben im Ankerabau mit Maschendraht hängen oder fallen am Stoß ab. Die Beaufschlagung der Abfallgebinde durch Steinfall wäre nur infolge einer Kollision mit der Firse denkbar. Diese Kollision ist aber aufgrund der Fahrzeugmaße und Streckenquerschnitte auszuschließen. Diese Argumentation wird durch Betriebserfahrungen /DRE 78/ gestützt.

Der "anlageninterne Brand" an Sonderpunkten (z.B. Werkstätten, Tankstellen etc.) unter Tage wird nicht als relevanter Störfall gewertet, da der Abstand der Sonderbereiche von den Transportstrecken mit über 30 m so groß ist, daß es zu keiner Beaufschlagung von Abfallgebinden kommen kann /GRS 89b/.

Die "anlageninterne Explosion" von Sprengmitteln führt nicht zu einer Beaufschlagung von Abfallgebinden, weil das Sprengmittellager an der Rampe 410N über 1 000 m vom Kontrollbereich der 850 m-Sohle entfernt ist. Darüber hinaus befindet sich das Sprengmittellager auf einer tiefergelegenen Sohle. Während des Transportes von Sprengmitteln wird der Abfallgebindertransport eingestellt /DBE 88/. Daß unter Tage weitere hochexplosive Stoffe gehandhabt werden, ist nicht zu unterstellen. Es ist ferner davon auszugehen, daß während des Einlagerungsbetriebs unter Tage keine Gasflaschen, zum Beispiel zum Schweißen, gelagert bzw. gehandhabt werden.

Der "Abfallgebinderabsturz vom Abfallgebinderstapel in der Einlagerungskammer" wird abgedeckt durch das Ereignis "Absturz von Abfallgebinden bei Handhabung", da es ursächlich mit dem Stapeln eines Abfallgebindes verknüpft ist.

"Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebinder". Der überwiegende Teil der unter der Firste angebrachten Lasten ist unter dem Gesichtspunkt der Beaufschlagung von Abfallgebinden aufgrund niedriger Massen der Einbauten kaum relevant. Die schwereren relevanten Lasten haben, gemessen an der gesamten Deckfläche, die für den Steinfall unterstellt wird, nur einen geringen Anteil. Die Häufigkeit für den Absturz der Lasten ist nach Auswertung der Betriebserfahrungen in der Grube KONRAD keineswegs höher anzusetzen als die Häufigkeit für Steinfall. Die Häufigkeit für den Störfall durch Steinfall wird konservativ abgeschätzt, so daß in jedem Fall davon auszugehen ist, daß die Häufigkeit für das Ereignis "Absturz schwerer Lasten" durch die ermittelte Häufigkeit für das Ereignis "Steinfall" abgedeckt ist.

Bei den untertägigen Anlagenteilen sind die Erdbebenauswirkungen nur von untergeordneter Bedeutung. Durch die Auslegung des Füllortes (Anker-Spitzbeton-Ausbau) ist der Steinfall auf Abfallgebinder im Füllortbereich auszuschließen /ZIS 87/. Erdbebeninduzierte Steinfälle mit Lastbeaufschlagung von Abfallgebinden in Strecken und Kammern sind unter Berücksichtigung von Eintrittshäufigkeit und Auswirkungen nicht zu unterstellen, da

die Strecken und Kammern durch Anker Ausbau gegen Steinfall ausgelegt sind.

Denkbare Erdbebenauswirkungen, wie Absturz von Abfallgebänden bei der Handhabung, sind bezüglich Eintrittshäufigkeit und Lastannahmen durch die diskutierten Handhabungsstörfälle abgedeckt.

3.3.2 Störfallhäufigkeiten der anlageninternen Ereignisse

Die Ergebnisse der probabilistischen Ereignisanalyse sind für die untertägigen Anlagenbereiche zusammenfassend in der Tabelle 3.3.1 dargestellt.

Für die radiologisch repräsentativen Störfälle unter Tage "Brand des Transportfahrzeuges" und "Absturz eines Abfallgebändes bei der Handhabung in der Einlagerungskammer" wurden Eintrittshäufigkeiten von $4 \cdot 10^{-5}/a$ bzw. $1 \cdot 10^{-3}/a$ ermittelt. Die höchste Eintrittswahrscheinlichkeit für einen Störfall, der gemäß /GRS 89a/ als durch die Auslegung hinreichend vermieden angesetzt wird, wurde mit $7 \cdot 10^{-6}/a$ für den Störfall "Brand des Versatzfahrzeuges" bestimmt.

In der Tabelle 3.3.2 sind die in Tabelle 3.3.1 für die verschiedenen untertägigen Anlagenbereiche dargestellten Störfallhäufigkeiten nochmals zusammenfassend für die gesamte untertägige Anlage dargestellt. Auch in dieser kumulativen Darstellung der Störfallhäufigkeiten zeigt sich, daß für die Störfälle, die durch die Auslegung der untertägigen Anlage zu vermeiden sind /GRS 89a/, die Eintrittshäufigkeiten unter $1 \cdot 10^{-5}/a$ liegen.

Kumulativ ergibt sich für den radiologisch repräsentativen Störfall "Absturz von Abfallgebänden bei der Handhabung" die höchste Häufigkeit für einen Auslegungsstörfall von $3,4 \cdot 10^{-3}/a$.

Tabelle 3.3.1 Anlageninterne Ereignisse und Störfallhäufigkeiten in den untertägigen Anlagenbereichen des geplanten Endlagers Konrad

Anlagenbereich	Ereignis gemäß /GRS 88/	Abfallgebindebelastung	Ereignisse nach Anlage II	Störf.-häufigkeit		
Untertägiger Entladebereich	Kollision von Transportmitteln mit Brand Fahrzeugbrand Anlageninterner Brand	thermische Gebindebelastung	39	$4 \cdot 10^{-9}$		
		thermische Gebindebelastung	40,41	$6 \cdot 10^{-6}$		
		thermische Gebindebelastung	42,43	$2 \cdot 10^{-6}$		
Einlagerungs-transportstrecke	Kollision von Transportmitteln ohne Brand Kollision von Transportmitteln mit Brand Koll. Transportwagen mit Stoß und Brand Koll. Transportwager m. Stoß/Gefällstrecke Fahrzeugbrand Steinfall	Geb.-abst.auf Gefällstrecke	46	$1 \cdot 10^{-8}$		
		thermische Gebindebelastung	47	$< 1 \cdot 10^{-8}$		
		thermische Gebindebelastung	45	$3 \cdot 10^{-7}$		
		Geb.-abst.auf Gefällstrecke	44	$2 \cdot 10^{-6}$		
		thermische Gebindebelastung	48	$2 \cdot 10^{-5}$		
		mechanische Gebindebelastung	49	$9 \cdot 10^{-7}$		
Entladekammer	Kollision von Transportmitteln ohne Brand Kollision von Transportmitteln mit Brand Fahrzeugbrand; Stapelfahrzeug Fahrzeugbrand; Transportfahrzeug Koll.v.Transportmitteln m.Stoß ohne Brand Koll.v.Transportmitteln m.Stoß mit Brand Absturz von Abfallgebinden bei Handhabung Steinfall	mechanische Gebindebelastung	50,51,58,64	$6 \cdot 10^{-6}$		
		thermische Gebindebelastung	52,53,59,65	$7 \cdot 10^{-8}$		
		thermische Gebindebelastung	68,69	$2 \cdot 10^{-5}$		
		thermische Gebindebelastung	66,67	$6 \cdot 10^{-6}$		
		mechanische Gebindebelastung	60,61	$5 \cdot 10^{-6}$		
		thermische Gebindebelastung	54,55,62,63	$3 \cdot 10^{-7}$		
		Gebindeabsturz H \geq 1,2m	56,57	$4 \cdot 10^{-4}$		
		mechanische Gebindebelastung	79,71	$1 \cdot 10^{-6}$		
		Einlagerungsstrecke u. Einlagerungskammer	Kollision des Stapelfahrzeugs ohne Brand Kollision des Stapelfahrzeugs mit Brand Fahrzeugbrand; Absturz von Abfallgebinden bei Handhabung Absturz schwerer Lasten auf Abfallgebände Steinfall Fahrzeugbrand; Stapel-/Versatzfahrzeug Fahrzeugbrand; Versatzfahrzeuge Kollision von Transportmitteln mit Brand Koll.v.Transportmitteln mit Abfallgebände Brand bei Koll.Transportmittel/Abfallgeb.	mechanische Gebindebelastung	72,73,	$1 \cdot 10^{-4}$
					90,91,92	
thermische Gebindebelastung	74,75,			$8 \cdot 10^{-7}$		
	93,94,95					
thermische Gebindebelastung	76,77			$4 \cdot 10^{-5}$		
Gebindeabsturz H \geq 1,2m	80,81			$1 \cdot 10^{-3}$		
mechanische Gebindebelastung	82,83			$2 \cdot 10^{-3}$		
mechanische Gebindebelastung	78,79,			$3 \cdot 10^{-6}$		
	99,100,101					
thermische Gebindebelastung	96,97,98,			$4 \cdot 10^{-5}$		
	106					
thermische Gebindebelastung	105	$7 \cdot 10^{-6}$				
thermische Gebindebelastung	102	$5 \cdot 10^{-9}$				
mechanische Gebindebelastung	84,85,86,	$2 \cdot 10^{-5}$				
	103					
thermische Gebindebelastung	87,88,89,	$6 \cdot 10^{-8}$				
	104					

Tabelle 3.3.2: Kumulative Störfallhäufigkeiten für die untertägige Anlage des geplanten Endlagers Konrad

Störfallgruppe	Störfallhäufigkeit [1/a]
Absturz von Abfallgebinden bei der Handhabung	$3,4 \cdot 10^{-3}$
Fahrzeugbrand	$1,4 \cdot 10^{-4}$
Steinfall	$4,9 \cdot 10^{-6}$
Kollision von Transportmitteln mit (und ohne) Brand	$9,0 \cdot 10^{-8}$ ($6,1 \cdot 10^{-6}$)
Anlageninterner Brand	$2 \cdot 10^{-6}$
Mechanische Beaufschlagung von Abfallgebinden beim Transport	$1,2 \cdot 10^{-4}$

4. ZUSAMMENFASSENDE ANLAGENBEWERTUNG

Ziel der probabilistischen Ereignisanalyse war die Darstellung der sicherheitstechnischen Ausgewogenheit des geplanten Endlagers Konrad. Die hierzu hinsichtlich ihrer Eintrittshäufigkeit beschriebenen Ereignisse orientieren sich an den Ereignissen, die deterministisch in der Störfallanalyse /GRS 89a/ beschrieben wurden. In /GRS 89a/ wurde zwischen zwei verschiedenen Auslegungsstörfällen unterschieden, die entsprechenden Störfallklassen zugeordnet wurden.

Die Störfallklasse 1 beinhaltet Störfälle, die über die Betriebszeit eine realistische Eintrittswahrscheinlichkeit haben. Gegen radiologische Auswirkungen, die aus den Ereignissen folgen, ist die Anlage und/oder sind die Abfallgebinde so ausgelegt, daß in jedem Fall die Grenzwerte der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) gemäß § 28 (3) nicht überschritten werden.

Unter dem Gesichtspunkt der sicherheitstechnischen Ausgewogenheit ist für diese Störfälle nachzuweisen, daß sie nicht mit einer Häufigkeit zu erwarten sind, die für den Bereich von betrieblichen Störungen anzusetzen ist. Für Betriebsstörungen sind keine radiologischen Auswirkungen zu unterstellen, sie können daher mit einer höheren Häufigkeit akzeptiert werden als die Auslegungsstörfälle der Störfallklasse 1.

Störfälle, die der Störfallklasse 2 zugeordnet wurden, sollten mit einer Eintrittshäufigkeit zu erwarten sein, die einen Störfalleintritt; gemessen an der Betriebszeit der Anlage, als unrealistisch erscheinen läßt. Unter diesem Gesichtspunkt sind die auf probabilistischer Basis bestimmten Störfallhäufigkeiten zu prüfen.

Die Ergebnisse der probabilistischen Analyse stellen sich wie folgt dar:

Störfälle, die in /GRS 89a/ der Klasse 1 zugeordnet wurden, treten kumulativ in den drei Anlagenbereichen mit Häufigkeiten von kleiner $5 \cdot 10^{-3}$ pro Jahr auf.

Störfälle, die in /GRS 89a/ der Klasse 2 zugeordnet wurden, treten kumulativ in den drei Anlagenbereichen mit Häufigkeiten unter 10^{-5} pro Jahr auf.

Diese Aussagen gelten ausnahmslos für alle betrachteten Ereignisse. Die Vollständigkeit der zu betrachtenden Ereignisse ist dadurch gegeben, daß die untersuchten Ereignisse als abdeckend für das mögliche Ereignisspektrum angesehen werden können.

Die genannten Häufigkeiten von $5 \cdot 10^{-3}/a$ für die Störfälle der Klasse 1 und von $10^{-5}/a$ für die Klasse 2 stellen sichere Obergrenzen dar. Die Ereignishäufigkeiten wurden anhand von Statistiken und Vorkommnissen generiert, die auf konventioneller (Bergbau) Technik basiert. Den hier berücksichtigten Ereignissen lag oftmals nicht der heutige Stand der Technik zugrunde. Am deutlichsten zeigen sich diese Unterschiede am Beispiel der Schachtförderanlage (siehe Anhang I). Exemplarisch sei hier nochmals die Kombination von SELDA-Anlage und Spurlattenverdickung, die Leittechnik der Schachtverriegelung und das aufwendige Prüfprogramm für die Schachtförderanlage erwähnt. Diese, für die Schachanlage Konrad geplante Technik, ist auch auf modernere Bergbaubetriebe kaum zu übertragen. Dies gilt auch für die übertägigen Krananlagen. Die Auslegung dieser Kräne bis hin zu den Prüfprogrammen für diese Einrichtungen unterscheiden sich zum Teil erheblich von den Krananlagen die als statische Basis für die Ermittlung der Zuverlässigkeitskenngrößen herangezogen wurden. Diese Daten wurden ohne Kreditnahme von den besonderen Auslegungsmaßnahmen für die Anlagenbewertung verwendet.

Der überwiegende Teil der für die Generierung der Zuverlässigkeitskenngrößen berücksichtigten Ereignisse eignete sich vor dem Hintergrund hoher Produktivität sowie von Schicht- und Akkordarbeit. Der Ausbildungsstand der in die Ereignisse involvierten Betriebsleute kann im Einzelfall kaum bewertet werden. Es ist jedoch zu unterstellen, daß es bezüglich dieses Punktes deutliche Unterschiede zu den Verhältnissen für das geplante Endlager Konrad gibt.

Die dargestellten Unterschiede bzw. die besonderen Auslegungsmaßnahmen für die Schachtanlage Konrad sind oft gar nicht und in Einzelfällen nur durch geringe Aufwertungsfaktoren in die Bestimmung der Ereignishäufigkeiten eingebracht worden. Die berechneten Ereignishäufigkeiten stellen daher sichere Obergrenzen dar.

Sowohl die absoluten Beträge für die bestimmten Ereignishäufigkeiten als auch die Abstufung der Häufigkeiten in Abhängigkeit von den zu erwartenden radiologischen Auswirkungen der Störfälle entspricht den Anforderungen an ein sicherheitstechnisch ausgewogenes Auslegungskonzept. Über die oben angesprochenen Auslegungsmaßnahmen hinausgehende zusätzliche Anforderungen an die Auslegung, soweit sie der Beherrschung und Vermeidung anlageninterner Störfälle dienen, ergeben sich somit nicht.

5. VERWENDETE UNTERLAGEN

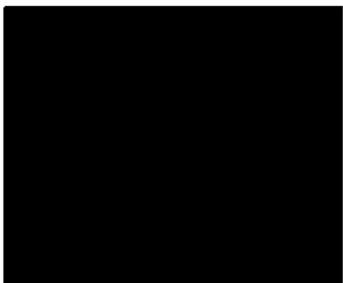
- BAT 88/ Battelle-Institut
Untersuchungen zum Einfluß von Schleuderversatz
auf Abfallgebinde, September 1988
- /BGC 82/ Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie
Richtlinie 12, Laboratorien, Ausgabe April 1982,
5000 Köln 41, Postfach 450227
- /DBE 86a/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern
Einlagerung Abfallgebinde, Band 1 von 1, 1. Re-
vision, Stand Oktober 1986
- /DBE 86b/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern
Einlagerung Abfallgebinde, Band 1, 1. Revision,
Bearbeitungsteil: Logistische Untersuchung der
Betriebsabläufe im Endlagerbergwerk Konrad,
Anlage - Einzelblätter
- /DBE 88/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Erläuternde Unterlage, Systembe-
schreibung, Umgang mit Sprengmitteln, März 1988
- /DRE 78/ H. Dreyer
Sicherheitliche Erfahrungen beim untertägigen
Betrieb gleisloser Fahrzeuge im niedersächsi-
schen Bergbau
Kali und Steinsalz, Band 7 (1978), Heft 6
- /GRS 89a/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Systemanalyse Konrad, Teil 3, Ermittlung und
Klassifizierung von Störfällen
GRS-A-1504, 1. Revision, Mai 1989

- /GRS 89b/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Systemanalyse Konrad, Teil 3, Brandschutzmemo-
randum
GRS-A-1520, Februar 1989
- /KRO 88/ W. Kröger
Experience in the Use of PSC for the Design
Assessment of Advanced Next Generation Nuclear
Power
IAEA Technical Committee Meeting on the Use of
Probabilistic Safety Criteria (PSC)
Vienna, Austria, 11-15 April, 1988
- /MAN 86/ MAN-GHH GmbH
Antrag auf Bauartzulassung des Transportwagens
T-A 25
12.12.1986
- /PTB 88a/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Erlaubnis Antrag
TDS-Anlagen Nr. 24.1
. 27.0
- /PTB 88b/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Erläuternde Unterlage,
Auslegungsanforderungen gegen seismische Einwir-
kungen; 1988
- /PTB 89a/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Anlagenband
Stand 03/89

- /PTB 89b/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Auslegungsanforderungen an die baulichen und maschinentechnischen Anlagen sowie an die Handhabungs- und Transportmittel im Endlager Konrad aus den Ergebnissen der Störfallanalysen unter Berücksichtigung von Planungsänderungen und Gutachteranmerkungen
PTB-SE-IB-32/1. Revision, Januar 1989
- /ZIS 87/ U. Zischinsky
Schacht Konrad 2; Schachtglocke und Füllort auf der 800 m-Sohle; Ausführungsplanung des Ausbaues; Stellungnahme Nr. 658 der Bergbau-Forschung GmbH Forschungsstelle für Grubenausbau und Gebirgsmechanik vom 05.06.1987

A N H A N G I

AUSWERTUNG VON BETRIEBSERFAHRUNGEN ZUR
ERMITTLUNG VON ZUVERLÄSSIGKEITSDATEN



INHALT

	<u>Seite</u>
1. HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER ÜBERTÄGIGEN ANLAGE	1
1.1 Kollision nach Alleinunfall	1
1.2 LKW/LKW-Kollision	3
1.3 LKW-Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Einbauten	3
1.4 LKW-Brand	4
1.5 Entgleisen des Waggonverbandes	5
1.6 Anlageninterne Brände	5
1.7 Lastabsturz vom Kran	10
1.7.1 Umladehalle	10
1.7.2 Sonderbehandlungsraum	11
1.8 Ventilversagen an und Zerplatzen von Zählgasflaschen	12
1.9 Ereignisse, die das Seitenstapelfahrzeug betreffen	12
2. HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER SCHACHTFÖRDERANLAGE	15
2.1 Kollision des Förderkorbes mit Spurlatten und sonstigen Schachteinbauten	15
2.2 Absturz von Schachteinbauten	16
2.3 Förderkorbabsturz	17
2.4 Schweres Übertreiben des Förderkorbs	18

	<u>Seite</u>	
2.5	Versagen der Verriegelung der Schachtbeschickungseinrichtung und Absturz des Plateauwagens	19
3.	HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER UNTERTÄGIGEN ANLAGE	21
3.1	Abfallgebindeabsturz bei der Handhabung mit Stapelfahrzeugen	21
3.2	Brände im Schachtbereich, insbesondere am Füllort	25
3.3	Brand von Fahrzeugen	28
3.3.1	Entstehungsbrände an Dieselfahrzeugen	28
3.3.2	Löschen von Bränden an Dieselfahrzeugen	29
3.4	Steinfall	30
3.5	Kollision von Fahrzeugen	31
3.5.1	Transportwagen	31
3.5.2	Stapelfahrzeuge	33
3.5.3	Versatzschleudermaschine und Versatztransportfahrzeug	34
3.5.4	Brand eines Fahrzeugs nach Kollision	35
3.5.5	Umkippen eines Fahrzeugs nach Kollision	36
3.5.6	Kollision von Fahrzeugen aufgrund von Bremsversagen	37
3.6	Bewertung der Verkehrsregelung unter Tage für die Kollision von zwei Transportwagen	38
4.	VERWENDETE UNTERLAGEN	40

1. HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER UNTERTÄGIGEN ANLAGE

1.1 Kollision nach Alleinunfall

Der Begriff "Kollision nach Alleinunfall" orientiert sich an der in /PSE 85a/ verwendeten Terminologie. Gemäß /PSE 85a/ ist hierunter das seitliche Abkommen von der Fahrbahn mit nachfolgender Kollision zu verstehen.

Anfragen bei verschiedenen Versicherungsunternehmen sowie dem Bundesverband für Güterverkehr /BGF 88/ zeigten, daß zu LKW-Unfällen, die unmittelbar vergleichbar zu den auf der Schachtanlage KONRAD zu erwartenden Ereignissen sind, keine statistischen Auswertungen vorliegen.

Aus diesem Grunde wurde die Unfallhäufigkeit anhand der Ergebnisse in /PSE 85a/ konservativ abgeschätzt. Dieser Studie liegen polizeiliche Unfallberichte, Statistiken des HUK-Dachverbands und des Instituts für Unfallforschung in München zugrunde.

In /PSE 85a/ werden Unfallhäufigkeiten für Bundesautobahnen, Bundesstraßen und sonstige Straßen in Abhängigkeit von LKW-Typen angegeben. Der probabilistischen Ereignisanalyse wurden Sattelschlepperunfälle auf Bundesautobahnen zugrunde gelegt, da die Randbedingungen auf der Schachtanlage KONRAD, mit Ausnahme der Geschwindigkeiten, am sinnvollsten mit den Verhältnissen auf Autobahnen vergleichbar sind.

Nach /PSE 85a/ ist für die Häufigkeit von Sattelschlepperunfällen auf Autobahnen $0,9 \cdot 10^{-6}/\text{km}$ anzusetzen. Dieser Wert ist nicht differenziert nach Geschwindigkeiten, er beschreibt die Eintrittshäufigkeit für das ganze auf der Autobahn gefahrene Geschwindigkeitsspektrum. Der Anteil der Alleinunfälle wird in /PSE 85a/ mit 18,22 % an der Gesamthäufigkeit angegeben.

Für die zu betrachtenden Ereignisse beim geplanten Endlager KONRAD sind nur die Alleinunfälle von Relevanz, bei denen es zum Umstürzen des LKW kommt. Im Falle "Alleinunfall ohne Umkippen" kann für die auf der Schachtanlage KONRAD zu betrachtenden Geschwindigkeiten von den Transportsicherungen Kredit genommen werden. Die Wahrscheinlichkeit für das Umkippen des LKW nach einem Unfall wird in /PSE 85a/ allgemein mit 41 % angegeben. Dieser Wert stellt einen Durchschnittswert für alle LKW-Typen für das gesamte Straßennetz und für alle Geschwindigkeitsbereiche dar.

Setzt man die vorgestellten Werte zur Bestimmung der Häufigkeit für das Ereignis "Kollision nach Alleinunfall mit Umkippen des LKW" an, so ergibt sich der sehr konservative Wert von

$$0,9 \cdot 10^{-6}/\text{km} \cdot 0,1822 \cdot 0,41 = 6,7 \cdot 10^{-8}/\text{km}.$$

Auf dem Schachtgelände beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit 10 km/h. Die Kippsicherheit der eingesetzten Sattelschlepper ist aufgrund der Schwerpunktslage und der hohen Fahrzeugmasse bei den gegebenen Geschwindigkeitsverhältnissen als sehr hoch einzustufen. Unter diesen Randbedingungen ist das Umkippen des Sattelschleppers nach einem Alleinunfall kaum vorstellbar. Aus diesen Gründen wird die für das Ereignis "Alleinunfall mit Umkippen des LKW" abgeleitete Häufigkeit für die Schachtanlage KONRAD um eine Größenordnung günstiger mit

$$\underline{6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}}$$

angesetzt.

Der Fahrzeugbrand infolge eines Alleinunfalls ist gemäß /PSE 85a/ mit einer Häufigkeit von

$$\underline{1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km}}$$

anzusetzen.

1.2 LKW/LKW-Kollision

Das Ereignis LKW/LKW-Kollision ist im Bereich des LKW-Parkplatzes relevant. Das Ereignis LKW/LKW-Kollision ohne Brand kann derart ablaufen, daß ein LKW an parkenden LKW vorbeifährt, von der Fahrbahn abkommt und in Folge mit einem abgestellten LKW kollidiert. Relevant ist im Hinblick auf die Abfallgebindebelastung nur der Ereignisablauf, bei dem es zu einem Umkippen des LKW kommt. Demzufolge wird die in Kapitel 1.1 abgeleitete Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}}$$

übernommen.

Für das Ereignis Fahrzeugbrand infolge einer LKW/LKW-Kollision ist gemäß /PSE 85a/ eine Häufigkeit von

$$\underline{6,6 \cdot 10^{-9}/\text{km}}$$

anzusetzen.

1.3 LKW-Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Einbauten

Dieses Ereignis umfaßt LKW-Kollisionen mit Bauwerksteilen, Einbauten, Fahrzeugen, Kranen usw. in der Trocknungsanlage und der Umladehalle. Eine derartige Kollision setzt das seitliche Abkommen von der Fahrbahn voraus, da eine Kollision auf der Fahrbahn mit innerbetrieblichen Transportmitteln aufgrund technischer Maßnahmen ausgeschlossen ist. Relevant ist im Hinblick auf die Abfallgebindebelastung nur der Ereignisablauf, bei dem es zu einem Umkippen des LKW kommt. Demzufolge wird hier die in Kapitel 1.1 abgeleitete Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}}$$

übernommen.

Für den Fahrzeugbrand infolge eines solchen Unfalls wird ebenfalls die in Kapitel 1.1 abgeleitete Häufigkeit von

$$\underline{1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km}}$$

übernommen.

1.4 LKW-Brand

Das Ereignis Fahrzeugbrand beschreibt die Entstehung eines Brandes am Fahrzeug aufgrund technischer Defekte. Durch Anfragen unter anderem beim HUK-Dachverband in München, bei der Bundesanstalt für Straßenwesen in Bergisch Gladbach sowie bei der DEKRA in Stuttgart stellte sich heraus, daß es zu diesem Ereignis keine Statistik gibt. Im Gespräch mit dem Fachmann für Brandprobleme bei der Bundesanstalt für Straßenwesen wurde deutlich, daß Bemühungen, eine derartige Statistik zu erstellen, bereits vor ca. 2 Jahren unternommen wurden, aber bis heute keine belastbaren Informationen vorliegen. Für die Abschätzung dieser Ereignishäufigkeit wurden daher die für PKW vorliegenden Daten herangezogen. Die Übertragung dieser Häufigkeit auf LKW ist konservativ, da LKW hinsichtlich möglicher Brandursachen wesentlich günstiger einzustufen sind als PKW. So sind Vergaserbrände oder auslaufender Treibstoff als Brandursache für LKW auszuschließen.

Untersuchungen zu Entstehungsbränden an PKW wurden vom Hessischen Landeskriminalamt durchgeführt /VWS 88/. Hiernach liegt die Häufigkeit für Entstehungsbrände an PKW bei ca. $1,5 \cdot 10^{-4}$ pro Jahr und PKW. Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit der Häufigkeit für PKW-Entstehungsbrände von ca. $1 \cdot 10^{-4}$ pro Fahrzeug und Jahr, den sowohl die Bundespost als auch die Bundesbahn für ihren Fahrzeugpark angibt. Bei der Bundespost kam es in den letzten 10 Jahren bei einem Fahrzeugbestand von ca. 3 500 Schwertransporten zu keinem Entstehungsbrand an LKW /BPM 88/. Dieser Sachverhalt bestätigt sich auch bei der Bundesbahn /DBD 88/. Für die Häufigkeit von Entstehungsbränden an LKW wird daher $1 \cdot 10^{-4}/\text{a} \cdot \text{Fahrzeug}$ angesetzt.

Für das Löschen eines Entstehungsbrandes stehen beim geplanten Endlager KONRAD die Betriebsmannschaft (inklusive des LKW-Fahrers) und die öffentliche Feuerwehr zur Verfügung. Gemäß /GRS 85/ beträgt die Versagenswahrscheinlichkeit des Löschangriffs der Betriebsmannschaft 5 % und die der öffentlichen Feuerwehr nach /DIN 82/ 10 %. Für die Häufigkeit eines Vollbrandes, der sich aus einem Entstehungsbrand am LKW entwickelt, erhält man mit einer bedingten Wahrscheinlichkeit von 0,01 für Löschversagen einen Wert von

$$1,0 \cdot 10^{-4}/a \cdot 0,01 = \underline{1,0 \cdot 10^{-6}/a}.$$

1.5 Entgleisen des Waggonverbandes

Die Herleitung der Häufigkeit für das Entgleisen von Waggonen basiert auf Angaben von /PSE 85b/. Hiernach ist es im Bundesgebiet in den Jahren 1979, 1980 und 1981 zu einem Ereignis "Entgleisung ohne Zusammenstoß" auf "freier Strecke" im Geschwindigkeitsintervall von 0 km/h - 35 km/h gekommen. Die hier aufgeführten Randbedingungen "freie Strecke", "Entgleisung ohne Zusammenstoß" und das "Geschwindigkeitsintervall" sind auf die Verhältnisse in KONRAD gut übertragbar.

Nach Angaben von /PSE 85b/ werden von der Deutschen Bundesbahn jährlich $1,97 \cdot 10^8$ km im Güterzugverkehr zurückgelegt. Davon entfallen auf die freie Strecke 73,0 %. Anhand dieser Daten wird die Häufigkeit für das Entgleisen von Waggonen wie folgt berechnet:

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{0,73 \cdot 1,97 \cdot 10^8} = \underline{2,3 \cdot 10^{-9}/km \cdot a}$$

1.6 Anlageninterne Brände

Ausgangsbasis für die Ermittlung der Häufigkeit von Schadensfeuern in den übertägigen Gebäuden am Schacht KONRAD 2 ist

die in /DIN 82/ angegebene Zahl von $2 \cdot 10^{-6}$ je m^2 und Jahr für Entstehungsbrände in Industriebauten.

Der oben aufgeführte Wert gilt für ein mittleres Brandrisiko. Ein geringeres Brandrisiko liegt nach /DIN 82/ vor bei freier Lage des Gebäudes, geringer Gebäudehöhe, Übersichtlichkeit innerhalb des Gebäudes, besonderer brandschutztechnischer Durchbildung, Auslagerung von Brandbelastungen, reichlicher Löschwasserversorgung usw.. Eine Reduzierung der Brandeintrittshäufigkeit ist nach /DIN 82/ bei entsprechend vorliegenden Randbedingungen möglich.

Die Brandlasten in den hier zu betrachtenden Gebäuden sind insgesamt als gering anzusehen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, daß als Brandlast hier im wesentlichen nur Kabel bzw. elektrische Einrichtungen vorkommen. Der Anteil von Kabelbränden bzw. Bränden an elektrischen Einrichtungen, bezogen auf die Anzahl aller Brände, beträgt nach /GRS 85/ ca. 30 %.

Die Übersichtlichkeit innerhalb der Gebäude am Schacht KONRAD 2 sowie die Zugänglichkeit sind gut. Zudem sind aus brandschutztechnischer Sicht Vorsorgemaßnahmen sowohl bautechnischer als auch anlagentechnischer Art getroffen.

Insgesamt ist somit eine Reduzierung der Häufigkeit von Entstehungsbränden um einen Faktor 10 auf $2 \cdot 10^{-7}$ je m^2 und Jahr gemäß /DIN 82/ zulässig.

Für die Brandabschnitte

- BA 1 Umladehalle
- BA 2 Trocknungsanlage
- BA 3 Werkstatt 1 und Sonderbehandlungsraum
- BA 6 Förderturm mit Schachthalle
- BA 11 Pufferhalle

wurden aus den Konzeptunterlagen für KONRAD /PTB 89a/ die Grundflächen ermittelt und damit die zu erwartende Häufigkeit für

das Auftreten von Bränden bestimmt. Die Werte sind in Tabelle 1 angegeben.

Einlagerungsbetrieb

Die Häufigkeit für ein Schadensfeuer wird, ausgehend von den oben aufgeführten Zahlen, durch eine erfolgreiche Brandbekämpfung bestimmt. Dabei ist sowohl die Brandbekämpfung durch das Betriebspersonal als auch der Einsatz der öffentlichen Feuerwehr zu berücksichtigen.

Tabelle 1:

Jährliche Brandeintrittshäufigkeit (Entstehungsbrand) für ausgewählte Brandabschnitte

Brandabschnitt	Brandeintrittshäufigkeit [1/a]
Umladehalle	$7,8 \cdot 10^{-4}$
Trocknungsanlage	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Werkstatt/ Sonderbehandlung	$1,1 \cdot 10^{-4}$
Förderturm/ Schachthalle	$1,7 \cdot 10^{-4}$
Pufferhalle	$4,7 \cdot 10^{-4}$

Während des Einlagerungsbetriebs sind ständig Personen anwesend. Mindestens drei bis vier Personen davon sind in der Brandbekämpfung ausgebildet. Nach /GRS 85/ beträgt die mittlere Ausfallwahrscheinlichkeit für die direkte manuelle Brandbekämpfung durch Betriebspersonal unter der Voraussetzung einer personellen Brandmeldung und unmittelbar anschließender Brandbekämpfung 0,05 pro Anforderung. Für den Einsatz der öffentli-

chen Feuerwehr wird nach /DIN 82/ die Wahrscheinlichkeit, daß sich ein Entstehungsbrand zu einem Vollbrand entwickelt, zu $p = 10^{-1}$ angesetzt.

Die sich unter Berücksichtigung der Brandbekämpfung ergebenden Werte für ein Schadensfeuer (Vollbrand) in den übertägigen Anlagenbereichen sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2:

Jährliche Brandeintrittshäufigkeit (Vollbrand) für ausgewählte Brandabschnitte

Brandabschnitt	Brandeintrittshäufigkeit [1/a]
Umladehalle	$3,9 \cdot 10^{-6}$
Trocknungsanlage	$5,3 \cdot 10^{-7}$
Werkstatt/ Sonderbehandlung	$5,4 \cdot 10^{-7}$
Förderturm/ Schachthalle	$8,5 \cdot 10^{-7}$
Pufferhalle	$2,5 \cdot 10^{-6}$

Außerhalb des Einlagerungsbetriebs

Außerhalb des Einlagerungsbetriebs sind bis auf das Wachpersonal keine Personen anwesend.

Wie die Brandursachenforschung zeigt, wird ein großer Teil der Brände durch Betriebspersonal, zum Beispiel bei Schneid- oder Schweißarbeiten, selbst verursacht.

Die in /CBW 80/ aufgeführten, über alle Industriebereiche gemittelten Werte zeigen, daß während der Arbeitszeit 70 % und außerhalb der Arbeitszeit nur 30 % der Brände entstehen.

Für die weiteren Betrachtungen zur Bestimmung der Häufigkeit von Schadensfeuern außerhalb des Einlagerungsbetriebs wird deshalb von einem entsprechend reduzierten Wert für die Häufigkeit von Entstehungsbränden ausgegangen.

Außerhalb der Arbeitszeit wird das Gelände am Schacht KONRAD 2 durch Wachpersonal (drei Personen) bewacht. Ein Wachmann muß ständig die Wache besetzen, so daß zur unmittelbaren Brandbekämpfung von Entstehungsbränden zwei Personen zur Verfügung stehen. Es wird davon ausgegangen, daß das Wachpersonal über eine entsprechende Ausbildung verfügt.

Die Branderkennung erfolgt automatisch über Brandmeldeanlagen, so daß im Brandfall das Wachpersonal frühzeitig alarmiert wird. Nach /NPP 79/ beträgt die Zuverlässigkeit der manuellen Brandbekämpfung in der Brandentstehungsphase bei automatischer Brandmeldung und Standardausrüstung mit Feuerlöschgeräten bis zu einer Verzugszeit von 3 Minuten zwischen Brandmeldung und beginnender Bekämpfung, 0,9 pro Anforderung und bis zu einer Verzugszeit von 10 Minuten ca. 0,2.

Das Wachpersonal ist in ca. 5 Minuten nach Brandmeldung an allen Punkten der Anlage. Ausgehend von den obengenannten Zahlen wird deshalb der Löscherfolg mit 0,5 pro Anforderung bewertet.

Der Erfolg der öffentlichen Feuerwehren wird weiterhin mit $9 \cdot 10^{-1}$ pro Anforderung berücksichtigt.

Die sich insgesamt ergebenden jährlichen Häufigkeiten für ein Schadensfeuer außerhalb des Einlagerungsbetriebs sind in Tabelle 3 dargestellt.

Die für die Umladehalle angegebene Zahl ist die mittlere Brandeintrittshäufigkeit für Schadensfeuer in der gesamten Halle.

Tabelle 3:

Jährliche Brandeintrittshäufigkeit (Vollbrand) für ausgewählte Brandabschnitte außerhalb des Einlagerungsbetriebs

Brandabschnitt	Brandeintrittshäufigkeit [1/a]
Umladehalle	$1,2 \cdot 10^{-5}$
Trocknungsanlage	$1,6 \cdot 10^{-6}$
Werkstatt/ Sonderbehandlung	$1,6 \cdot 10^{-6}$
Förderturm/ Schachthalle	$2,6 \cdot 10^{-6}$
Pufferhalle	$7,5 \cdot 10^{-6}$

Außerhalb des Einlagerungsbetriebs befinden sich jedoch die Abfallgebinde, die vor einem Schadensfeuer geschützt werden müssen, im Puffertunnel, der brandschutztechnisch von der übrigen Halle durch feuerbeständige Bauteile getrennt ist. Die Brandlast innerhalb des Puffertunnels ist vernachlässigbar (nur Gummigleisbremsen). Ein Brand im Tunnel selbst mit Einwirkungen auf die Abfallgebinde ist somit nicht möglich. Eine mögliche Brandübertragung von außen bei einem Brand in der Halle liegt deutlich unter einer Eintrittshäufigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ pro Jahr.

1.7 Lastabsturz vom Kran

1.7.1 Umladehalle

Der mögliche Lastabsturz vom Kran ist für drei zu betrachtende Ereignisse in der Umladehalle relevant. Im ersten Fall, wenn es sich bei der Last um eine Transporteinheit (Abfallgebinde) han-

delt, im zweiten Fall, wenn die Containerhaube gehandhabt wird, die beim Absturz eine Transporteinheit beaufschlagen könnte, im dritten Fall, wenn zur Vorbereitung möglicher Dekont- und Reparaturmaßnahmen auf Gleis 9 mit dem der Kran die Transporteinheiten gehandhabt werden.

Für Krane, die den geplanten Brückenkranen in KONRAD vergleichbar sind, ist von /TUV 78/ eine Untersuchung von Lastabsturzhäufigkeiten durchgeführt worden. Die Untersuchung kommt zu dem Ergebnis, daß bei Kranen mit einfacher kinematischer Kette und ohne Sicherheitsbremse bei jährlich 1 000 - 3 000 Betriebsstunden eine Lastabsturzhäufigkeit von

$$\underline{6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel}}$$

zu erwarten ist.

Von einer einfachen kinematischen Kette wird gesprochen, wenn alle am Kraftfluß beteiligten mechanischen Bauteile einfach vorhanden sind.

Untersuchungen der /ALL 88/ und der /EDF 77/ kommen für Lastabstürze vom Kran zu vergleichbaren (leicht günstigeren) Häufigkeiten. Regelmäßige Zwischenprüfungen an den tragenden Krannteilen, welche die angegebene Absturzhäufigkeit von $6 \cdot 10^{-7}$ pro Lastspiel reduzieren würden, werden im Sinne einer konservativen Abschätzung der Häufigkeit nicht berücksichtigt.

1.7.2 Sonderbehandlungsraum

Gemäß /TUV 88/ könnte für den Brückenkran im Sonderbehandlungsraum aufgrund der niedrigen jährlichen Betriebsstunden ein günstigerer Wert als für die Brückenkrane in der Umladehalle angesetzt werden. Hiervon wird kein Kredit genommen, und für eine obere Abschätzung der Häufigkeit wird auch hier der Wert von $6 \cdot 10^{-7}$ pro Lastspiel angesetzt. Für den Sonderbehandlungsraum ist vorgesehen, daß Abfallgebände nicht höher als 1,20 m gehandhabt werden /DBE 88c/.

1.8 Ventilversagen an und Zerplatzen von Zählgasflaschen

Für das Bersten von Druckgasflaschen liegt keine auswertbare Statistik vor. Aus diesem Grunde wird konservativ die vom TÜV Norddeutschland /GRS 84/ angegebene Häufigkeit für das Bersten von Druckgasbehältern von $< 10^{-5}/a$ angesetzt. Diese Häufigkeit umfaßt sowohl die Häufigkeit für das Versagen der Behälterwandung als auch das von Ventilen. Nach /GRS 84/ erhält in weniger als 1 % aller Berstfälle die Gasflasche einen genügenden Linearimpuls durch Rückstoß.

Für die probabilistische Ereignisanalyse wird daher für das Bersten einer Gasflasche, verbunden mit einem Linearimpuls durch Rückstoß, konservativ eine Häufigkeit von

$$\underline{1 \cdot 10^{-7}/\text{Flasche} \cdot a}$$

angesetzt.

1.9 Ereignisse, die das Seitenstapelfahrzeug betreffen

Statistiken zu Unfällen und sonstigen Ereignissen für Fahrzeuge, die dem in KONRAD einzusetzenden Seitenstapelfahrzeug vergleichbar sind, gibt es nicht. Aus diesem Grunde wurde für die probabilistische Ereignisanalyse auf die für Stapelfahrzeuge verfügbaren Betriebsauswertungen zurückgegriffen.

Die Häufigkeiten, die anhand dieses Datenmaterials für Stapelfahrzeuge abgeleitet wurden, liefern bei der Übertragung auf das Seitenstapelfahrzeug sehr konservative Werte. Der Absturz einer Transporteinheit vom Seitenstapelfahrzeug ist nur beim Auf- bzw. Absetzen möglich, da während des Transportes die Abfallgebände vergleichbar dem Transportwagen unter Tage auf dem Fahrzeug geladen sind. Die Transportsicherung erfolgt über den Topspreader. Die Wahrscheinlichkeit für den Absturz einer Transporteinheit beim Auf- bzw. Absetzen der Transporteinheiten mit dem Topspreader ist in keinem Fall schlechter zu be-

urteilen als beim Frontstapler. Die direkte Beaufschlagung der Abfallgebände infolge einer Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Bauwerksteilen ist auszuschließen, da die Abfallgebände auf der Ladefläche des Fahrzeugs liegen und an keiner Stelle über die Fahrzeugabmessungen hinausragen. Eine Beaufschlagung der Abfallgebände ist nur dann denkbar, wenn es infolge des Umkippen des Seitenstapelfahrzeugs zum Abfallgebäudeabsturz käme. Aufgrund der Brandlasten und der Bauweise des Seitenstapelfahrzeugs sind die Brandhäufigkeiten nach Kollision oder für den reinen Entstehungsbrand in keinem Fall höher anzusetzen als beim Frontstapler.

Die Herleitung der im folgenden aufgeführten Ereignishäufigkeiten wird für das unter Tage eingesetzte Stapelfahrzeug/Transportfahrzeug dargestellt. Auf die entsprechende Stelle im vorliegenden Anhang wird verwiesen.

- Absturz einer Transporteinheit
bei Handhabung (Kap. 3.1): $1,0 \cdot 10^{-6}$ /Handhabung
- Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Bauwerksteilen ohne Brand
(Kap. 3.5.2): $2,0 \cdot 10^{-7}$ /Betriebsstunde
- Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Bauwerksteilen mit Brand
des Seitenstapelfahrzeugs
(Kap. 3.5.2 und 3.5.4): $2,0 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde
- Entstehungsbrand am Seitenstapelfahrzeug (Kap. 3.3.1): $1,0 \cdot 10^{-6}$ /Betriebsstunde

Die Häufigkeiten für den Brand infolge Kollision mit innerbetrieblichen Transportmitteln und Bauwerksteilen und für den Entstehungsbrand gelten nicht für die Entwicklung eines Vollbrandes. Hierzu ist die Versagenswahrscheinlichkeit eines Löschangriffs zu berücksichtigen. Mit der in Kapitel 1.4 hergeleiteten bedingten Wahrscheinlichkeit von 0,01 erhält man somit

für den Vollbrand infolge von "Kollision mit Betriebsmitteln"
eine Häufigkeit von

$$\underline{2 \cdot 10^{-10} / \text{Betriebsstunde}}$$

und für den "Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes" eine
Häufigkeit von

$$\underline{1,0 \cdot 10^{-8} / \text{Betriebsstunde.}}$$

2. HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER SCHACHTFÖRDERANLAGE

Bei der Herleitung von Ereignishäufigkeiten, die die Schachtförderanlage betreffen, wurden abweichend von der allgemeinen Vorgehensweise in der Anlagenbewertung Prüf- und Wartungsarbeiten zur Schadensverhinderung an der Schachtförderanlage argumentativ berücksichtigt. Für den Bereich der Schachtförderanlage ist dieses Vorgehen sinnvoll, da der technische Stand der Schachtförderanlagen, auf dem die ausgewerteten Betriebserfahrungen (Kohle-, Salz- und Erzbergbau) beruhen, in wesentlichen Teilen nicht dem Stand der Technik, wie er für das geplante Endlager KONRAD vorgesehen ist, entspricht.

Die einfache Übertragung der Betriebserfahrungen aus den vergangenen 30 Jahren im Bergbau in der Bundesrepublik Deutschland auf die geplante Schachtförderanlage KONRAD 2 würde die zu bestimmenden Ereignishäufigkeiten unrealistisch verzerren.

Daß die bestimmten Ereignishäufigkeiten in jedem Fall konservative Obergrenzen darstellen, wird für jeden Einzelfall begründet.

2.1 Kollision des Förderkorbs mit Spurlatten und sonstigen Schachteinbauten

Von /EIC 84/ werden für den Zeitraum 1950 - 1980 drei Ereignisse dieser Art angegeben. ~~Keines dieser Ereignisse führte zum Förderkorbabsturz.~~ Für den Untersuchungszeitraum wird von /EIC 84/ auf der Grundlage der Statistik des Oberbergamtes die Summe aller Treiben in Tagesschächten insgesamt mit $1,6 \cdot 10^9$ angegeben. Das heißt, über einen Zeitraum von 30 Jahren kam es mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von $1,9 \cdot 10^{-9}$ /Treiben zu einer Kollision mit Schachteinbauten. Dieser Wert wird als obere Grenze für die in KONRAD zu erwartende Häufigkeit angesetzt. Aufgrund der Prüfungen und Untersuchungen, die für die Schachtanlage KONRAD vorgesehen sind, muß die angesetzte Häufigkeit von

$1,9 \cdot 10^{-9}$ /Treiben

als konservativ betrachtet werden.

Die für die Schachtförderanlage KONRAD 2 mit 17 Treiben pro Schicht regelmäßig geplante geometrische Vermessung der Spurlatten sowie der horizontalen Beschleunigungsmessungen an den Spurlatten sind in konventionellen Bergwerken in dieser Form erst bei mehr als 300 Treiben pro Tag vorgesehen. Realistisch kann für die Schachtförderanlage KONRAD 2 angenommen werden, daß Schäden so frühzeitig erkannt werden, daß eine Kollision mit Spurlatten ausgeschlossen ist.

2.2 Absturz von Schachteinbauten

Im Zeitraum zwischen 1945 und 1980 werden von /EIC 84/ fünf Ereignisse "Absturz von Schachteinbauten" angegeben. In drei Fällen stürzte der Schachtdeckel ab, in einem Fall Teile einer Rohrleitung und in einem weiteren Fall ein Ziegelstein aus der Schachtausmauerung.

Der Absturz eines Schachtdeckels ist für den Schacht KONRAD 2 nicht relevant, da der Einbau eines solchen Deckels nicht vorgesehen ist.

In /EIC 84/ ist für den betrachteten Zeitraum eine durchschnittliche Zahl von 643 Tagesschächten aufgeführt. Vernachlässigt man die drei Ereignisse, bei denen Schachtdeckel in den Schacht fielen, so ergibt sich pro Schacht eine zu erwartende Häufigkeit für den Absturz von Einbauten von $8,8 \cdot 10^{-5}$ /a. Bei der Schachtanlage KONRAD muß berücksichtigt werden, daß umfangreiche Überprüfungen, Prüfungen und Untersuchungen, hierzu gehören unter anderem Ultraschallmessungen plus visuelle Kontrolle an Schachteinbauten, wie zum Beispiel Rohrleitungen, durchgeführt werden. Ferner wurde für die Schachtanlage KONRAD ein Standsicherheitsgutachten erstellt. Dies stellt eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme dar, die über die im Bergbau übliche Praxis hinausgeht. Aufgrund der angegebenen zusätzlichen Si-

cherheitsmaßnahmen wird die Häufigkeit für Abstürze von Einbauten für KONRAD um rund 1 Größenordnung auf

$$\underline{8 \cdot 10^{-6}/a}$$

reduziert.

2.3 Förderkorbabsturz

Im Zeitraum zwischen 1950 und 1980 ist es zu keinem Förderkorbabsturz an einer Mehrseilförderanlage gekommen, wie sie für die Schachtförderanlage KONRAD relevant sind. Setzt man die Gesamtzahl der von /EIC 84/ angegebenen Förderkorbabstürze zur Bestimmung der Ereignishäufigkeit "Förderkorbabsturz" ein, so würde sich bei der Übertragung auf die Schachtförderanlage KONRAD ein völlig unrealistisches Bild ergeben. Ein beachtlicher Teil der Förderkorbabstürze ereignete sich in Blindschächten bzw. bei Haspelförderung. Diese Randbedingungen sind auf die Schachtförderanlage KONRAD grundsätzlich nicht übertragbar. Aus diesem Grunde wurde die in /EIC 84/ angegebene Zahl der Förderkorbabstürze auf die reduziert, die sich in Hauptseilfahranlagen mit Treibscheibenförderung ereigneten. Gemäß dieser Randbedingungen sind nach /EIC 84/ drei Förderkorbabstürze zu berücksichtigen. Die Zahl der Treiben, die den drei Förderkorbabstürzen über den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren zugrunde gelegt werden müssen, werden von /EIC 84/ mit $756 \cdot 10^6$ angegeben. Aus den Betriebserfahrungen kann somit eine Absturzhäufigkeit von

$$\frac{3}{756 \cdot 10^6} = 4 \cdot 10^{-9}/\text{Treiben}$$

abgeleitet werden.

Dieser Wert ist bezüglich der Schachtförderanlage KONRAD zu konservativ, weil bei der Ableitung dieses Wertes kein Kredit von den speziellen Gegebenheiten der vorgesehenen Anlage genommen wurde. Bei der 8-Seil-Anlage in KONRAD führt zum Bei-

spiel ein Klemmkauschenversagen oder ein Seilriß - unterstellt wird nicht das gleichzeitige und unabhängige Versagen dieser Komponenten - nicht zum Förderkorbabsturz. In der Vergangenheit, insbesondere bei Einseil-Anlagen, war dies jedoch unter anderem eine Ursache an der Gesamtheit der Förderkorbabstürze.

Eine weitere wesentliche Ursache für Förderkorbabstürze in der Vergangenheit waren Schäden an den Förderkorbführungseinrichtungen (Spurlatten). Gegen diese Ursache wird, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, im geplanten Endlager KONRAD dadurch Vorbeugung betrieben, daß der Schacht regelmäßig visuell geprüft und die Spurlatten regelmäßig geometrisch vermessen werden. Darüber hinaus ist die Durchführung von horizontalen Beschleunigungsmessungen, mit denen auch geringe Schäden an den Führungseinbauten entdeckt werden können, vorgesehen. Aufgrund dieser Vorsorgemaßnahmen, die in konventionellen Bergwerken teilweise gar nicht oder erst bei mehr als 300 Förderspielen täglich durchgeführt werden (in der Schachtförderanlage KONRAD 2 werden 17 Förderspiele pro Schicht angesetzt), ist davon auszugehen, daß Schäden frühzeitig festgestellt werden.

Aufgrund der geschilderten Sicherheitsmaßnahmen wird die oben genannte Eintrittshäufigkeit für Förderkorbabsturz für die Schachtanlage KONRAD auf

$$\underline{1 \cdot 10^{-9} / \text{Treiben}}$$

reduziert.

2.4 Schweres Übertreiben des Förderkorbs

Für den Beobachtungszeitraum von 30 Jahren werden von /EIC 84/ sechs Ereignisse von schwerem Übertreiben angegeben. Nach /EIC 84/ sind diese Fälle auf die Gesamtheit von $1\,615 \cdot 10^6$ Treiben in Tagesschächten zu beziehen. Die Ursache für die sechs Ereignisse war in drei Fällen Überlast und in drei Fällen Bremsversagen.

Da die Transporteinheiten in jedem Fall beim Umladen in der Umladehalle gewogen werden, kann eine zu hohe Masse der Transporteinheiten als Ursache für schweres Übertreiben für die geplante Schachtförderanlage KONRAD ausgeschlossen werden. Transporteinheiten mit Übergewicht kommen nicht zur Endlagerung.

Das Bremsversagen als Ursache für schweres Übertreiben muß für die Schachtförderanlage KONRAD 2 unter dem Gesichtspunkt gesehen werden, daß Betriebserfahrungen aus anderen Schachtanlagen in die Auslegung des Bremssystems für die Förderanlage in KONRAD eingeflossen sind. An dieser Stelle wird auf die Stellungnahme der WBK zur Bremseinrichtung für die Fördermaschine KONRAD 2 /WBK 88/ verwiesen. Legt man trotzdem die drei Fälle von Bremsversagen zugrunde, die in der Vergangenheit zum schweren Übertreiben des Förderkorbs geführt haben, so ergibt sich für dieses Ereignis eine zu erwartende Häufigkeit von

$$\frac{3}{1\ 615 \cdot 10^6} = \underline{2 \cdot 10^{-9}/\text{Treiben.}}$$

2.5 Versagen der Verriegelung der Schachtbeschickungseinrichtung und Absturz eines Plateauwagens

Gemäß /EIC 84/ ereigneten sich im Zeitraum von 1946 - 1980 zehn Förderwagenabstürze von den Anschlägen in den Schacht. Bei diesen Schächten handelte es sich ausschließlich um Tagesschächte. Ursache für die Förderwagenabstürze waren menschliches Versagen und/oder technische Defekte an den Beschickungseinrichtungen. Mit den in /EIC 84/ als Bezugsgröße angegebenen $1,6 \cdot 10^9$ Treiben ergibt sich als Eintrittshäufigkeit für einen Förderwagenabsturz

$$\frac{10}{1,6 \cdot 10^9} = 6,3 \cdot 10^{-9}/\text{Treiben}$$

Die Schachtbeschickungseinrichtung im geplanten Endlager KONRAD ist wesentlich aufwendiger und hinsichtlich ihrer Verriegelung nicht zu vergleichen mit konventionellen Anlagen. Die An-

wesenheit des Förderkorbs wird durch mehrere diversitäre Signale angezeigt. Der Start eines Beschickungsvorganges, insbesondere das Öffnen der Schachtschleusen und die Drehung der Drehscheiben in Abzieh- bzw. Aufschieberichtung, ist gegen diese Signale verriegelt /PTB 88b/. Die Schachtschleusentore sind derart ausgelegt, daß sie von einem Plateauwagen nicht durchfahren werden können. Einem Aufschiebevorgang geht stets ein Abziehvorgang voraus. Fehler in der Positionierung des Förderkorbs werden bereits bei diesem Vorgang erkannt. Der Beschickungsvorgang würde dann automatisch abgebrochen. Darüber hinaus wird mit Hilfe von Überwachungskameras der Beschickungsvorgang beobachtet.

Aufgrund der Gesamtheit der getroffenen Maßnahmen müßte zusätzlich zum Versagen der gesamten Verriegelung ein weiteres technisches oder menschliches Versagen unterstellt werden, so daß ein beladener Plateauwagen zum Schacht in Abwesenheit des Förderkorbs geschoben wird. Aufgrund dieser aufwendigen Sicherheitstechnik, die wesentlich über bergbauübliche Sicherheitsstandards hinausgeht, wird, ausgehend von dem Erfahrungswert von $6,3 \cdot 10^{-9}$ /Treiben für die Schachtanlage KONRAD eine Häufigkeit für das Ereignis "Absturz des Plateauwagens in den Schacht" von

$$\underline{1 \cdot 10^{-10} / \text{Treiben}}$$

angesetzt.

3. HÄUFIGKEITEN FÜR EREIGNISSE IN DER UNTERTÄGIGEN ANLAGE

3.1 Abfallgebindeabsturz bei der Handhabung mit Stapelfahrzeugen

Hierbei handelt es sich um ein Seitenstapelfahrzeug zum Transport und zur Lagerung in der Pufferhalle und um zwei frontbeladene Stapelfahrzeuge zum Transport und zur Lagerung in den Einlagerungskammern.

Als Absturzhäufigkeit für Lasten bei Staplern werden von Siemens /SIE 88/

$$3 \cdot 10^{-5} / \text{Handhabung}$$

angenommen. Hierfür wird eine Abschätzung der DOE /DOE 79/ zugrunde gelegt.

Bei dem dort beschriebenen Ereignistyp handelt es sich allerdings um eine Kollision des Staplers mit Abfallgebinden und ist somit für den Lastabsturz nicht relevant.

Der BG-Fachausschuß "Fördermittel und Lastaufnahmemittel" führt seit 1970 eine Auswahlstatistik über Unfälle mit Flurförderzeugen. Herr Dipl.-Ing. [REDACTED] München, hat bis Ende März 1988 diese Statistik im Fachausschuß betreut. Herr [REDACTED] hat für die GRS im Unterauftrag eine gezielte Auswertung aus dieser BG-Statistik erarbeitet, die insbesondere zu Staplerunfällen mit Lastabsturz Abschätzungen macht /LAU 88/. Danach gibt es Lastabstürze durch Mängel bei den Lastaufnahmemitteln (Gruppe "Bau und Ausrüstung" der Statistik) und fehlerhafter Lastaufnahme (Gruppe "Betrieb"). Diese beiden Gruppen der Statistik sind über die Jahre etwa gleich im Verhältnis 1 : 3 (Bau/Betrieb) an derartigen Staplerunfällen beteiligt.

In den Jahren 1976 bis 1978 wurden von 14 500 Unfällen mit Flurförderzeugen 637 Fälle registriert, bei denen "der Fahrer oder andere Personen durch herabfallende, abrutschende, umkip-

pende Teile der Ladung verletzt oder von umgefahrenen, umkippenden Gegenständen (Stapel, Regale) getroffen wurden". Eine wesentliche Veränderung hat sich auch bis heute nicht gezeigt. Die Gesamtzahl der in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Stapler wird für 1987 auf 180 000 Stück geschätzt.

Interpretiert man diese Ereignisse als Lastabstürze und bezieht sie auf die von Laumann /LAU 88/ für den betrachteten Zeitraum geschätzte Gesamtzahl von Staplern, ca. 140 000, so ergibt sich hieraus eine Absturzhäufigkeit von $1 \cdot 10^{-3}/a$.

Die Statistik der BG wurde in den folgenden Jahren, insbesondere für Stapler, verfeinert und auf neun verschiedene Unfalltypen aufgeteilt, worüber /ABT 85/ für die Jahre 1982 und 1983 detailliert Auskunft gibt. Von diesen Unfalltypen mit Staplern sind zwei direkt mit Lastabstürzen verbunden und einer zumindest teilweise. So bedeuten:

Unfalltyp 4: "Die herabfallende, abrutschende oder umkippende Ladung des Staplers trifft Personen."

Zahl der Unfälle 1983: 714
1982: 504

Unfalltyp 7: "Der Stapler gerät durch Fahr- oder Bedienungsfehler außer Kontrolle, schleudert, rutscht, kippt um und verletzt den Fahrer oder dritte Personen."

Zahl der Unfälle 1983: 479
1982: 340

Unfalltyp 3: "Der Staplerfahrer wird auf dem Fahrersitz verletzt bei Zusammenstößen mit anderen Fahrzeugen oder Aufprall gegen feste Teile der Umgebung (Bauwerksteile, Stapel, Regale."

Zahl der Unfälle 1983: 1 216
1982: 1 457

Schätzt man ab, daß beim Unfalltyp 7 ein Drittel und beim Unfalltyp 3 ein Fünftel der Unfälle mit Lastabsturz verbunden

sind, ergeben sich insgesamt damit folgende Unfallzahlen mit Staplern, bei denen die Last abkippte:

1982 : 908

1983 : 1 117

Mit der von [REDACTED] /LAU 88/ geschätzten Zahl der in diesen Jahren in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Stapler von 160 000 Stück ergibt sich eine mittlere Lastabsturzhäufigkeit von

$$6,3 \cdot 10^{-3}/a.$$

Diese Zahl liegt in der gleichen Größenordnung wie diejenige für den Zeitraum 1976/1978.

Als Mittelwert beider Angaben ergibt sich eine Lastabsturzhäufigkeit beim Stapelbetrieb von ca. $4 \cdot 10^{-3}/a$.

Der Lastabsturzhäufigkeit von $4 \cdot 10^{-3}/a$ liegen Stapelfahrzeugunfälle zugrunde, bei denen Personen verletzt wurden. Nur derartige betriebliche Ereignisse sind der Berufsgenossenschaft grundsätzlich meldepflichtig. Die Häufigkeit von Lastabstürzen ohne Personenschäden kann nur abgeschätzt werden. Nach /LAU 88/ wird diese Häufigkeit um einen Faktor 3 über der Lastabsturzhäufigkeit mit Personenschäden liegen. Von Ford, Köln /FOR 88/ wird dieser Faktor auf 20 geschätzt. Dieser Wert gilt jedoch nur für die Ford-Werke Köln und ist nach /FOR 88/ dem hohen Sicherheitsstandard bei Ford zuzuschreiben. Für die probabilistische Anlagenbewertung wird konservativ ein mittlerer Faktor von 10 angesetzt. Mit diesem Faktor und der Lastabsturzhäufigkeit von $4 \cdot 10^{-3}/a$ für Lastabstürze mit Personenschäden ergibt sich insgesamt eine Lastabsturzhäufigkeit vom Stapelfahrzeug von $4 \cdot 10^{-2}$ pro Jahr und Fahrzeug.

Nach Abschätzungen von [REDACTED] /LAU 88/ sind etwa 90 % aller in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Stapler im 1-Schicht-Betrieb mit etwa 50 % zeitlicher Auslastung eingesetzt. Die restlichen 10 % sind im Mehrschichtbetrieb tätig.

Diese Relation wurde auch von Zuständigen für den Staplereinsatz bei FORD Köln /FOR 88/ für die Bundesrepublik Deutschland bestätigt. Bei FORD selber sieht diese Relation allerdings anders aus. Hier werden die Betriebsstunden der Stapler bei laufendem Motor mit Betriebsstundenzählern ermittelt. Dabei ergibt sich folgendes Bild:

5 % im 1-Schicht-Betrieb mit 1 470 h/a
85 % im 2-Schicht-Betrieb mit 2 300 h/a
10 % im 3-Schicht-Betrieb mit 3 500 h/a

Diese Relation gilt im wesentlichen für die gesamte Automobilbranche.

Nach Abschätzung in /FOR 88/ ist je nach Transportweg und Hubhöhe mit 20 bis 80 Spielen pro Stunde Betriebszeit zu rechnen. Dabei liegt der Schwerpunkt eher bei den niedrigen Werten. Spiel heißt dabei Last anheben, Fahren mit der Last, Last absetzen, Leerfahrt.

Aus beiden Quellen /LAU 88/ (Schichtverteilung und zeitliche Auslastung) und /FOR 88/ (Betriebsstunden) ergibt sich damit für die in der Bundesrepublik Deutschland eingesetzten Stapler, auf die sich die Unfallzahlen der BG beziehen, folgendes Bild hinsichtlich der Betriebsstunden:

90 % im 1-Schicht-Betrieb (50 % Auslastung)
735 Betriebsstunden/a

10 % im Mehrschichtbetrieb (Mittelwert)
2 400 Betriebsstunden/a

Dies ergibt als Mittelwert für alle Stapler eine Betriebszeit von 900 Betriebsstunde/a.

Mit der ermittelten Lastabstürzhäufigkeit von $4 \cdot 10^{-2}$ /a ergeben sich damit $4,4 \cdot 10^{-5}$ Lastabstürze pro Betriebsstunde.

Setzt man konservativ den unteren Wert der Lastspiele pro Betriebsstunde von 20 als repräsentativ an, berechnet sich die auf die Handhabung bezogene Lastabsturzhäufigkeit zu $2,2 \cdot 10^{-6}$ /Lastabsturz und Handhabung.

Dabei ist zu bedenken, daß sich die hier statistisch erfaßten Staplerunfälle im kommerziellen Einsatz ereigneten (Produktionsbetriebe, Speditionen, Lagerhäuser), wo unter Zeitdruck, teilweise ungünstigen Verkehrsbedingungen (Rampen, Ladeplattformen, enge Gassen und Kurven) und oft auch nur mit kurz ange-lerntem Bedienungspersonal gearbeitet wird. Für die Verhältnisse im geplanten Endlager KONRAD kann bei den klaren, ebenen Wegen (Umladehalle/Pufferhalle sowie Einlagerungskammer) und der geringen Anzahl täglich zu transportierender bzw. einzulagernder Abfallgebände sowie der Möglichkeit und Notwendigkeit gut ausgebildeter Staplerfahrer dieser genannte Wert sicher noch als konservativ angesehen werden; das heißt, als realistische Lastabsturzhäufigkeit kann

$$\underline{10^{-6}/\text{Handhabung}} \quad \text{bzw.} \quad \underline{2 \cdot 10^{-5}/\text{Betriebsstunde}}$$

angesetzt werden.

3.2 Brände im Schachtbereich, insbesondere am Füllort

Hier sollen Brandfälle am Füllort und im Schacht betrachtet werden.

Als Zündursachen haben sich bei den bisherigen Ereignissen insbesondere gezeigt:

- Reibung und Heißlaufen von Maschinen,
- Fehler an elektrischen Einrichtungen sowie
- Schweiß- und Trennarbeiten.

Dabei spielen für das geplante Endlager KONRAD nur die Fehler an elektrischen Einrichtungen eine Rolle.

Als Brandlasten sind denkbar:

- Kabel,
- Kunststoffe, Schläuche,
- Schmieröl, Schmierfett,
- Dieselöl (Leitungen im Schacht).

Die Datenerhebung in deutschen Bergwerken ergab nach /EIC 84/ im Zeitraum von 1963 bis 1981 14 Brände im Schacht oder Füllörter. Reduziert man diese Fälle um solche, die hinsichtlich der Brandlast auch bei KONRAD grundsätzlich nicht relevant sind, also insbesondere keine Fälle mit Kohle als Brandlast, so verbleiben in diesem Zeitraum 9 Brandfälle, davon 5 Fälle, in denen das Holz der Schachteinbauten die Brandlast darstellte, 3 Fälle mit brennbaren Flüssigkeiten, wie Dieselöl und Schmierstoffen als Brandlast, sowie 1 Fall, in dem Isoliermaterial als Brandlast vorlag.

Die Zahl der betrachteten Förderungen (nur Tagesschächte) betrug /EIC 84/

1961 - 1970 : 759

1971 - 1980 : 464

und im Mittel des Erfassungszeitraumes für Brände (1963 - 1981) etwa 610 Förderungen. Zur Bestimmung der Zahl der Füllörter wird konservativ nur von einem Füllort pro Förderung ausgegangen. Außerdem werden bei der Ermittlung der Zahl der Förderungen die Blindschächte nicht mitgezählt.

Mit den oben aufgeführten 9 Fällen im betrachteten Zeitraum von 19 Jahren und den 610 Förderungen errechnet sich die Eintrittshäufigkeit für Brände im Schachtbereich mit ca. $8 \cdot 10^{-4}$.

Da Holz als Schachteinbauten beim Schacht KONRAD 2 nicht verwendet wird und die im Schacht verlaufende Treibstoffleitung außer bei der Befüllung des untertägigen Tanklagers in der einlagerungsfreien Zeit leer ist und regelmäßig auf Leckagen inspiziert wird, können Brände im Schachtbereich aufgrund feh-

lender Brandlasten ausgeschlossen werden. Für das Füllort kann die Eintrittshäufigkeit zu $9 \cdot 10^{-5}/a$ abgeschätzt werden.

Um Löschangriffe durchführen zu können, sind im Füllort an der Beladeposition der Transportwagen zwei Feuerlöscher PK 10 U vorhanden. Der Leitstand im Füllort wird mit einer Halonlöschanlage ausgerüstet /DBE 87/. Darüber hinaus sind am Füllort immer mindestens zwei Personen anwesend, die einen Löschangriff durchführen können /GRS 89b/.

Aus den in /EIC 84/ aufgeführten Beschreibungen der 14 Brände im Schacht- und Füllortbereich geht nur hervor, auf welche Art ein Löschangriff durchgeführt wurde, aber nicht, ob er erfolgreich war. Am ehesten übertragbar erscheint noch die Angabe in /EIC 84/, daß bei Fahrzeugbränden unter Tage 50 % erfolgreich gelöscht werden konnten, wenn nur Löschanversuche mit Handfeuerlöschern durchgeführt wurden. Dabei wird berücksichtigt, daß es sich bei den Brandbekämpfungsmitteln an der Beladeposition um Handfeuerlöscher handelt. Nicht berücksichtigt wird, daß am Füllort immer mehrere Personen anwesend sind, die einen Löschangriff durchführen können. Außerdem wird kein Kredit davon genommen, daß der Transportwagen, der zeitweise am Füllort ist, mit einer bordfesten Löschanlage ausgerüstet ist.

Somit ist es sicher konservativ, für das Löschanversagen bei einem anlageninternen Brand am Füllort 0,5 anzusetzen. Damit kann für den anlageninternen Brand zum Füllort eine Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{4,5 \cdot 10^{-5}/a}$$

angesetzt werden.

3.3 Brand von Fahrzeugen

3.3.1 Entstehungsbrände an Dieselfahrzeugen

Hierunter sollen Fahrzeugbrände verstanden werden, die ohne vorangegangene Fahrzeugkollision allein durch technische Defekte oder Fehlbedienungen hervorgerufen wurden. Das Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld hat seit 1964 17 Ereignisse dieser Art erfaßt /OBA 88/. Davon betrafen 11 Ereignisse Fahrlader und Muldenkipper, die mit den in KONRAD eingesetzten Fahrzeugen am ehesten vergleichbar sind. Für die Jahre 1968 - 1986 liegen außerdem Angaben vor über die im Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld unter Tage eingesetzten Dieselfahrzeuge. Insgesamt sind das 15 000. Um die Weiterentwicklung der Fahrzeugtechnik zu berücksichtigen, werden für die Anlagenbewertung KONRAD nur die letzten 10 Jahre betrachtet, also der Zeitraum von 1977 - 1986 mit insgesamt 9 302 Fahrzeugen. In diesem Zeitraum kam es zu drei Entstehungsbränden an Fahrladern (von 1968 - 1976 gab es 4 Brände). Zur Bestimmung der Zahl der eingesetzten Fahrlader wurde von den folgenden Angaben für das Jahr 1985 ausgegangen /PTB 88a/: Von 931 eingesetzten Fahrzeugen waren 145 Fahrlader und Muldenkipper, also etwa 15 %. Geht man von diesem Anteil auch für den gesamten Zeitraum 1977 - 1986 aus, erhält man etwa 1 450 eingesetzte Fahrlader. Damit ergibt sich eine Eintrittshäufigkeit für Fahrzeug-Entstehungsbrände von $2,1 \cdot 10^{-3}/a$. Die durchschnittliche Zahl der Betriebsstunden für Fahrlader im Jahre 1985 betrug 2 200 Stunden /PTB 88a/. Damit ergibt sich eine Eintrittshäufigkeit für Fahrzeug-Entstehungsbrände von etwa

$$\underline{1 \cdot 10^{-6} \text{ pro Betriebsstunde,}}$$

die für die weitere Analyse zugrunde gelegt wird. Dabei wird keine weitere Unterscheidung zwischen Transportwagen, Stapelfahrzeug, Versatzschleudermaschine und Versatztransportfahrzeug vorgenommen.

3.3.2 Löschen von Bränden an Dieselfahrzeugen

Fahrzeugbrände unter Tage können nur unmittelbar nach ihrer Entstehung gelöscht werden, da der Brandbereich danach wegen Steinfallgefahr nicht mehr betretbar ist. Nach Aussage des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld ist schon etwa 40 Sekunden nach Brandausbruch mit Löserfall zu rechnen /OBA 88/, wobei sich diese Erfahrungen insbesondere auf Bergwerke in Salzformationen beziehen.

Um sofort nach Brandentstehung mit Löschmaßnahmen beginnen zu können, müssen alle Fahrzeuge mit einem Handfeuerlöscher mit mindestens 10 kg Löschmittel ausgerüstet sein. Großfahrzeuge mit mehr als 65 KW Motornennleistung müssen darüber hinaus mit einer bordfesten Löschanlage für zwei Löschangriffe ausgerüstet sein /OBA 81/. Die Löschdüsen müssen dabei auf Motor und Getriebe ausgerichtet sein.

Die in KONRAD eingesetzten Transportfahrzeuge verfügen über zwei Handfeuerlöscher mit je 10 kg Löschpulver und einer bordfesten Löschanlage mit Wärmefühlern für Motor, Wandler und Getriebe /MAN 86/. Die Stapelfahrzeuge verfügen über je eine unabhängige zweite bordfeste Feuerlöschanlage mit Handauslösung im Vorder- und im Hinterwagen /HER 86/. Bei den Versatztransportfahrzeugen handelt es sich ebenfalls um Großfahrzeuge, die die entsprechenden Brandschutzbestimmungen erfüllen müssen /PTB 89b/, /DBE 88a/.

Zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, mit der ein Fahrzeugbrand unter Tage gelöscht werden kann, wurde auf Betriebserfahrungen aus dem deutschen Bergbau seit 1965 mit Fahrzeugbränden zurückgegriffen /EIC 84/, /OBA 88/. Von 16 Bränden bei Fahrzeugen mit bordfester Löschanlage wurden 15 gelöscht. Nur in einem Fall kam es zu einem Fahrzeugvollbrand. Dies läßt eine Abschätzung zu, daß Löschversagen bei Fahrzeugen mit bordfester Löschanlage in 7 % aller Fälle zu unterstellen ist. Damit kann für den Brand eines Unter Tage-Fahrzeuges eine Eintrittshäufigkeit von

$7 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde

angesetzt werden.

3.4 Steinfall

In KONRAD sind seit 1983 etwa 10 km bis 12 km Strecke mit durchschnittlich 6 m Breite im Teilschnittverfahren und mit dem für KONRAD vorgesehenen Ausbau aufgefahren worden /NAU 88/. Bisher hat es kein Steinfall-Ereignis gegeben. Darüber hinaus ist auch aus der Zeit des Erzabbaus in KONRAD kein Steinfallereignis bekannt. Dabei erfolgte der Streckenvortrieb in dieser Zeit durch Sprengtechnik, und der Streckenausbau orientierte sich am Stand der Technik, wie er vor ca. 20 Jahren für konventionelle Bergwerke vorlag.

Bezieht man sich aber nur auf die Erfahrungen seit 1983 und nimmt man an, daß die Streckenauffahrung gleichmäßig verteilt über diese Jahre erfolgt ist, dann liegen für je etwa 2 km 5, 4, 3, 2 bzw. 1 Jahr Betriebserfahrung vor, insgesamt also $30 \text{ km} \cdot \text{a}$ oder bei 6 m Streckenbreite $180\,000 \text{ m}^2 \cdot \text{a}$. Aus dieser Betriebserfahrung läßt sich abschätzen, daß Steinfall, wenn überhaupt, seltener als $5,6 \cdot 10^{-6}$ pro m^2 und a erfolgt. Die Angabe pro m^2 ist sinnvoll, weil beim Streckenausbau mindestens 1 Anker pro m^2 gesetzt wird und Steinfall nur zwischen den Ankern anzunehmen ist.

~~Für die Berechnung der Störfallhäufigkeit wird die konservativ abgeschätzte Häufigkeit für Steinfall von~~

$5,6 \cdot 10^{-6}$ pro Jahr und m^2

zugrunde gelegt.

Die relevante Trefferfläche bilden die Abfallgebände. Nach dem Mengengerüst /DBE 86/ werden jährlich 571 Container, Typ IV, mit $5,1 \text{ m}^2$ oberer Fläche, 401 Container, Typ V, mit $6,4 \text{ m}^2$, 17 Container, Typ VI, mit $3,2 \text{ m}^2$ und 2 411 Tauschpaletten mit

5,12 m² oberer Fläche in KONRAD angeliefert. Die mittlere Tref-
ferfläche beträgt somit für alle Abfallgebände 5,26 m² und spe-
ziell für Container 5,59 m².

Aus diesen Angaben lassen sich Obergrenzen für Steinfallhäufig-
keiten mit Beaufschlagung der Abfallgebände berechnen, bei de-
nen nicht berücksichtigt ist, daß die Strecken gemäß der All-
gemeinen Bergverordnung (ABVO) regelmäßig befahren werden müs-
sen und somit bei dem vorhandenen Streckenausbau ein Steinfall
frühzeitig erkannt werden kann, so daß eine Beaufschlagung der
Abfallgebände völlig auszuschließen sein dürfte. Die berechne-
ten Störfallhäufigkeiten sollen deshalb auch nur als Orientie-
rungshilfen verstanden werden, um eine Obergrenze für die Ein-
trittshäufigkeiten abschätzen zu können.

3.5 Kollisionen von Fahrzeugen

3.5.1 Transportwagen

Die Transportwagen übernehmen am Füllort (850 m-Sohle) die
Transporteinheiten vom Portalhubwagen und fahren zum ersten
Einlagerungsfeld (Nr. 5), das auf der 800 m-Sohle liegt, über
eine Rampe ca. 450 m. Die verschiedenen Einlagerungskammern
liegen darin etwa 100 m höhenversetzt. Für spätere Ausbaustufen
sind dann auch eine 1 000 m-Sohle und 1 200 m-Sohle zu befah-
ren, die über Wendeln und Rampen erreicht werden.

~~Da dieselbe Strecke für Voll- und Leertransporte benutzt wird,~~
sind Ausweichstellen vorhanden, wofür ein ampelgeregeltes
Blocksystem vorgesehen ist.

In den Entladebereichen der Einlagerungskammern werden die
Transporteinheiten von einem Stapelfahrzeug abgenommen. Wäh-
rend des Wechsels von beladenen auf leere Tauschpaletten muß
der Transportwagen an der Entladekammer umsetzen. Die vorge-
sehene Geschwindigkeit der Transportwagen liegt unter 10 km/h.

Nach der Erhebung in deutschen Bergwerken /EIC 84/ ereigneten sich im Zeitraum von 1965 - 1981 36 Kollisionsunfälle mit verschiedenen Fahrzeugen. Diese Kollisionsereignisse teilen sich auf in 11 Kollisionen eines Fahrzeugs mit dem Stoß, 6 Kollisionen mit anderen Geräten und 1 Fahrzeug/Fahrzeug-Kollision. An 8 dieser Kollisionsunfälle waren Fahrlader beteiligt. Fahrlader bzw. Muldenkipper entsprechen den in KONRAD eingesetzten Transportwagen nach Art und Gewicht sowie Handhabung am ehesten und werden der weiteren Herleitung der Eintrittshäufigkeit für Kollisionsunfälle zugrunde gelegt.

Die Unfallursache war bei 18 von 36 Fällen Unachtsamkeit einschließlich Fehlbedienung (menschliches Versagen), 7 Fälle waren durch verschiedene technische Defekte bedingt und je 3 Fälle durch Bremsdefekt und überhöhte Geschwindigkeit, in 5 Fällen war die Ursache unbekannt.

Für den Transport von Abfallgebinden in den untertägigen Anlagen sind nur solche Kollisionen zu betrachten, die gegebenenfalls eine Gefährdung der Ladung bedeuten, das heißt, Kollisionen mit dem Stoß, mit Geräten und mit anderen Fahrzeugen. Dies waren im Betrachtungszeitraum von 17 Jahren die genannten 8 Kollisionsfälle mit Laderbeteiligung.

Nach /EIC 84/ waren im Zeitraum von 1972 - 1981 in deutschen Bergwerken im Bereich der Oberbergämter Clausthal-Zellerfeld und Wiesbaden im Mittel 1 350 Fahrzeuge/a eingesetzt. Wenn man annimmt, daß entsprechend den Angaben des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld /OBA 88/, /PTB 88a/ etwa 15 % der unter Tage in der steilen Lagerung eingesetzten Fahrzeuge Lader und Muldenkipper sind, erhält man pro Jahr etwa 202 Lader und für den Betrachtungszeitraum von 17 Jahren insgesamt etwa 3 440 eingesetzte Lader.

Damit ergibt sich eine erste, konservative Abschätzung der Kollisionshäufigkeit für den Transportwagen von $2,3 \cdot 10^{-3}/a$.

Wenn die in /EIC 84/ ausführlich dargestellten Empfehlungen zum Betrieb der Transportwagen (Hauptband, Kapitel 5.6) bei

KONRAD 2 weitgehend berücksichtigt werden, kann erwartet werden, daß sich die Kollisionshäufigkeit weiter reduzieren läßt auf geschätzte

$$\underline{5 \cdot 10^{-4}/a \text{ und Fahrzeug}}$$

bzw. bei 2 200 Betriebsstunden/a /PTB 88a/ auf

$$\underline{2 \cdot 10^{-7}/\text{Betriebsstunde.}}$$

3.5.2 Stapelfahrzeuge

Das Stapelfahrzeug übernimmt die Transporteinheiten in der Entladekammer vom Transportwagen und stapelt die Abfallgebände in der Einlagerungskammer. Dabei sind Kollisionen mit dem Transportwagen, dem Stoß, dem Stapel und der abgestellten Tauschpalette möglich. Da die Einlagerungskammern sählig angeordnet sind, dürften Bremsversagen wie beim Befahren langer Steigungen/Gefällstrecken hier keine wesentliche Rolle spielen. Darüber hinaus sind die Fahrbedingungen der Transportwagen und des Stapelfahrzeugs unter Tage als vergleichbar anzusehen. Die Fahrzeuge (Stapelfahrzeug, Transportwagen) haben eine vergleichbare Dimensionierung, vergleichbare Massen und gleiche Maximalgeschwindigkeiten. Aus diesen Gründen können die für den Transportwagen abgeleiteten Kollisionshäufigkeiten (Kapitel 3.5.1) von

$$\underline{5 \cdot 10^{-4}/a \text{ und Fahrzeug}}$$

bzw. von

$$\underline{2 \cdot 10^{-7}/\text{Betriebsstunde}}$$

auch für das Stapelfahrzeug angesetzt werden.

3.5.3 Versatzschleudermaschine und Versatztransportfahrzeug

Für die Versatzschleudermaschine und das Versatztransportfahrzeug wird aufgrund der gleichen Argumentation wie im Falle des Stapelfahrzeugs in Kapitel 3.5.2 eine Kollisionshäufigkeit von

$$\underline{2 \cdot 10^{-7} / \text{Betriebsstunde}}$$

angesetzt.

Gemäß /GRS 88/ wird bei Kollisionsereignissen unter Tage unterschieden zwischen Kollisionen mit Stoß und Kollisionen mit Fahrzeugen oder Einbauten. Deshalb müssen auch die ermittelten Ereignishäufigkeiten für die Kollisionen bei Stapelfahrzeugen und Transportwagen nach diesen beiden Ereignistypen differenziert werden. Nach Aussage des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld ist das Anfahren eines Unter Tage-Fahrzeugs an den Stoß ein häufig auftretendes Ereignis verglichen mit Kollisionen von Transportmitteln /OBA 88/.

Dies bestätigen die in /EIC 84/ aufgeführten Ereignisse. Von den 8 dort aufgeführten Kollisionsfällen mit Fahrladerbeteiligung waren 7 Kollisionen mit dem Stoß und einer mit einem Gerät. Ohne die Beschränkung auf Fahrlader sind es 11 Kollisionen mit dem Stoß und 7 mit Gerät oder Fahrzeugen. Von diesen 7 Ereignissen sind allerdings 3 Ereignisse Kollisionen mit Förderanlagen (z.B. Transportbänder) und sind somit nicht relevant für die Gegebenheiten beim geplanten Endlager KONRAD.

Mit diesen Angaben erhält man für den Anteil der Stoßkollisionen an allen Kollisionsereignissen etwa 88 %, wenn ausschließlich Fahrlader betrachtet werden und etwa 73 % bei allen Fahrzeugen. Hiermit werden für die Anlagenbewertung Stoßkollisionen mit 80 % und die übrigen Kollisionen mit 20 % aller Kollisionsunfälle angesetzt. Dies wird für alle Unter Tage-Fahrzeuge einheitlich gemacht, da die vorhandenen Unterlagen keine weitere Unterscheidung nach Fahrzeugtypen zulassen.

Damit ergeben sich für Kollisionsunfälle von Unter Tage-Fahrzeugen folgende Eintrittshäufigkeiten:

Kollision von Transportwagen/Stapelfahrzeug/Versatzschleudermaschine und Versatztransportfahrzeug mit Stoß: $1,6 \cdot 10^{-7}$ /Betriebsstunde

Kollision von Transportwagen/Stapelfahrzeug/Versatzschleudermaschine und Versatztransportfahrzeug mit Geräten oder Fahrzeugen: $4 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde

3.5.4 Brand eines Fahrzeugs nach Kollision

Bei einem Teil der Kollisionsereignisse wird unterstellt, daß der Unfall zu einem Brand des Fahrzeugs führt. Zur Bestimmung der Eintrittshäufigkeit für diese Fälle ist es notwendig, die bedingte Wahrscheinlichkeit zu kennen, daß es bei einem Kollisionsunfall zu einem Brand kommt. Da überhaupt nur ein einziges Ereignis dieser Art bekannt ist /EIC 84/, wird nur eine pauschale Abschätzung für alle Kollisionsereignisse durchgeführt und nicht nach Stoß- und Gerätekollisionen oder nach Transportwagen und Stapelfahrzeug unterschieden.

Von den 36 Kollisionsunfällen im deutschen Bergbau aus der Erhebung /EIC 84/ war keiner mit einem Fahrzeugbrand verbunden.

Von 18 Fahrzeugunfällen auf Gefällstrecken im kanadischen Bergbau im Zeitraum von 1970 - 1973 /EIC 84/ war einer mit einem Brand verbunden.

Betrachtet man die Gesamtmenge der in diesen beiden Erhebungen erfaßten 54 Unfälle, so ergibt sich eine Brandwahrscheinlichkeit nach Kollision von $1,9 \cdot 10^{-2}$. Beschränkt man sich auch hier nur auf solche Ereignisse mit Fahrladerbeteiligung, die auf die Verhältnisse KONRAD übertragbar sind, reduziert sich die Zahl der Unfälle auf 13. Damit ist sicher die Annahme der bedingten Wahrscheinlichkeit für Brand nach Kollision 0,1 konservativ.

Unter Berücksichtigung, daß in 7 % aller Fälle ein Fahrzeugbrand nicht gelöscht werden kann (siehe Abschnitt 3.3.2), ergeben sich für Kollisionsunfälle von Unter Tage-Fahrzeugen mit Brand folgende Eintrittshäufigkeiten:

- Transportwagen/Stapelfahrzeug mit Stoß: $1,1 \cdot 10^{-9}$ /Betriebsstunde
- Transportwagen/Stapelfahrzeug mit Geräten oder Fahrzeugen: $2,8 \cdot 10^{-10}$ /Betriebsstunde

Bei der Kollision der Versatzfahrzeuge mit Brand wird analog zu /GRS 89a/ nicht nach Stoß- oder Gerätekollision unterschieden. Als Eintrittshäufigkeit wird somit

$1,4 \cdot 10^{-9}$ /Betriebsstunde

angesetzt.

3.5.5 Umkippen eines Fahrzeugs nach Kollision

Für den Transportwagen unter Tage wird ein Umkippen nach einer Kollision auf einer Gefällstrecke als störfallrelevant angesehen, auch wenn die Absturzhöhe vom Fahrzeug kleiner als 1,20 m ist. Ähnlich wie bei den Unfällen mit Brand nach Kollision wird auch für das Umkippen des Transportwagens nach Kollision eine bedingte Wahrscheinlichkeit für das Folgeereignis benötigt.

Die Datenbasis bilden auch hier die 36 Unfälle im deutschen Bergbau /EIC 84/, bei denen es in einem Fall zum Umkippen eines Fahrzeugs kam, sowie die 18 Unfälle auf Gefällstrecken im kanadischen Bergbau, von denen keiner zu einem Umkippen des Fahrzeugs führte. Beschränkt man sich auf solche Fahrladerunfälle, die auf die Verhältnisse des geplanten Endlagers KONRAD übertragbar sind, bleibt kein Ereignis mit Umkippen übrig bei insgesamt 13 Unfällen.

In /DRE 78/ wird von 156 Unfällen mit Gleislosfahrzeugen unter Tage im Zeitraum von 1967 - 1975 im niedersächsischen Bergbau berichtet, von denen 4 zum Kippen des Fahrzeugs führten. Dazu liegen allerdings keine Angaben über Unfall- und Fahrzeugart vor.

Unter Berücksichtigung aller zur Verfügung stehender Angaben ist es in jedem Fall sehr konservativ, wenn die bedingte Wahrscheinlichkeit für Umkippen nach Kollision mit 0,1 angesetzt wird.

3.5.6 Kollision von Fahrzeugen aufgrund von Bremsversagen

Bei der Kollision des Transportwagens unter Tage mit dem Stoß und nachfolgendem Abfallgebindeabsturz wird vorausgesetzt, daß dieses Ereignis mit einem Bremsversagen auf einer Gefällstrecke verbunden ist. Aus der Anzahl der Unfälle, die zur Bestimmung der Kollisionshäufigkeit des Transportwagens zugrunde gelegt wurden, sind damit nur diejenigen relevant, deren Ursache ein Versagen der Fahrzeugbremsen war.

Bei den 36 Kollisionsunfällen in /EIC 84/ war in drei Fällen Bremsdefekt als Unfallursache ermittelt worden. Von den 8 Ereignissen aus diesen 36 Kollisionsunfällen mit auf das geplante Endlager KONRAD übertragbaren Fahrladerunfällen war in einem Fall Bremsversagen die Ursache. Diese Zahlen würden zu einer Reduktion der Kollisionshäufigkeit des Transportwagens auf ~~1/12 bzw. 1/8~~ durch die zusätzliche Bedingung "Bremsversagen" führen.

Eine andere Relation liefern die 18 Fahrzeugunfälle auf Gefällstrecken im kanadischen Bergbau /EIC 84/. Bei diesen war in 11 Fällen Bremsdefekt als Unfallursache ermittelt worden bzw. bei den 5 auf KONRAD übertragbaren Fahrladerunfällen in 2 Fällen. Dies führt zu Reduktionen der Kollisionshäufigkeit auf etwa 6/10.

Faßt man beide Mengen zusammen, erhält man 14 Fälle mit Bremsversagen bei 54 Unfällen bzw. 3 Fälle mit Bremsversagen bei 13 übertragbaren Fahrladerunfällen. Dies führt zu einem Reduktionsfaktor von etwa 1/4.

Eine konservative Annahme besteht darin, wenn man für den Kollisionsunfall aufgrund von Bremsversagen nur eine Reduktion der Eintrittshäufigkeit auf 1/3 der Kollisionshäufigkeit ohne Zusatzbedingungen ansetzt. Außerdem wird konservativ die Wirkung der zusätzlichen Retarder-Bremse des Transportwagens nicht bewertet. Diese Zusatzbremseinrichtung wird in Gefällstrecken benötigt.

Damit kann für die Kollision des Transportwagens mit dem Stoß auf einer Gefällstrecke wegen Bremsversagens und Abfallgebindeabsturz durch Umkippen des Fahrzeuges eine Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{5,3 \cdot 10^{-9} / \text{Betriebsstunde}}$$

angesetzt werden.

3.6 Bewertung der Verkehrsregelung unter Tage für die Kollision von zwei Transportwagen

Für den Transport der Abfallgebinde unter Tage werden mehrere Transportwagen eingesetzt, die an festen Ausweichstellen aneinander vorbeifahren können. Zur Vermeidung von Fahrzeug/Fahrzeug-Kollisionen wird an den Ausweichstellen und an Kreuzungspunkten, wie den Einmündungen in die Transportstrecken, eine Verkehrsregelung mit Lichtzeichenanlage durchgeführt /DBE 88b/. Bei dieser Anlage ist für einen Transportwagen, der in einen Begegnungspunkt eingefahren ist, eine Weiterfahrt erst dann zulässig (Ampel grün), wenn das entgegenkommende Fahrzeug durch seine Einfahrt in den Begegnungspunkt einen entsprechenden Kontakt ausgelöst hat. Eine fälschliche Weiterfahrt setzt also entweder eine defekte Ampelanlage oder schwerwiegendes menschliches Fehlverhalten voraus. In der Anlagenbewertung KONRAD

wird konservativ dafür insgesamt eine Versagenswahrscheinlichkeit von 10^{-2} unterstellt.

Wenn man berücksichtigt, daß in 10 % aller Kollisionsfälle ein Fahrzeug umkippt (siehe Abschnitt 3.5.5), so kann man, ausgehend von der Häufigkeit für Kollisionen von Transportwagen mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen ($4 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde), für die Kollision von zwei Transportwagen mit Abfallgebindeabsturz eine Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{4 \cdot 10^{-11}/\text{Betriebsstunde}}$$

ansetzen.

Für die Kollision von zwei Transportwagen mit Brand kann man eine Eintrittshäufigkeit von

$$\underline{2,8 \cdot 10^{-12}/\text{Betriebsstunde}}$$

ansetzen, wenn man, ausgehend von der Eintrittshäufigkeit für Brand infolge einer Kollision des Transportwagens mit Geräten und Fahrzeugen ($2,8 \cdot 10^{-10}$ /Betriebsstunde), das Versagen der Verkehrsregelung unter Tage mit 0,01 bewertet.

4. VERWENDETE UNTERLAGEN

- /ABT 85/ W. Abt, W. Jäger
Die neue Statistik der Staplerunfälle
Die BG, Heft März 1985
- /ALL 88/ Allianz - Zentrum für Technik GmbH
Schreiben an GRS vom 21.06.1988 Dr. Kober
- Versagen von Krananlagen -
- /BGF 88/ Bundesverband für Güterfernverkehr (BDF),
Frankfurt
Mündliche Information durch Herrn Walter
(Tel. 069-7919-368)
- /BPM 88/ Telefonat mit Herrn Malkomes bei der Bundes-
post, Technische Zentralstelle, 6100 Darmstadt,
am 11.08.1988, Tel. 06151/833921
- /CBW 80/ Cerberus-Bewährungsstatistik 1960 - 1979
Brandgeschehen in Gebäuden mit selbsttätigen
Cerberus-Brandmeldeanlagen
BVMI-Nr. 2112/03/24, Dezember 1980
- /DBD 88/ Telefonat mit Herrn Demeunth bei der Bundes-
bahndirektion Mainz, Zentralstelle für Technik,
6500 Mainz, am 12.08.1988, Tel. 06131/155882
-
- /DBE 86/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Einlagerung Abfallgebinde, Band 1 von 1, 1. Re-
vision, Leistungskatalog Konrad, Nr. K45710,
Stand Oktober 1986
- /DBE 87/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Endlager Konrad, Brandschutz unter Tage, Teil-
aufgabe 221312.40, Mai 1987

- /DBE 88a/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Versatzschleudermaschine (vorlaufende Planung)
K 5552, 01.01.1988
- /DBE 88b/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Systembeschreibung Einlagerungssystem, Verkehrs-
regelung unter Tage, 1988
- /DBE 88c/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Erläuternde Unterlage,
Technische Beschreibung des Sonderbehandlungs-
raumes, 1. Revision, September 1988
- /DIN 82/ Vornorm DIN 18230
Baulicher Brandschutz im Industriebau
Ausgabe November 1982
- /DOE 79/ U.S. Department of Energy
- Technology for Commercial Radioactive Waste
Management -
Band 4, Mai 1979
- /DRE 78/ H. Dreyer
Sicherheitliche Erfahrungen beim untertägigen
Betrieb gleisloser Fahrzeuge im niedersächsi-
schen Bergbau
Kali und Steinsalz, Band 7 (1978), Heft 6
- /EDF 77/ B. Gachot, J.F. Berbet - Electricite de France
A probabilistic approach of design of the spent
fuel cask handling system of a nuclear plant
First National Conference on Reliability
September 1977, Nottingham (UK)

- /EIC 84/ H. Eichmeyer, H. Wolff
Untersuchung ausgewählter Störfälle im Bergbau
Hauptband und Anlagenband
TU Berlin, Institut für Bergbauwissenschaften
Berlin, März 1984
- /FOR 88/ FORD-Werke AG, Köln, Abteilung Transportwesen
Stapler, mündliche Information durch Herrn
Hoef-Emden (Tel. 710-3741)
- /GRS 84/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Unterlagenforderung, UF-Nr. EVA-2.4.1, Stich-
wort: Einwirkungen auf die Reaktoranlage aus
anderen HMI-Anlagen, hier: Probabilistik für
herumfliegende Gasflaschen
Bearbeiter: HMI/C1, 08.06.1984
- /GRS 85/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Optimierung von Brandschutzmaßnahmen und Quali-
tätskontrollen in Kernkraftwerken
GRS-62, September 1985
- /GRS 89a/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Systemanalyse Konrad, Teil 3, Ermittlung und
Klassifizierung von Störfällen
GRS-A-1504/1. Revision, Mai 1989
- /GRS 89b/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Systemanalyse Konrad, Teil 3, Brandschutzme-
morandum
GRS-A-1520, Februar 1989
- /HER 86/ Herbst Förder- und Hebeteknik GmbH
Antrag auf Bauartzulassung für Stapelfahrzeug,
Typ Antares I
29.05.1986

- /LAU 88/ H.J. Laumann
Unfälle mit Staplern
Schreiben an GRS vom 26.05.1988
- /MAN 86/ MAN-GHH GmbH
Antrag auf Bauartzulassung des Transportwagens
T-A 25
12.12.1986
- /NAU 88/ Gespräch bei Konrad-Begehung am 17.08.1988 mit
Herrn Nauholz (Sicherheitsingenieur Grube Kon-
rad) und Herrn Kierig (PTB)
- /NPP 79/ Nuclear Power Plant Fire Protection
Fire Hazard Analysis
NUREG/CR-0654, September 1979
- /OBA 81/ Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld
Technische Anforderungen an die Bauart von Fahr-
zeugen mit Verbrennungsmotoren in nicht durch
Grubengas gefährdeten Grubenbauen (Fahrzeugbau-
vorschriften, Fahrzeugbetriebsrichtlinien)
4. Auflage, 12.08.1981
- /OBA 88/ Oberbergamt Clausthal-Zellerfeld
zum Gespräch über Fahrzeugbrände und Kollisionen
von Fahrzeugen unter Tage, PTB, Oberbergamt Claus-
thal-Zellerfeld, KWU, GRS am 13.04.1988
-
- /PSE 85a/ Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE)
Abschlußbericht, Fachband 8, Sicherheitsanalyse
der Transporte von radioaktiven Materialien für
den Verkehrsträger Straße
Dornier System GmbH, Friedrichshafen, Januar
1985

- /PSE 85b/ Projekt Sicherheitsstudien Entsorgung (PSE)
Abschlußbericht, Fachband 7, Sicherheitsanalyse
der Transporte von radioaktiven Materialien für
den Verkehrsträger Schiene
K. Schneider, Transnuklear GmbH, Hanau
Berlin, Januar 1985
- /PTB 88a/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Anzahl, Betriebsstunden und Tonage von Fahrladern
August 1988
- /PTB 88b/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Erlaubnisantrag
TDS-Anlagen Nr. 10.1-3
" 17.2-2
" 17.2-3
- /PTB 89a/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Plan, Endlager für radioaktive Abfälle, Schacht-
anlage Konrad, Salzgitter, Anlagenband
Stand 03/89
- /PTB 89b/ Physikalisch-Technische Bundesanstalt
Auslegungsanforderungen an die baulichen und ma-
schinentechnischen Anlagen sowie an die Handha-
bungs- und Transportmittel im Endlager Konrad
aus den Ergebnissen der Störfallanalysen unter
Berücksichtigung von Planungsänderungen und Gut-
achteranmerkungen
PTB-SE-IB-32/1. Revision Januar 1989
- /SIE 88/ Siemens AG
Beitrag zur Bewertung des Anlagenkonzeptes für
das Endlager Konrad
Bericht Nr. U6 233/88/0013, Offenbach, 26.05.1988

- /TUV 78/ TÜV-Leitstelle Kerntechnik bei der VdTÜV
Bericht 4, FAK "Prüfumfang für Hebezeuge in kern-
technischen Anlagen" der TÜV-Leitstelle Kerntech-
nik bei der VdTÜV
Statistische Untersuchungen von Kranen zur Ermitt-
lung der Absturzwahrscheinlichkeit der Last bzw.
des Kranes
November 1977
Ordnungs-Nr. 14-0000-000-62-19, 01. Februar 1978
- /VWS 88/ Versicherungswirtschaft
Februar 1988, W. Lang
- /WBK 88/ Westfälische Berggewerkschaftskasse - Seilprüf-
stelle
Stellungnahme zur Bremseinrichtung für die För-
dermaschine Konrad 2 der DBE
Dipl.-Ing. Morisse, Bochum, 10.05.1988
-

A N H A N G I I

BESCHREIBUNG DER EREIGNISSE ANHAND WESENTLICHER
PARAMETER UND BERECHNUNG DER
STÖRFALLHÄUFIGKEITEN



INHALT

	<u>Seite</u>
1. PARAMETER ZUR BERECHNUNG DER STÖRFALL- HÄUFIGKEITEN	1
2. DATENBLÄTTER	4
3. LITERATUR	111

1. PARAMETER ZUR BERECHNUNG DER STÖRFALLHÄUFIGKEIT

In diesem Anhang werden die Berechnungen der Störfallhäufigkeiten für die Einzelereignisse, die im Hauptteil, Kapitel 3, teilweise zusammengefaßt wurden, dargestellt. Für jedes Ereignis ist ein Datenblatt mit Erläuterung der Berechnung der Störfallhäufigkeit angelegt. Die Herleitung der den Rechnungen zugrunde gelegten Häufigkeiten für die Eingangsereignisse ist der Anlage I zu entnehmen. Die Randbedingungen für die Störfälle, hierzu gehören insbesondere Einlagerungstransportstrecken und Transportzeiten, wurden der Einlagerungsstudie der DBE /DBE 86b/ entnommen.

Den Rechnungen wurde das Mengengerüst für den Einschichtbetrieb (Zeitraum 1989 bis Mitte 1993) /DBE 86a/ zugrunde gelegt. Hiernach werden pro Jahr 3 400 Transporteinheiten angeliefert, die sich wie folgt zusammensetzen:

	<u>Betonbehälter</u>		<u>Gußbehälter</u>			<u>Container</u>		
Typ	I	II	I	II	III	IV	V	VI
	1126	333	41	877	34	571	401	17

Die insgesamt 2 411 Transporteinheiten mit zylindrischen Beton- oder Gußbehältern setzen sich zusammen aus 877 Tauschpaletten mit 2 Abfallgebinden und 1 534 Tauschpaletten mit 3 Abfallgebinden.

Weiterhin wird angenommen, daß 50 % dieser Transporteinheiten mit der Bahn und 50 % mit dem LKW angeliefert werden. Konservativ wurde angenommen, daß pro LKW eine und pro Bahnanlieferung 6 Transporteinheiten (3 Waggon Typ Shimms mit je 2 Transporteinheiten) in die Umladehalle transportiert werden.

Für den Einsatz der Trocknungsanlagen wurde unterstellt, daß 50 % der ankommenden Transportfahrzeuge vor Einfahrt in die Umladehalle getrocknet werden.

Für die Frequentierung der Pufferhalle wird folgendes unterstellt:

Aufgrund von zum Beispiel Betriebsstörungen werden einmal pro Jahr 3 Tageschargen (ca. 50 Transporteinheiten) gepuffert. Aus bilanztechnischen Gründen werden pro Jahr ca. 250 Transporteinheiten in die Pufferhalle gebracht. Für den bestimmungsgemäßen Einlagerungsbetrieb wird angenommen, daß pro Woche 25 Transporteinheiten gepuffert werden. Konservativ werden 1 400 Einlagerungsvorgänge in die Pufferhalle pro Jahr angenommen. Für die probabilistische Ereignisanalyse wird unterstellt, daß diese 1 400 Transporteinheiten zur Endlagerung im laufenden Jahr gelangen.

Zur Berechnung der Hubhöhen für die Abfallgebände in der Einlagerungskammer sind die in /DBE 86a/ dargestellten Anforderungen der Abfallgebände in einem Stapelabschnitt zugrunde gelegt worden. Die Daten zum Versatz sind ebenfalls aus /DBE 86a/ entnommen worden.

2. DATENBLÄTTER

Störfallnummer

1.	Übertägiger Anlagenbereich	
1.1	Schachtgelände	1
1.2	Trocknungsanlage	7
1.3	Umladehalle	15
1.4	Pufferhalle	24
1.5	Sonderbehandlungsraum	31
2.	Schachtförderanlage	33
3.	Untertägiger Anlagenbereich	
3.1	Füllort	39
3.2	Einlagerungstransportstrecke	44
3.3	Entladekammer	50
3.4	Einlagerungskammer	72

STOERFALLNUMMER : 1

BETRIEBBEREICH : Schachtgelaende

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Fahrten Eingangstor Parkplatz

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.2 ; v=4.8

DAUER DES VORGANGS [s] : 186

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 186

TRANSPORTSTRECKE [m] : 500

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 500

EINGANGSEREIGNIS : Kollision nach Alleinunfall

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.7E-9/km

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.7E-6

Für die Kollision infolge eines Alleinunfalls wird eine Häufigkeit von $6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}$ gemäß Anhang I angesetzt. Entsprechend der Annahmen zur Anlieferung ist von 1 700 Fahrten a 0,5 km pro Jahr auszugehen. Daraus ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 1\,700/\text{a} \cdot 0,5 \text{ km} = 5,7 \cdot 10^{-6}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 2

BETRIEBSSBEREICH : Schachtgelaende

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Fahrten Eingangstor Parkplatz

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich Brandlast LKW .

DAUER DES VORGANGS [s] : 186

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 186

TRANSPORTSTRECKE [m] : 500

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 500

EINGANGSEREIGNIS : Kollision nach Alleinunfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.2E-11/km

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.0E-8

Für die Häufigkeit "Brand infolge Alleinunfall" wird gemäß Anhang I $1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km}$ angesetzt. Für 1 700 Fahrten a 0,5 km jährlich ergibt sich eine zu erwartende Häufigkeit für Fahrzeugbrände infolge von Alleinunfällen gemäß

$$H_s = 1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km} \cdot 1\,700/\text{a} \cdot 0,5 \text{ km} = 1,0 \cdot 10^{-8}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 3

BETRIEBBEREICH : Schachtgelaende

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Fahrten Eingangstor Parkplatz Trockenhalle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast LKW

DAUER DES VORGANGS [s] : 186

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 186

TRANSPORTSTRECKE [m] : 615

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 615

EINGANGSEREIGNIS : Vollbrand am Uebertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.0E-6/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3.9E-7$

Für den Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes am LKW wird gemäß Anhang I $1,0 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Als mittlere relevante Aufenthaltsdauer der LKW auf dem Anlagengelände werden 2 Stunden angenommen. Die Häufigkeit für den Störfall berechnet sich demnach mit

$$H_s = 1 \cdot 10^{-6}/a \cdot \frac{1700/a \cdot 2 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} = 3.9 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 4

BETRIEBSSBEREICH : Schachtgelaende

BETRIEBSMITTEL : Waggonverband, Rangierlok

BETRIEBSVORGANG : Rangieren

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 286

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.5

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H= 1.2m ; v= 4.8m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 500

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 500

EINGANGSEREIGNIS : Entgleisen des Waggonverbandes

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.3E-9/km

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.3E-7

Gemäß Anhang I wird für das Entgleisen des Waggonverbandes eine Häufigkeit von $2,3 \cdot 10^{-9}$ pro km und Jahr angesetzt. Das Entgleisen kann nur dann einen Störfall auslösen, wenn es infolge des Entgleisens zum Umkippen des Waggons kommt. Zur Berechnung der Störfallhäufigkeit wird konservativ unterstellt, daß jedes Ereignis zum Umstürzen der drei angelieferten Waggons führt. Von den Transportsicherungen wird kein Kredit genommen. Damit ergibt sich bei 286 Fahrten pro Jahr a 0,5 km eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 2,3 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 0,5 \text{ km} \cdot 286/\text{a} = 3,3 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	5
BETRIEBSSBEREICH	:	LKW-Parkplatz
BETRIEBSMITTEL	:	LKW
BETRIEBSVORGANG	:	LKW abstellen
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	1700
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	2.8
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Abfallgebindabsturz
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	H=1.2 ; v=4.8
DAUER DES VORGANGS [s]	:	36
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	36
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	100
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	100
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit 2. LKW
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	6.7E-9/km
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	1.2E-6

Kollisionen auf dem LKW-Parkplatz, die beim Rangieren auftreten, führen zu keinen Belastungen der Transporteinheiten, in deren Folge es zur Freisetzung von radioaktivem Abfall kommen kann. Für die probabilistische Ereignisanalyse sind nur solche Kollisionen relevant, bei denen ein LKW von der Fahrbahn abkommt und mit einem abgestellten LKW kollidiert. Die Häufigkeit für dieses Ereignis wird durch die Häufigkeit für Alleinunfall von $6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}$ gemäß Anlage I beschrieben. Konservativ wird mit einer relevanten Parkplatzlänge von 100 m und 1700 LKW pro Jahr gerechnet. Damit ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 0,1 \text{ km} \cdot 1700/\text{a} = 1,2 \cdot 10^{-6}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 6

BETRIEBBSBEREICH : LKW-Parkplatz

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : LKW abstellen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNTSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast LKW

DAUER DES VORGANGS [s] : 36

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 36

TRANSPORTSTRECKE [m] : 100

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit 2. LKW

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.6E-9/km

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.2E-6

Die Häufigkeit für Brand nach einer LKW/LKW-Kollision wird gemäß Anhang I mit $6,6 \cdot 10^{-9}/\text{km}$ angesetzt. Bei 1 700 Anlieferungsfahrzeugen pro Jahr und einer relevanten Parkplatzlänge von 100 m ergibt sich eine Häufigkeit für den Störfall von

$$H_s = 6,6 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 0,1 \text{ km} \cdot 1 700/\text{a} = 1,2 \cdot 10^{-6}/\text{a}$$

~~Für den Störfall ist konservativ davon auszugehen, daß der zweite LKW ebenfalls in Brand gerät.~~

STOERFALLNUMMER : 7

BETRIEBSBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Durchfahren der Trocknungsanlage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.2 m ; v=4.8 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 77

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 77

TRANSPORTSTRECKE [m] : 30

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 30

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Betriebsmitteln

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.7E-9/km

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.4E-7

Die Kollision mit Betriebsmitteln setzt das Abkommen von der Fahrbahn voraus. Die Kollision mit den Hallentoren führt nicht zu einer Abfallgebindebelastung, in deren Folge mit der Freisetzung von radioaktiven Abfällen zu rechnen ist. Gemäß Anhang I ist für das Eingangsereignis eine Häufigkeit von $6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}$ anzusetzen. Mit der Länge der Trocknungsanlage von 30 m und 1 700 Anlieferfahrzeugen pro Jahr ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 1\,700/\text{a} \cdot 0,03 \text{ km} = 3,4 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 8

BETRIEBSBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Durchfahren der Trocknungsanlage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 77

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 77

TRANSPORTSTRECKE [m] : 30

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 30

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Betriebsmitteln

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.2 \cdot 10^{-11}/\text{km}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL {1/a} : $6.3 \cdot 10^{-10}$

Für die Häufigkeit von "Brand nach Kollision mit Betriebsmitteln (Brand nach Alleinunfall)" ist gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km}$ anzusetzen. Mit 1 700 Anlieferfahrzeugen pro Jahr und einer kritischen Wegstrecke von 30 m ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km} \cdot 0,03 \text{ km} \cdot 1\,700/\text{a} = 6,2 \cdot 10^{-10}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	9
BETRIEBSBEREICH	:	Trocknungsanlage
BETRIEBSMITTEL	:	LKW
BETRIEBSVORGANG	:	Durchfahren der Trocknungsanlage
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	850
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich Brandlast LKW
DAUER DES VORGANGS [s]	:	77
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	77
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	30
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	30
EINGANGSEREIGNIS	:	Vollbrand am Uebertage-Fahrzeug
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	1.0E-6/a
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	2.1E-9

Für die den Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes am LKW wird gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1,0 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Die relevante Aufenthaltsdauer der LKW in der Trocknungsanlage für den Vorgang Durchfahren beträgt $850 \cdot 77$ s. Für die Störfallhäufigkeit gilt daher

$$H_s = 1 \cdot 10^{-6}/a \cdot \frac{77 \text{ s} \cdot 850/a}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 2,1 \cdot 10^{-9}/a$$

STOERFALLNUMMER : 10

BETRIEBSBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Trocknen des LKW

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 850

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich Brandlast LKW

DAUER DES VORGANGS [s] : 1277

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 1277

TRANSPORTSTRECKE [m] : 30

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 30

EINGANGSEREIGNIS : Entstehungsbrand Uebertage-Fahrzeug

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.0E-6/a

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.5E-8

Für den Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes am LKW wird gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Die relevante Aufenthaltsdauer der LKW in der Trocknungsanlage für den Vorgang "Trocknen der LKW" ist $850 \cdot 1277$ s pro Jahr.

$$H_s = 1 \cdot 10^{-6}/a \cdot \frac{850 \text{ s} \cdot 1277/a}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 3,5 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 11

BETRIEBBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Durchfahren der Trockenhalle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 850

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 77

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 77

TRANSPORTSTRECKE [m] : 30

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 30

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 5.3E-7/a

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.1E-9

Gemäß Anhang I ist die Häufigkeit für den "anlageninternen Brand in der Trocknungsanlage" in der relevanten Betriebszeit mit $5,3 \cdot 10^{-7}/a$ anzusetzen. Die relevante Betriebsdauer für das Durchfahren ergibt sich aus dem Produkt von Frequenz und Dauer des Vorgangs. Damit berechnet sich die zu erwartende Störfallhäufigkeit mit

$$H_s = 5,3 \cdot 10^{-7}/a \cdot \frac{850/a \cdot 77 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 1,1 \cdot 10^{-9}/a$$

STOERFALLNUMMER	:	12
BETRIEBBSBEREICH	:	Trocknungsanlage
BETRIEBSMITTEL	:	LKW
BETRIEBSVORGANG	:	Trocknen des LKW
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	850
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten
DAUER DES VORGANGS [s]	:	1277
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	1277
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	30
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	30
EINGANGSEREIGNIS	:	Anlageninterner Brand
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	5.3E-7/a
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	1.8E-8

Gemäß Anhang I ist die Häufigkeit für den "anlageninternen Brand in der Trocknungsanlage" in der relevanten Betriebszeit mit $5,3 \cdot 10^{-7}/a$ anzusetzen. Die relevante Betriebsdauer ergibt sich aus dem Produkt von Frequenz und Dauer des Vorgangs. Hieraus ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 5,3 \cdot 10^{-7}/a \cdot \frac{1 \ 277/a \cdot 850 \ s}{365 \ d/a \cdot 24 \ h/d \cdot 3 \ 600 \ s/h} = 1,8 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 13

BETRIEBBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : Waggons

BETRIEBSVORGANG : Durchfahrt durch die Trocknungsanlage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 143

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.5

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 81

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 81

TRANSPORTSTRECKE [m] : 53

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 53

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 5.3E-7/a

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.9E-10

Gemäß Anhang I ist die Häufigkeit für den "anlageninternen Brand in der Trocknungsanlage" in der relevanten Betriebszeit mit $5,3 \cdot 10^{-7}/a$ anzusetzen. Die relevante Betriebsdauer für das Durchfahren ergibt sich aus dem Produkt von Frequenz und Dauer des Vorgangs. Hieraus ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 5,3 \cdot 10^{-7}/a \cdot \frac{143/a \cdot 81 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 1,9 \cdot 10^{-10}/a$$

STOERFALLNUMMER : 14

BETRIEBSSBEREICH : Trocknungsanlage

BETRIEBSMITTEL : Waggons

BETRIEBSVORGANG : Trocknen der Waggons

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 143

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 1401

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 1401

TRANSPORTSTRECKE [m] : 53

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 53

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.3E-7/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3.4E-9$

Gemäß Anhang I ist die Häufigkeit für den "anlageninternen Brand in der Trocknungsanlage" in der relevanten Betriebszeit mit $5,3 \cdot 10^{-7}/a$ anzusetzen. Die relevante Betriebsdauer für das Trocknen ergibt sich aus dem Produkt von Frequenz und Dauer des Vorgangs. Hieraus ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 5,3 \cdot 10^{-7}/a \cdot \frac{143/a \cdot 1401 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} = 3,4 \cdot 10^{-9}/a$$

STOERFALLNUMMER : 15

BETRIEBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : Kran, LKW, Plateauwagen

BETRIEBSVORGANG : Umladen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.4

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.5 m ; v=5.4 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 192

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 150

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.0E-7/Lastspiel

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.6E-3

Gemäß Anhang I wird für den Lastabsturz vom Brückenkran eine Häufigkeit von $6 \cdot 10^{-7}$ /Lastspiel angesetzt. Jede Handhabung umfaßt zwei Lastspiele. Pro Handhabung (192 s Dauer) befindet sich die Transporteinheit 150 s in einer kritischen Absturzhöhe. Hieraus ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel} \cdot 3\,400 \text{ Lastspiele/a} \cdot \frac{150 \text{ s}}{192 \text{ s}}$$

$$= 1,6 \cdot 10^{-3} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 16

BETRIEBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : Kran, Waggon, Plateauwagen

BETRIEBSVORGANG : Umladen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.4

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.5 m ; v=5.4 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 150

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 96

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.0E-7/Lastspiel

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.3E-3

Gemäß Anhang I wird für den Lastabsturz vom Brückenkran eine Häufigkeit von $6 \cdot 10^{-7}$ /Lastspiel angesetzt. Jede Handhabung umfaßt zwei Lastspiele. Pro Handhabung (150 s Dauer) befindet sich die Transporteinheit 96 s in einer kritischen Absturzhöhe. Hieraus ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel} \cdot 3\,400 \text{ Lastspiele/a} \cdot \frac{96 \text{ s}}{150 \text{ s}}$$

$$= 1,3 \cdot 10^{-3} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 17

BETRIEBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : Kran

BETRIEBSVORGANG : Umladen eines kontaminierten Abfallgebundes

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 40

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.4

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Absturz des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H= max. 3m

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Absturz des Abfallgebundes bei der Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $6 \cdot 10^{-7}$ /Lastspiel

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $4.8 \cdot 10^{-5}$

Gemäß Anhang I wird für den Lastabsturz vom Brückenkran eine Häufigkeit von $6 \cdot 10^{-7}$ /Lastspiel angesetzt. Jede Handhabung umfaßt zwei Lastspiele. Es werden 40 Handhabungen pro Jahr, das heißt 40 Abfallgebunde, die kontaminiert/beschädigt werden, pro Jahr unterstellt. Konservativ wird unterstellt, daß sich die Abfallgebunde während der gesamten Handhabungszeit in einer Höhe > 1,2 m befinden. Hieraus ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel} \cdot 2 \text{ Lastspiele/Handhabung}$$

$$\cdot 40 \text{ Handhabungen/a} = 4,8 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 18

BETRIEBSSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : LKW,Kran

BETRIEBSVORGANG : Abheben der Containerhaube

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.3

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Absturz der Containerhaube auf Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Masse=1000 kg, H=0.5

DAUER DES VORGANGS [s] : 102

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 9

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Absturz der Containerhaube bei der Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 6.0E-7/Lastspiel

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.8E-4

Gemäß Anhang I wird für den Lastabsturz vom Brückenkran eine Häufigkeit von $6 \cdot 10^{-7}$ /Lastspiel angesetzt. Jede Handhabung umfaßt zwei Lastspiele. Pro Handhabung befindet sich die Haube 9 s in einer kritischen Höhe über der Transporteinheit. Hieraus ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel} \cdot 3\,400 \text{ Lastspiele/a} \cdot \frac{9 \text{ s}}{102 \text{ s}}$$

$$= 1,8 \cdot 10^{-4} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	19
BETRIEBBSBEREICH	:	Umladehalle
BETRIEBSMITTEL	:	LKW
BETRIEBSVORGANG	:	Fahrt zur Entladeposition
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	1700
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Abfallgebirdeabsturz
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	H=1.2 ; v=4.8
DAUER DES VORGANGS [s]	:	34
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	34
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	60
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	60
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Betriebsmitteln
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	6.7E-9/km
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	6.7E-7

Für die Kollision mit Betriebsmitteln ist das Abkommen von der Fahrbahn Voraussetzung. Hierfür ist nach Anlage "Kollision infolge eines Alleinunfalls" eine Häufigkeit von $6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km}$ anzusetzen. Bei 1 700 Fahrten a 60 m pro Jahr ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 6,7 \cdot 10^{-9}/\text{km} \cdot 1\,700/\text{a} \cdot 0,06 \text{ km} = 6,8 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 20

BETRIEBBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Fahrt zur Entladeposition

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich Brandlast LKW

DAUER DES VORGANGS [s] : 34

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 34

TRANSPORTSTRECKE [m] : 60

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Betriebsmitteln

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.2E-11

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.2E-9

Für den Fahrzeugbrand infolge Kollision mit Betriebsmitteln ist gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km}$ anzusetzen. Bei 1 700 Fahrten a 60 m pro Jahr ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 1,2 \cdot 10^{-11}/\text{km} \cdot 0,06 \text{ km} \cdot 1\,700/\text{a} = 1,2 \cdot 10^{-9}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 21

BETRIEBBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : LKW

BETRIEBSVORGANG : Fahrt zur Entladeposition

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1700

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1,7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast LKW

DAUER DES VORGANGS [s] : 756

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 756

TRANSPORTSTRECKE [m] : 60

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Entstehungsbrand Uebertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.0E-6/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $4.1E-8$

Für den Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes am LKW wird gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Die relevante Betriebszeit, dies ist die Zeit, bis der LKW entladen ist, beträgt in der Umladehalle $1\,700 \cdot 756$ s. Demnach ergibt sich eine Häufigkeit für den Störfall von

$$H_s = 10^{-6}/a \cdot \frac{756 \text{ s} \cdot 1\,700/a}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3\,600 \text{ s/h}} = 4,1 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 22

BETRIEBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL :

BETRIEBSVORGANG : Bestimmungsgemaesser Betrieb

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 0

FAHRGESCHWINDIGKEIT (m/s) : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 3.9E-6/a

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 7.8E-7

Gemäß Anhang I ist die Häufigkeit für den anlageninternen Brand in der Umladehalle in der relevanten Betriebszeit mit $3,9 \cdot 10^{-6}/a$ anzusetzen. Der Rechnung werden 200 Schichten a 8 Stunden, bezogen auf ein Betriebsjahr, zugrunde gelegt. Es wird unterstellt, daß außerhalb der Schichtzeit keine Transporteinheiten in der Umladehalle, mit Ausnahme des Puffertunnels, lagern. Der Puffertunnel ist von der Umladehalle brandschutztechnisch getrennt und beinhaltet selbst nur sehr geringfügige Brandlasten. Die Störfallhäufigkeit berechnet sich somit zu

$$H_s = 3,9 \cdot 10^{-6}/a \cdot \frac{200/a \cdot 8 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} = 7,8 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 23

BETRIEBSBEREICH : Umladehalle

BETRIEBSMITTEL : Kontaminationsmessgeraet

BETRIEBSVORGANG : Gebindeeingangskontrolle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 12

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Mechanische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Zaehlgasflasche mit 200 bar Innendruck

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Ventilversagen an der Zaehlgasflasche

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.0E-7/a

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.4E-9

Gemäß Anhang I wird das Versagen von Druckgasbehältern mit einer Häufigkeit von $1 \cdot 10^{-7}$ pro Flasche und Jahr angesetzt. Für jedes Ereignis wird unterstellt, daß die Flasche in eine Richtung beschleunigt wird. Die möglichen Richtungen werden als gleichverteilt über eine Halbkugel angenommen. Als maximale Trefferfläche wird der Querschnitt eines Containers Typ V mit $3,4 \text{ m}^2$ unterstellt. Der Abstand zwischen Zählgasflasche und Transporteinheit beträgt ca. 4 m. Die Trefferhäufigkeit wird bestimmt durch das Verhältnis relevante Trefferfläche zu möglicher Trefferfläche mal Häufigkeit für das Versagen des Druckgasbehälters. Bei jeweils einer zu berücksichtigenden Zählgasflasche ergibt sich eine Häufigkeit für den Störfall von

$$H_s = 1 \cdot 10^{-7}/a \cdot \frac{3,4 \text{ m}^2}{2\pi \cdot 4^2 \text{ m}^2} = 3,4 \cdot 10^{-9}/a$$

Es wurde kein Kredit von der Zeit genommen, in der Abfallgebinde im Laufe eines Jahres im relevanten Abstand von 4 m am Meßplatz stehen.

STOERFALLNUMMER : 24

BETRIEBBSBEREICH : Pufferhalle

BETRIEBSMITTEL : Seitenstapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Umladen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.20 m ; v=4.9 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 216

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.0E-6/Handhabung

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.9E-6

Gemäß Anhang I wird der Lastabsturz vom Seitenstapelfahrzeug mit einer Häufigkeit von $1 \cdot 10^{-6}$ pro Handhabung angesetzt. Es wird unterstellt, daß die 1 400 zu puffernden Transporteinheiten einmal pro Jahr umgesetzt werden, das heißt, die Zahl der relevanten Handhabungen entspricht der doppelten Frequenz des Vorgangs. Von der Gesamtzeit des Vorgangs (216 s) befindet sich die Transporteinheit für 30 s unter kritischen Absturzbedingungen. Die Störfallhäufigkeit berechnet sich somit zu

$$\begin{aligned} H_s &= 1 \cdot 10^{-6} / \text{Handhabung} \cdot 2\,800 \text{ Handhabungen/a} \cdot \frac{30 \text{ s}}{216 \text{ s}} \\ &= 3,9 \cdot 10^{-6} / \text{a} \end{aligned}$$

STOERFALLNUMMER	:	25
BETRIEBSBEREICH	:	Pufferhalle
BETRIEBSMITTEL	:	Seitenstapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Transport zum Abstellplatz in der Pufferhalle
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	1400
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1,0
UNERWUNTES EREIGNIS	:	Abfallgebindeabsturz
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	H=1.80 m ; v=5.9 m/s
DAUER DES VORGANGS [s]	:	114
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	114
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	100
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	100
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Betriebsmitteln
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	2.0E-7/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	7.1E-6

Gemäß Anhang I wird die Kollision mit Betriebsmitteln mit einer Häufigkeit von $2,0 \cdot 10^{-7}$ /Betriebsstunde angesetzt. Ein Störfall kann sich aus einer solchen Kollision dann entwickeln, wenn das Seitenstapelfahrzeug umstürzt. Im Fall Kollision ohne Umstürzen ist aufgrund der niedrigen Maximalgeschwindigkeit und der Bauweise des Seitenstapelfahrzeugs sowie der Transportsicherung mit dem Topsreader keine Abfallgebindebeschädigung mit Freisetzung von Abfallprodukten zu unterstellen. Die Wahrscheinlichkeit für das Umstürzen des Seitenstapelfahrzeugs infolge Kollision wird konservativ analog dem LKW mit 40 % /PSE 85a/ angenommen. Konservativ deshalb, weil die Maximalgeschwindigkeit deutlich unter den LKW-Geschwindigkeiten liegt und die Kippsicherheit des Seitenstapelfahrzeugs günstiger als bei LKW zu beurteilen ist /DBE 88/. Die Störfallhäufigkeit berechnet sich damit gemäß

$$H_s = 2,0 \cdot 10^{-7}/Bh \cdot \frac{2 \cdot 800/a \cdot 114 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s}/Bh} \cdot 0,40 = 7,1 \cdot 10^{-6}/a$$

STOERFALLNUMMER : 26

BETRIEBSBEREICH : Pufferhalle

BETRIEBSMITTEL : Seitenstapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport zum Abstellplatz in der Pufferhalle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich Brandlast Seitenstapler

DAUER DES VORGANGS [s] : 114

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 114

TRANSPORTSTRECKE [m] : 100

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Betriebsmitteln

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-10/Betriebsstunde (8h)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 7.1E-9

Der Brand des Seitenstapelfahrzeugs infolge Kollision wird gemäß Anhang I mit einer Häufigkeit von $2,0 \cdot 10^{-10}$ /Betriebsstunde angesetzt. Die Häufigkeit für den Störfall berechnet sich bei 2 800 Vorgängen pro Jahr a 114 s zu

$$H_s = 2,0 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{2\,800/\text{a} \cdot 114\text{ s}}{3\,600\text{ s/Bh}} = 7,1 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 27

BETRIEBSBEREICH : Pufferhalle

BETRIEBSMITTEL : Seitenstapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport zum Abstellplatz in der Pufferhalle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1,0

UNERMUENSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich Brandlast Seitenstapler

DAUER DES VORGANGS [s] : 156

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 156

TRANSPORTSTRECKE [m] : 100

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Vollbrand am Uebertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1,0E-8$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1,3E-6$

Gemäß Anhang I wird die Häufigkeit für den Vollbrand infolge eines Entstehungsbrandes am Seitenstapelfahrzeug mit $1,0 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde angesetzt. Die Häufigkeit für den Störfall berechnet sich bei 2 800 Vorgängen pro Jahr a 156 s zu

$$H_s = 1,0 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{2\ 800 / \text{a} \cdot 156 \text{ s}}{3\ 600 \text{ s} / \text{Bh}} = 1,3 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 28

BETRIEBSSBEREICH : Pufferhalle

BETRIEBSMITTEL :

BETRIEBSVORGANG : bestimmungsgemaesser Betrieb

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 0

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.5E-6/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $6.6E-6$

Gemäß Anhang I wird für die Häufigkeit des anlageninternen Brandes während der Betriebszeit $2,5 \cdot 10^{-6}/a$ und außerhalb der Betriebszeit $7,5 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Da in der Pufferhalle zu jeder Zeit Abfallgebinde lagern, ist die Störfallhäufigkeit zu wichten im Hinblick auf Zeiten während und außerhalb betrieblicher Betriebsabläufe. Als Betriebszeit werden 200 Schichten pro Jahr mit jeweils 8 Stunden angesetzt. Damit ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = \frac{200/a \cdot 8 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}/a + \frac{365/a \cdot 24 \text{ h} - 200/a \cdot 8 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} \cdot 7,5 \cdot 10^{-6}/a = 6 \cdot 10^{-6}/a$$

STOERFALLNUMMER	:	29
BETRIEBSBEREICH	:	Pufferhalle
BETRIEBSMITTEL	:	Seitenstapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Transport zur Abstellposition in der Pufferhalle
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	1400
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	2,0
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Crush-Impact Belastung der Abfallgebände
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	V=2m/s
DAUER DES VORGANGS [s]	:	114
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	25
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	100
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	50
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Abfallgebände
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	2,0E-7/Betriebsstunde
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	2,0E-6

Gemäß Anhang I wird für die Kollision mit Abfallgebänden analog der Kollision mit Betriebsmitteln eine Häufigkeit von $2,0 \cdot 10^{-7}$ /Betriebsstunde angesetzt. Von den 154 Abfallgebänden in der Pufferhalle werden 50 auf einem Betonsockel und weitere 24 gleisgebunden abgestellt. Bei diesen Vorgängen ist die Kollision mit Abfallgebänden auszuschließen, das heißt, das Ereignis ist für 52 % der zu puffernden Abfallgebände relevant. Unter Berücksichtigung, daß die Möglichkeit für Kollision sowohl beim Ein- als auch beim Ausladen gegeben ist, ergibt die Häufigkeit für den Störfall gemäß

$$\begin{aligned} H_s &= 2,0 \cdot 10^{-7}/Bh \cdot 1\,400/a \cdot 2 \cdot \frac{25\,s}{3\,600\,s/Bh} \cdot 0,52 \\ &= 2,0 \cdot 10^{-6}/a \end{aligned}$$

STOERFALLNUMMER : 30

BETRIEBSBEREICH : Pufferhalle

BETRIEBSMITTEL : Seitenstaplerfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport zur Abstellposition in der Pufferhalle

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.0

UNERWUNTSCHTES EREIGNIS : Thermische Belastung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=2 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 114

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 25

TRANSPORTSTRECKE [m] : 100

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 50

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Abfallgebände

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-10/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.0E-9

Gemäß Anhang I wird für den Brand des Seitenstapelfahrzeugs infolge Kollision mit Abfallgebänden analog Brand infolge Kollision mit Betriebsmitteln eine Häufigkeit von $2,0 \cdot 10^{-10}$ /Betriebsstunde angesetzt. Von den 154 Abfallgebänden in der Pufferhalle werden 50 direkt auf Betonsockel gestellt und weitere 24 bei gleisgebundener Fahrweise auf dem Hallenboden abgesetzt. Bei diesen Vorgängen ist die Kollision mit Abfallgebänden auszuschließen, das heißt, das Ereignis ist nur für 52 % der zu puffernden Abfallgebände relevant. Unter Berücksichtigung, daß die Möglichkeit für Kollision sowohl beim Ein- als auch beim Ausladen gegeben ist, ergibt sich die Häufigkeit für den Störfall gemäß

$$\begin{aligned} H_s &= 2,0 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot 1400 / \text{a} \cdot 2 \cdot \frac{25 \text{ s}}{3600 \text{ s}} \cdot 0,52 \\ &= 2,0 \cdot 10^{-9} / \text{a} \end{aligned}$$

STOERFALLNUMMER : 31

BETRIEBBSBEREICH : Sonderbehandlungsraum

BETRIEBSMITTEL : Kran

BETRIEBSVORGANG : Umladen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 40

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERMUENSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.2m ; v=4.8 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $6.0E-7$ /Lastspiel

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.4E-4$

Gemäß Anhang I wird eine Häufigkeit für den Lastabsturz vom Kran von $6 \cdot 10^{-7}$ pro Lastspiel angesetzt. Es wird angenommen, daß pro Woche eine Transporteinheit zur Behandlung in den Sonderbehandlungsraum gebracht wird. Bei 200 Schichten pro Jahr und 5 Arbeitstagen pro Woche ergeben sich 40 einfache Handhabungen pro Jahr. Für die Ein- und Auslagerung muß die Zahl der Handhabungen doppelt so hoch angesetzt werden. Für jede Handhabung werden drei Lastspiele unterstellt. Damit ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$\begin{aligned} H_s &= 6 \cdot 10^{-7} / \text{Lastspiel} \cdot 40/a \cdot 2 \cdot 3 \text{ Lastspiele} \\ &= 1,4 \cdot 10^{-4} / a \end{aligned}$$

STOERFALLNUMMER : 32

BETRIEBSBEREICH : Sonderbehandlungsraum

BETRIEBSMITTEL :

BETRIEBSVORGANG : Bestimmungsgemaesser Betrieb

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 40

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.4E-7/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $7.8E-8$

Gemäß Anhang I ist für die Häufigkeit des anlageninternen Brandes während der Betriebszeit $5,4 \cdot 10^{-7}/a$ und für außerhalb der Betriebszeit $1,6 \cdot 10^{-6}/a$ anzusetzen. Es wird angenommen, daß die Hälfte der Transporteinheiten, die in den Sonderbehandlungsraum gebracht werden, über das Schichtende bis zum Anfang der nächsten Schicht im Sonderbereich stehen. Damit wird die Störfallhäufigkeit berechnet zu

$$H_s = \frac{40/a \cdot 8 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} \cdot 5,4 \cdot 10^{-7}/a + \frac{20/a \cdot 16 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} \cdot 1,6 \cdot 10^{-6}/a = 7,8 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 33

BETRIEBBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Foerderkorb

BETRIEBSVORGANG : Abfallgebindertransport nach unter Tage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 4.7

UNERWUNTSCHTES EREIGNIS : Mechanische Einwirkung auf die Abfallgebinder

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Schachteinbauten

DAUER DES VORGANGS [s] : 180

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 180

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision des Foerderkorbs mit Schachteinbauten

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.9E-9$ /Treiben

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $6.5E-6$

Gemäß Anhang I ist für die Häufigkeit Kollision Förderkorb mit Schachteinbauten $1,9 \cdot 10^{-9}$ /Treiben anzusetzen. Bei 3 400 Treiben pro Jahr ergibt sich damit eine zu erwartende Häufigkeit für den Störfall von

$$H_s = 1,9 \cdot 10^{-9}/\text{Treiben} \cdot 3\,400 \text{ Treiben/a} = 6,5 \cdot 10^{-6}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 34

BETRIEBBSBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Schachtfoerderanlage

BETRIEBSVORGANG : Abfallgebindertransport nach unter Tage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 4.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 8.5E-7/a

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.6E-7

Gemäß Anhang I wird für die Häufigkeit "Anlageninterner Brand" in der Schachthalle $8,5 \cdot 10^{-7}/a$ angesetzt. Es wird unterstellt, daß während einer Einlagerungsschicht stets eine Transporteinheit in der Schachthalle steht. Bei 200 Schichten a 8 Stunden ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = \frac{200/a \cdot 8 \text{ h}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d}} \cdot 8,5 \cdot 10^{-7}/a = 1,6 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 35

BETRIEBBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Foerderkorb

BETRIEBSVORGANG : Abfallgebindertransport nach Untertage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 4.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebinderbeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Schachteinbauten ; Fallhoehe = 1000 m

DAUER DES VORGANGS [s] : 180

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 180

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Absturz von Einbauten

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $8 \cdot 10^{-6}/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.6 \cdot 10^{-7}$

Gemäß Anhang I wird für den Absturz von Einbauten eine Häufigkeit von $8 \cdot 10^{-6}/a$ angesetzt. Bei 3 400 Treiben pro Jahr a 180 s ergibt sich eine Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 8 \cdot 10^{-6}/a \cdot \frac{3\,400/a \cdot 180\,s}{365\,d/a \cdot 24\,h/d \cdot 3\,600\,s/h} = 1,6 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 36

BETRIEBSSBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Foerderkorb

BETRIEBSVORGANG : Abfallgebindertransport nach unter Tage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H= 1000m

DAUER DES VORGANGS [s] : 180

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 180

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Technischer Defekt an der Foederanlage

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.0E-9/Treiben

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.4E-6

Für den Förderkorbabsturz infolge eines technischen Defektes wird gemäß Anhang I eine Häufigkeit von $1 \cdot 10^{-9}$ pro Treiben angesetzt. Bei 3 400 Treiben pro Jahr ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit von

$$H_s = 1 \cdot 10^{-9} / \text{Treiben} \cdot 3\,400 \text{ Treiben/a} = 3.4 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 37

BETRIEBSBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Plateauwagen

BETRIEBSVORGANG : Anfahrt zum Schacht

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.3

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz in den Foederschacht

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Verriegelung, H= ca. 1000 m

DAUER DES VORGANGS [s] : 0

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 0

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Versagen der Verriegelung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.0E-10$ /Treiben

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3.4E-7$

Gemäß Anhang I ist das Versagen der Verriegelung mit $1 \cdot 10^{-10}$ /Treiben anzusetzen. Damit ergibt sich eine zu erwartende Störfallhäufigkeit bei 3 400 Treiben pro Jahr von

$$H_s = 1 \cdot 10^{-10} / \text{Treiben} \cdot 3\,400 \text{ Treiben/a} = 3,4 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 38

BETRIEBSBEREICH : Schachthalle

BETRIEBSMITTEL : Foerderkorb

BETRIEBSVORGANG : Abfallgebindertransport nach unter Tage

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebinderabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H= 150 m

DAUER DES VORGANGS [s] : 180

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 180

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : schweres Uebertreiben des Foenderkorbs

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-9/Treiben

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 6.8E-6

Die Häufigkeit für schweres Übertreiben des Förderkorbs mit Lastabsturz wird mit $2 \cdot 10^{-9}$ pro Treiben angesetzt. Bei 3 400 Treiben ergibt sich für diesen Störfall in der Schachtanlage KONRAD eine zu erwartende Häufigkeit von

$$H_s = 2 \cdot 10^{-9} / \text{Treiben} \cdot 3\,400 \text{ Treiben/a} = 6,8 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	39
BETRIEBSBEREICH	:	Fuellort
BETRIEBSMITTEL	:	Transportwagen
BETRIEBSVORGANG	:	Positionieren Transportwagen
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	3400
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	2.2
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen
DAUER DES VORGANGS [s]	:	12
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	12
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	0
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	0
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Betriebsmitteln
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	2.8E-10/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	3.2E-9

Bei der "Kollision von Transportmitteln mit Brand" am Füllort ist eine thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde nur dann möglich, wenn man unterstellt, daß nach der Kollision das Gebinde nicht mehr aus dem Bereich der Brandlast gefahren werden kann. Um Kollisionen von Fahrzeugen, für die keine Fahrprogramme vorliegen, bewerten zu können, wird das unterstellte Ereignis "Kollision des Transportwagens mit Brand bei Anwesenheit eines Abfallgebundes am Füllort" als abdeckend betrachtet. Gemäß Anhang I wird für den Vollbrand des Transportwagens infolge einer Kollision mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen eine Eingangshäufigkeit von $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Mit der für das Positionieren des Transportwagens benötigten Zeit von 12 s und bei 3 400 Vorgängen pro Jahr ergibt sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{12 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 3\,400 / \text{a} = 3,2 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

Unberücksichtigt ist dabei, daß am Füllort mehrere Personen für einen Löscheinsatz zur Verfügung stehen /GRS 89/. Die Chance, daß Abfallgebinde aus dem Bereich der Brandlast abgezogen werden können, ist ebenfalls nicht quantifiziert worden.

STOERFALLNUMMER : 40

BETRIEBSSBEREICH : Fuellort

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Beladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 96

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 84

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.6E-6

Beim Fahrzeugbrand am Füllort wird davon ausgegangen, daß das Abfallgebinde noch aus dem Bereich der Brandlast abgezogen werden kann, solange es noch nicht auf oder über dem Transportwagen ist. Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand eines Untertagefahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 84 s, in der das Abfallgebinde durch einen Brand gefährdet ist, sowie der Zahl der eingelieferten Container pro Jahr zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{84 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 1,6 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 41

BETRIEBBSBEREICH : Fuellort

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Beladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 378

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 84

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.9E-6

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s erfolgt analog zu Ereignis 40 unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{84 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 2411 / \text{a} = 3,9 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 42

BETRIEBSBEREICH : Fuehllort

BETRIEBSMITTEL : Portalhubwagen, (PW, TW)

BETRIEBSVORGANG : Beladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 312

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 312

TRANSPORTSTRECKE [m] : 32

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 32

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $4.5E-5/a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $4.4E-7$

Als Eingangshäufigkeit für einen nicht gelöschten anlageninternen Brand im untertägigen Entladebereich wird gemäß Anhang I $4,5 \cdot 10^{-5}/a$ angesetzt. Als störfallrelevante Zeit wird konservativ die gesamte Aufenthaltsdauer des Abfallgebundes am Füllort angenommen, unabhängig davon, ob sich das Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten befindet. Mit 989 eingelieferten Containern pro Jahr ergibt sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 4,5 \cdot 10^{-5}/a \cdot \frac{312 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} \cdot 989/a$$
$$= 4,4 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 43

BETRIEBSSBEREICH : Fuellort

BETRIEBSMITTEL : Portalhubwagen, (PW, TW)

BETRIEBSVORGANG : Beladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich von Brandlasten

DAUER DES VORGANGS [s] : 402

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 402

TRANSPORTSTRECKE [m] : 32

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 32

EINGANGSEREIGNIS : Anlageninterner Brand

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.5E-5/a

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.4E-6

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 42 unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr

$$\begin{aligned} H_s &= 4,5 \cdot 10^{-5}/a \cdot \frac{402 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}} \cdot 2411/a \\ &= 1,4 \cdot 10^{-6}/a \end{aligned}$$

STOERFALLNUMMER : 44

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungstransportstrecke

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Transport von Abfallgebinden

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz auf Gefaellstrecke

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.12m , V=4.7 m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 474

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 270

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 450

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 5.3E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.4E-6

Als Eingangshäufigkeit für eine Kollision des Transportwagens mit dem Stoß und Abfallgebindeabsturz aufgrund eines Bremsversagens auf einer Gefällstrecke wird gemäß Anhang I $5,3 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Konservativ wird angenommen, daß die gesamte Fahrstrecke eine Gefällstrecke darstellt. Bei den 3 400 Transporten pro Jahr wird nicht nach Containern und Tauschpaletten unterschieden, da die Transportzeiten von 270 s gleich sind. Damit ist

$$H_s = 5,3 \cdot 10^{-9} / \text{Bh} \cdot \frac{270 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 3\,400 / \text{a} = 1,4 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 45

BETRIEBBEREICH : Einlagerungstranstrecke

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBVORGANG : Transport von Abfallgebinden

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 474

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 270

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 450

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.1E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.8E-7

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Transportwagens mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Fahrzeit mit Abfallgebinde von 270 s bei 3 400 Transporten pro Jahr zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{270 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 3\,400/a = 2,8 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 46

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungstransportstrecke

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Transport von Abfallgebinden

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.12m, V=4.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 474

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 270

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 450

EINGANGSEREIGNIS : Kollision von 2 Transportwagen

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.0E-11/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.0E-8

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision von zwei Transportwagen mit Abfallgebindeabsturz wird gemäß Anhang I $4 \cdot 10^{-11}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Zur Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s wird konservativ die gesamte Fahrzeit mit Abfallgebinde von 270 s als störfallrelevant angenommen, obwohl es dabei nur zu einer Begegnung der Transportwagen kommt. Bei 3 400 Transporten pro Jahr ergibt sich

$$H_s = 4 \cdot 10^{-11} / Bh \cdot \frac{270 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 3400/a = 1,0 \cdot 10^{-8} / a$$

STOERFALLNUMMER : 47

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungstransportstrecke

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Transport von Abfallgebinden

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 474

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 270

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 450

EINGANGSEREIGNIS : Kollision von 2 Transportwagen

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.8E-12$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $7.1E-10$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision von zwei Transportwagen und Vollbrand wird gemäß Anhang I $2,8 \cdot 10^{-12}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der gesamten Fahrzeit mit Abfallgebinde von 270 s bei 3 400 Transporten pro Jahr zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-12}/\text{Bh} \cdot \frac{270 \text{ s}}{3 \ 600 \text{ s/Bh}} \cdot 3 \ 400/\text{a} = 7,1 \cdot 10^{-10}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 48

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungstransportstrecke

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Transport von Abfallgebinden

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 474

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 270

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 450

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $7.0E-8$ /Betriebsstunde (8h)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.8E-5$

Als Eintrittshäufigkeit für den Vollbrand des Transportwagens wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der gesamten Fahrzeit mit Abfallgebinde von 270 s bei 3 400 Transporten pro Jahr zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{270 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 3 \cdot 400 / \text{a} = 1,8 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	49
BETRIEBBEREICH	:	Einlagerungstransportstrecke
BETRIEBSMITTEL	:	Transportwagen
BETRIEBSVORGANG	:	Transport von Abfallgebinden
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	3400
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	
DAUER DES VORGANGS [s]	:	474
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	270
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	900
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	450
EINGANGSEREIGNIS	:	Steinfall
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	$5.6E-6/\text{qm}^2\text{a}$
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	$8.6E-7$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6}/\text{m}^2 \cdot \text{a}$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung angesehen werden darf. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der mittleren Abfallgebindeoberfläche von $5,26 \text{ m}^2$ (gemäß Anhang I), der Fahrzeit mit Abfallgebinde von 270 s und 3 400 Transporten pro zu

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6}/\text{m}^2\text{a} \cdot 5,26 \text{ m}^2 \cdot \frac{270 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3\,600 \text{ s/h}}$$

$$\cdot 3\,400/\text{a} = 8,6 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 50

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : $V=1.7\text{m/s}$

DAUER DES VORGANGS [s] : 18

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 6

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stapelfahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $4.0\text{E-}8/\text{Betriebsstunde (Bh)}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $6.6\text{E-}8$

Die Eingangshäufigkeit für eine Kollision des Transportwagens mit einem Fahrzeug ist gemäß Anhang I $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde. Störfallrelevant ist die Abfahrt des Transportwagens aus der Entladekammer, da der Transportwagen nur dabei mit dem Abfallgebinde auf dem Stapelfahrzeug kollidieren kann. Als Zeitdauer wird dafür 0,1 min angesetzt. Dies entspricht der kleinsten Zeiteinheit in /DBE 86b/. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{6 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 6,6 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 51

BETRIEBBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 48

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 12

TRANSPORTSTRECKE [m] : 20

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 10

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stapelfahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.2E-7

Die Eingangshäufigkeit für eine Kollision des Transportwagens mit einem Fahrzeug ist gemäß Anhang I $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde. Als störfallrelevant ist hier die Zeit von 12 s für das Zurücksetzen des Transportwagens zum Tauschpalettenwechsel angesetzt. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{12 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411 / \text{a} = 3,2 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 52

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen, (SFZ)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Fahrzeuge

DAUER DES VORGANGS [s] : 18

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 18

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stapelfahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.8E-10$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL (1/a) : $1.4E-9$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Transportwagens mit dem Stapelfahrzeug und Vollbrand wird gemäß Anhang I $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist neben der Zeit von 12 s für das Positionieren des Transportwagens auch die Zeit für die Abfahrt des Transportwagens, für die mit $0,1 \text{ min} = 6 \text{ s}$ die kleinste Zeiteinheit in /DBE 86b/ angesetzt wird. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{18 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 1,4 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 53

BETRIEBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen, (SFZ)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich Brandlast Fahrzeuge

DAUER DES VORGANGS [s] : 48

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 24

TRANSPORTSTRECKE [m] : 20

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 10

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stapelfahrzeug

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.8E-10$ /Betriebsstunde

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $4.5E-9$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Transportwagens mit dem Stapelfahrzeug und Vollbrand wird gemäß Anhang I $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant ist die Zeit von 24 s für Positionieren und Zurücksetzen des Transportwagens angesetzt. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{24 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 2 \cdot 411 / \text{a} = 4,5 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 54

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 18

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 18

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.1E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.4E-9

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Transportwagens mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist neben der Zeit von 12 s für das Positionieren des Transportwagens auch die Zeit für die Abfahrt des Transportwagens, für die mit $0,1 \text{ min} = 6 \text{ s}$ die kleinste Zeiteinheit in /DBE 86a/ angesetzt wird. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9} / \text{Bh} \cdot \frac{18 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 5,4 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 55

BETRIEBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 48

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 24

TRANSPORTSTRECKE [m] : 20

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 10

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.1E-9$ /Betriebsstunde (Bh)

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.8E-8$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Transportwagens mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant ist die Zeit von 24 s für Positionieren und Zurücksetzen des Transportwagens angesetzt. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{24 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411/a = 1,8 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 56

BETRIEBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug,(TW)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1,27m

DAUER DES VORGANGS [s] : 606

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 18

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 3

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (Bh)

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.0E-4

Für den Absturz von Abfallgebänden bei Handhabung wird gemäß Anhang I für das Stapelfahrzeug eine Absturzhäufigkeit von $2 \cdot 10^{-5}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist die Zeit von 18 s für das Anheben des Abfallgebändes, wenn das Abfallgebinde höher als 1,20 m gehoben ist. Bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5} / Bh \cdot \frac{18 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/a = 1 \cdot 10^{-4} / a$$

STOERFALLNUMMER : 57

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug,(TW)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.27m

DAUER DES VORGANGS [s] : 78

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 18

TRANSPORTSTRECKE [m] : 18

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 3

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.4E-4

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 56 unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5} / \text{Bh} \cdot \frac{18 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 2 \cdot 411 / \text{a} = 2,4 \cdot 10^{-4} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 58

BETRIEBSSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug, (TW)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=1.12m, V=4.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 54

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 54

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 5

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Transportwagen

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.0E-6

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit Geräten und Fahrzeugen beträgt gemäß Anhang I $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 54 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist, und bei 3 400 Vorgängen pro Jahr zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{54 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 3\,400 / \text{a} = 2,0 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 59

BETRIEBBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug,Transportwagen

BETRIEBVORGANG : Entladen Transportwagen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 3400

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug,TW

DAUER DES VORGANGS [s] : 54

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 54

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 5

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Transportwagen

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.8 \cdot 10^{-10}$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.4 \cdot 10^{-8}$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Transportwagen und Vollbrand wird gemäß Anhang I $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 54 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist und bei 3 400 Vorgängen pro Jahr zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{54 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 3 \cdot 400 / \text{a} = 1,4 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 60

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : $v=1.7\text{m/s}$

DAUER DES VORGANGS [s] : 72

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 18

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 3

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.6\text{E-}7/\text{Betriebsstunde (Bh)}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $8.0\text{E-}7$

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß beträgt gemäß Anhang I $1,6 \cdot 10^{-7}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 18 s, in der das Stapelfahrzeug mit dem Abfallgebunde in der Entladekammer fährt, und bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7}/\text{Bh} \cdot \frac{18 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/\text{a} = 8,0 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER	:	61
BETRIEBSSBEREICH	:	Entladekammer
BETRIEBSMITTEL	:	Stapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Entladen Transportwagen (Tauschpalette)
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	2411
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	V=1.7m/s
DAUER DES VORGANGS [s]	:	372
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	36
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	78
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	18
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Stoss
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	3.9E-6

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 60 unter Berücksichtigung von 2 411 der eingelieferten Tauschpaletten und einer Fahrzeit von 36 s

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7} / \text{Bh} \cdot \frac{36 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411 / \text{a} = 3,9 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 62

BETRIEBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebunde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 72

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 54

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 3

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.1E-9$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.6E-8$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 54 s, in der das Stapelfahrzeug in der Entladekammer in der Nähe der Abfallgebunde fährt oder positioniert, und bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{54 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/a = 1,6 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER	:	63
BETRIEBBSBEREICH	:	Entladekammer
BETRIEBSMITTEL	:	Stapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Entladen Transportwagen (Tauschpalette)
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	2411
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug
DAUER DES VORGANGS [s]	:	372
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	276
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	78
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	60
EINGANGSEREIGNIS	:	Kollision mit Stoss
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	1.1E-9/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	2.0E-7

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 62 unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten und einer Fahrzeit von 276 s

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9}/\text{Bh} \cdot \frac{276 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411/\text{a} = 2,0 \cdot 10^{-7}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 64

BETRIEBSSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Wechsel der Tauschpaletten

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : $V=1.7\text{m/s}$

DAUER DES VORGANGS [s] : 294

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 132

TRANSPORTSTRECKE [m] : 70

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 38

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit abgestellter Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $4.0\text{E-}8/\text{Betriebsstunde (Bh)}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3.6\text{E-}6$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit der abgestellten Tauschpalette wird gemäß Anhang I $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 132 s, in der das Stapelfahrzeug nach dem Zurücksetzen des Transportwagens mit dem Abfallgebinde oder in unmittelbarer Nähe des Abfallgebundes in Bewegung ist, und bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{132 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411 / \text{a} = 3,6 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 65

BETRIEBBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Wechsel der Tauschpaletten

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 294

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 264

TRANSPORTSTRECKE [m] : 70

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 55

INGANGSEREIGNIS : Kollision mit abgestellter Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER INGANGSEREIGNIS : $2.8E-10$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $4.9E-8$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit der abgestellten Tauschpalette und Vollbrand wird gemäß Anhang I $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der gesamten Zeit von 264 s, in der sich das Stapelfahrzeug in der Wechselposition für die Tauschpaletten bewegt, und bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{264 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 2 \cdot 411 / \text{a} = 4,9 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 66

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0.0

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 78

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 78

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.5E-6

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Transportwagens wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 72 s angesehen, in der der Transportwagen vor der Entladekammer steht, zuzüglich 0,1 min, entsprechend der kleinsten Zeiteinheit in /DBE 86b/, für die Abfahrt des Transportwagens. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{78 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 1,5 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 67

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Transportwagen

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 0,0

UNERWUNTSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Transportwagen

DAUER DES VORGANGS [s] : 378

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 84

TRANSPORTSTRECKE [m] : 20

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 10

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $7 \cdot 10^{-8}$ /Betriebsstunde(Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3,9 \cdot 10^{-6}$

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Transportwagens wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Zur Bestimmung der störfallrelevanten Zeit von 84 s ist konservativ zu der Zeit, in der der Transportwagen vor der Entladekammer steht, noch die gesamte Zeit addiert, die der Transportwagen zum Zurücksetzen für den Tauschpalettenwechsel benötigt. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{84 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411 / \text{a} = 3,9 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 68

BETRIEBBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 96

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 78

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 5

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $7.0E-8$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.5E-6$

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Stapelfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 78 s angesehen, in der sich das Gebinde in der Entladekammer in der Nähe des Stapelfahrzeugs befindet. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$Hs = 7 \cdot 10^{-8} / Bh \cdot \frac{78 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/a = 1,5 \cdot 10^{-6} / a$$

STOERFALLNUMMER	:	69
BETRIEBBEREICH	:	Entladekammer
BETRIEBSMITTEL	:	Stapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Entladen Transportwagen (Tauschpalette)
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	2411
FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s]	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug
DAUER DES VORGANGS [s]	:	456
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	354
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	78
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	60
EINGANGSEREIGNIS	:	Brand Untertage-Fahrzeug
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	1.7E-5

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s erfolgt analog zu Ereignis 68 unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten und einer störfallrelevanten Zeit von 354 s

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{354 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 2 \, 411 / \text{a} = 1,7 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 70

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug, (TW)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 96

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 78

TRANSPORTSTRECKE [m] : 5

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 5

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/qm^*a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $7.7E-8$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6}/m^2 \cdot a$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung angesehen werden darf. Für Container beträgt die mittlere Abfallgebindeoberfläche gemäß Anhang I $5,59 m^2$. Störfallrelevant ist die gesamte Aufenthaltsdauer von 78 s des Abfallgebundes in der Entladekammer. Mit 989 eingelagerten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6} / m^2 a \cdot 5,59 m^2 \cdot \frac{78 s}{365 d/a \cdot 24 h/d \cdot 3600 s/h}$$

$$\cdot 989/a = 7,7 \cdot 10^{-8} / a$$

STOERFALLNUMMER : 71

BETRIEBBSBEREICH : Entladekammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug, (TW)

BETRIEBSVORGANG : Entladen Transportwagen (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 432

TRANSPORTSTRECKE [m] : 78

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 63

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/\text{qm}^*\text{a}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $9.5E-7$

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s erfolgt analog zu Ereignis 70 mit der Abfallgebindeoberfläche der Tauschpaletten von $5,12 \text{ m}^2$ (gemäß Anhang I), einer störfallrelevanten Zeit von 432 s und unter Berücksichtigung von 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6} / \text{m}^2 \text{a} \cdot 5,12 \text{ m}^2 \cdot \frac{432 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}}$$

$$\cdot 2411 / \text{a} = 9,5 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 72

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 954

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 540

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1800

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 900

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.4E-5

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß beträgt gemäß Anhang I $1,6 \cdot 10^{-7}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 540 s mit dem Abfallgebände von der Entladekammer bis zur Einlagerungsstelle und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7} / \text{Bh} \cdot \frac{540 \text{ s}}{3 \ 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 2,4 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 73

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RAMDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 930

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 528

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1760

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 880

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.8E-5

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß beträgt gemäß Anhang I $1,6 \cdot 10^{-7}$ pro Betriebsstunde. Störfallrelevant ist dabei die Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 528 s mit der beladenen Tauschpalette von der Wechselposition bis zur Abstellposition für die Tauschpalette etwa 20 m vor der Einlagerungsstelle. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7} / Bh \cdot \frac{528 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411/a = 5,8 \cdot 10^{-5} / a$$

STOERFALLNUMMER : 74

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 954

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 540

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1800

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 900

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.1E-9$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.6E-7$

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß und Vollbrand beträgt gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Fahrzeug des Stapelfahrzeugs von 540 s mit dem Abfallgebinde von der Entladekammer bis zum Einlagerungsort und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{540 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/a = 1,6 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 75

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 930

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 528

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1760

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 880

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.1E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.9E-7

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß und Vollbrand beträgt gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde. Störfallrelevant ist dabei die Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 528 s mit der beladenen Tauschpalette von der Wechselposition bis zur Abstellposition für die Tauschpalette etwa 20 m vor der Einlagerungsstelle. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9} / Bh \cdot \frac{528 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411/a = 3,9 \cdot 10^{-7} / a$$

STOERFALLNUMMER	:	76
BETRIEBSBEREICH	:	Einlagerungskammer
BETRIEBSMITTEL	:	Stapelfahrzeug
BETRIEBSVORGANG	:	Transport in Einlagerungskammer (Container)
FREQUENZ DES VORGANGS [1/a]	:	989
FAHRGESCHWINDIGKEIT (m/s)	:	1.7
UNERWUNSCHTES EREIGNIS	:	Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde
KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN	:	Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug
DAUER DES VORGANGS [s]	:	954
DAVON UNTER KRIT RB [s]	:	540
TRANSPORTSTRECKE [m]	:	1800
DAVON UNTER KRIT. RB [m]	:	900
EINGANGSEREIGNIS	:	Brand Untertage-Fahrzeug
HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS	:	7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)
HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a]	:	1.0E-5

Als Eintrittshäufigkeit für den Vollbrand des Stapelfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 540 s mit dem Abfallgebinde von der Entladekammer bis zur Einlagerungsstelle und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{540 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 1,0 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 77

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 930

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 528

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1760

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 880

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL (1/a) : 2.5E-5

Als Eintrittshäufigkeit für den Vollbrand des Stapelfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist die Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 528 s mit der beladenen Tauschpalette von der Wechselposition bis zur Abstellposition für die Tauschpalette etwa 20 m vor der Einlagerungsstelle. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / Bh \cdot \frac{528 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 2\,411/a = 2,5 \cdot 10^{-5} / a$$

STOERFALLNUMMER : 78

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Container)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 954

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 540

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1800

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 900

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/\text{qm}^2\text{a}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $5.3E-7$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6} / \text{m}^2 \cdot \text{a}$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung angesehen werden darf. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der mittleren Containeroberfläche von $5,59 \text{ m}^2$ (gemäß Anhang I), der Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 540 s mit dem Abfallgebinde von der Entladekammer bis zur Einlagerungsstelle und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6} / \text{m}^2 \text{a} \cdot 5,59 \text{ m}^2 \cdot \frac{540 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3600 \text{ s/h}}$$

$$\cdot 989/\text{a} = 5,3 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 79

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Transport in Einlagerungskammer (Tauschpalette)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 2411

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 930

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 528

TRANSPORTSTRECKE [m] : 1760

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 880

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/qm^2a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.2E-6$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6}/m^2 \cdot a$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung angesehen werden darf. Die Abfallgebindeoberfläche der Tauschpaletten beträgt gemäß Anhang I $5,12 m^2$. Störfallrelevant ist die Fahrzeit des Stapelfahrzeugs von 528 s mit der beladenen Tauschpalette von der Wechselposition bis zur Abstellposition für die Tauschpalette etwa 20 m vor der Einlagerungsstelle. Bei 2 411 eingelieferten Tauschpaletten pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit

Hs zu

$$Hs = 5,6 \cdot 10^{-6}/m^2a \cdot 5,12 m^2 \cdot \frac{528 s}{365 d/a \cdot 24 h/d \cdot 3\ 600 s/h}$$

$$\cdot 2\ 411/a = 1,2 \cdot 10^{-6}/a$$

STOERFALLNUMMER : 80

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=3.5m

DAUER DES VORGANGS [s] : 606

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 900

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL (1/a) : 1.1E-4

Für den Abfallgebindeabsturz bei Handhabung wird gemäß Anhang I für das Stapelfahrzeug eine Absturzhäufigkeit von $2 \cdot 10^{-5}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist die Zeit von 30 s für das Anheben und Ablegen der Container, wenn sie höher als 1,20 m gehoben werden. Dies ist nach Mengengerüst bei 632 Containern pro Jahr der Fall. Die Störfallhäufigkeit H_s ergibt sich damit zu

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 632 / \text{a} = 1,1 \cdot 10^{-4} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 81

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 6356

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=4.2m

DAUER DES VORGANGS [s] : 138

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 42

TRANSPORTSTRECKE [m] : 20

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 8.7E-4

Für den Abfallgebindeabsturz bei Handhabung wird gemäß Anhang I für das Stapelfahrzeug eine Absturzhäufigkeit von $2 \cdot 10^{-5}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist die Zeit von 42 s für das Anheben und Ablegen der zylindrischen Behälter, wenn sie höher als 1,20 m gehoben werden. Dies ist nach Mengengerüst bei 3 732 Abfallgebänden pro Jahr der Fall. Die Störfallhäufigkeit H_s ergibt sich damit zu

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5} / Bh \cdot \frac{42 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 3732/a = 8,7 \cdot 10^{-4} / a$$

STOERFALLNUMMER : 82

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz auf Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : H=0.5m

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.1E-4

Als Eingangshäufigkeit für das Ereignis "Abfallgebindeabsturz auf Abfallgebinde" wird die Absturzhäufigkeit für den Abfallgebindeabsturz bei Handhabung für das Stapelfahrzeug mit $2 \cdot 10^{-5}$ pro Betriebsstunde gemäß Anhang I angesetzt. Konservativ wird dabei nicht berücksichtigt, daß diese Zahl auch Lastabstürze mit einschließt, bei denen keine anderen Abfallgebinde getroffen werden. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Handhabungszeit von 30 s sowie mit der Zahl der Container, die in der zweiten Reihe des Einlagerungsstapels oder höher eingelagert werden. Dies sind nach Mengengerüst 632 pro Jahr.

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 632/a = 1,1 \cdot 10^{-4} / a$$

STOERFALLNUMMER : 83

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 6356

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUENSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindeabsturz auf Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : h=0.5m

DAUER DES VORGANGS [s] : 42

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 42

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Abfallgebindeabsturz bei Handhabung

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.0E-5/Betriebsstunde (8h)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.2E-3

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s erfolgt analog zu Ereignis 82. Nach Mengengerüst werden 5 043 zylindrische Behälter in der zweiten Reihe oder höher eingelagert. Die Handhabungszeit beträgt 42 s.

$$H_s = 2 \cdot 10^{-5}/\text{Bh} \cdot \frac{42 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 5\,043/\text{a} = 1,2 \cdot 10^{-3}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 84

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : $V=1.7\text{m/s}$

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebänden

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $4.0\text{E-}8/\text{Betriebsstunde (Bh)}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $3.3\text{E-}7$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision mit eingelagerten Abfallgebänden wird die Häufigkeit für eine Kollision mit $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde gemäß Anhang I angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 30 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist, und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 3,3 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 85

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 210

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden, Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 2.0E-6

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden oder der abgestellten Tauschpalette wird die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen mit $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde gemäß Anhang I angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 210 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist, und bei jährlich 877 Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern zu

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{210 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 877 / \text{a} = 2,0 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 86

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 318

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden,Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 4.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.3E-6

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 85 unter Berücksichtigung von jährlich 1 534 Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern und einer Fahrzeit von 318 s.

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{318 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 1 \, 534 / \text{a} = 5,3 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 87

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebände im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebänden

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $2.8E-10$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $2.3E-9$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision mit eingelagerten Abfallgebänden und Vollbrand wird die entsprechende Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen mit $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde gemäß Anhang I angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 30 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist, und bei 989 Containern pro Jahr zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/\text{a} = 2,3 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 88

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 210

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden, Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.8E-10/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.4E-8

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden oder der abgestellten Tauschpalette und Vollbrand wird die entsprechende Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen mit $2,8 \cdot 10^{-10}$ pro Betriebsstunde gemäß Anhang I angesetzt. Die Störfallhäufigkeit Hs errechnet sich mit der Zeit von 210 s, in der das Stapelfahrzeug in Bewegung ist, und bei jährlich 877 Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern zu

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{210 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 877 / \text{a} = 1,4 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 89

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 318

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden,Tauschpalette

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 2.8E-10/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.8E-8

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 88 unter Berücksichtigung von jährlich 1 534 Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern und einer Fahrzeit von 318 s.

$$H_s = 2,8 \cdot 10^{-10} / \text{Bh} \cdot \frac{318 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 1 \, 534 / \text{a} = 3,8 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 90

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung des Abfallgebindes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.3E-6

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß beträgt gemäß Anhang I $1,6 \cdot 10^{-7}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 30 s, in der das Stapelfahrzeug mit dem Abfallgebände an der Einlagerungsstelle fährt, und bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7}/Bh \cdot \frac{30 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 989/a = 1,3 \cdot 10^{-6}/a$$

STOERFALLNUMMER : 91

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung des Abfallgebundes

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 96

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 40

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.7E-6

Die Häufigkeit für eine Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß beträgt gemäß Anhang I $1,6 \cdot 10^{-7}$ pro Betriebsstunde. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 96 s, in der das Stapelfahrzeug mit dem Abfallgebände im Bereich zwischen der Abstellposition für die Tauschpalette und der Einlagerungsstelle fährt, und bei jährlich 877 Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern zu

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7} / \text{Bh} \cdot \frac{96 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 877 / \text{a} = 3,7 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 92

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUENSCHTES EREIGNIS : Crush-Impact Belastung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : V=1.7m/s

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 144

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.6E-7/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 9.7E-6

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 91 unter Berücksichtigung von jährlich 1 534 Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern und einer Fahrzeit von 144 s.

$$H_s = 1,6 \cdot 10^{-7}/\text{Bh} \cdot \frac{144 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 1 \, 534/\text{a} = 9,7 \cdot 10^{-6}/\text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 93

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.1E-9$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $9.3E-9$

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 30 s, in der das Stapelfahrzeug an der Einlagerungsstelle fährt, und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 9,3 \cdot 10^{-9} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 94

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 210

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.1E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.8E-8

Als Eingangshäufigkeit für die Kollision des Stapelfahrzeugs mit dem Stoß und Vollbrand wird gemäß Anhang I $1,1 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der Zeit von 210 s, in der das Stapelfahrzeug im Bereich zwischen der Abstellposition für die Tauschpalette und der Einlagerungsstelle fährt, und bei jährlich 877 Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern zu

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9} / \text{Bh} \cdot \frac{210 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 877 / \text{a} = 5,8 \cdot 10^{-8} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 95

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 318

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Stoss

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $1.1E-9$ /Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.5E-7$

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s erfolgt analog zu Ereignis 94 unter Berücksichtigung von jährlich 1 534 Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern und einer Fahrzeit von 318 s.

$$H_s = 1,1 \cdot 10^{-9} / \text{Bh} \cdot \frac{318 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 1 \, 534 / \text{a} = 1,5 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 96

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT R8 [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. R8 [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.8E-7

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Stapelfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 30 s angesehen, in der sich das Stapelfahrzeug an der Einlagerungsstelle befindet. Bei 989 eingelieferten Containern pro Jahr errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{30 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 989 / \text{a} = 5,8 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 97

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 294

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 5.0E-6

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Stapelfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 294 s angesehen, in der sich das Stapelfahrzeug an der Einlagerungsstelle befindet oder im Bereich der abgestellten Tauschpalette, solange diese noch ein Abfallgebinde enthält. Bei 877 pro Jahr eingelieferten Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern errechnet sich die Störfallhäufigkeit Hs zu

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{294 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 877 / \text{a} = 5,0 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 98

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUENSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Stapelfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 432

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.3E-5

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 97 unter Berücksichtigung von jährlich 1 534 Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern und einer störfallrelevanten Zeit von 432 s.

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{432 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s/Bh}} \cdot 1 \, 534 / \text{a} = 1,3 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 99

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von Containern

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 989

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 30

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 30

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAUEFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/qm^*a$

HAUEFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $2.9E-8$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6}/m^2 \cdot a$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung gesehen werden darf. Die Störfallhäufigkeit H_s errechnet sich mit der mittleren Containeroberfläche von $5,59 m^2$ (gemäß Anhang I), der störfallrelevanten Zeit von 30 s, in der der Einlagerungsablauf am Einlagerungsort stattfindet, und bei 989 eingelagerten Containern pro Jahr zu

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6}/m^2a \cdot 5,59 m^2 \cdot \frac{30 s}{365 d/a \cdot 24 h/d \cdot 3\ 600 s/h}$$

$$\cdot 989/a = 2,9 \cdot 10^{-8}/a$$

STOERFALLNUMMER : 100

BETRIEBSSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (2/TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 877

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN :

DAUER DES VORGANGS [s] : 318

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 294

TRANSPORTSTRECKE [m] : 80

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 60

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $5.6E-6/qm^*a$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $2.3E-7$

Als Eintrittshäufigkeit für den Steinfall wird gemäß Anhang I $5,6 \cdot 10^{-6}/m^2 \cdot a$ angesetzt, was nur als obere Abschätzung angesehen werden darf. Die relevante Trefferfläche ist die Abfallgebindeoberfläche der Tauschpaletten von $5,12 m^2$ (gemäß Anhang I). Als störfallrelevante Zeit werden die 294 s angesehen, in denen der Einlagerungsablauf an der Einlagerungsstelle stattfindet, bis der letzte zylindrische Behälter eingelagert ist. Bei jährlich 877 eingelieferten Tauschpaletten mit zwei zylindrischen Behältern errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6}/m^2a \cdot 5,12 m^2 \cdot \frac{294 s}{365 d/a \cdot 24 h/d \cdot 3600 s/h}$$
$$\cdot 877/a = 2,3 \cdot 10^{-7}/a$$

STOERFALLNUMMER : 101

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Stapelfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Einlagerung von zylindrischen Behaeltern (3TE)

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 1534

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 1.7

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Abfallgebindebeaufschlagung mit schweren Lasten

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Gebinde im Bereich Brandlast Versatz-Transportfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 456

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 432

TRANSPORTSTRECKE [m] : 120

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 100

EINGANGSEREIGNIS : Steinfall

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 5.6E-6/qm*a

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 6.0E-7

Die Berechnung der Störfallhäufigkeit Hs erfolgt analog zu Ereignis 100 unter Berücksichtigung einer störfallrelevanten Zeit von 432 s und mit jährlich 1 534 eingelieferten Tauschpaletten mit drei zylindrischen Behältern.

$$H_s = 5,6 \cdot 10^{-6} / \text{m}^2 \text{a} \cdot 5,12 \text{ m}^2 \cdot \frac{432 \text{ s}}{365 \text{ d/a} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 3\,600 \text{ s/h}}$$

$$\cdot 1\,534/\text{a} = 6,0 \cdot 10^{-7} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 102

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Versatztransportfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Verfüllen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 79

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Versatz-Transportfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 12552

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 140

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit Versatz-Schleudermaschine

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.4E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 4.4E-9

Gemäß Anhang I wird für die Kollision des Versatztransportfahrzeugs mit Vollbrand eine Eingangshäufigkeit von $1,4 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Störfallrelevant ist die Zeit von 140 s, die das Versatztransportfahrzeug während eines Verfüllvorgangs insgesamt für das Positionieren vor dem Bunker der Versatzschleudermaschine benötigt. Als Gesamtdauer für den Verfüllvorgang ist die mit dem Mengengerüst gewichtete mittlere Dauer für alle Abfallgebindetypen /DBE 86a/ angesetzt. Bei 79 Verfüllvorgängen pro Jahr gemäß /DBE 86a/ errechnet sich die Störfallhäufigkeit H_s zu

$$H_s = 1,4 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{140 \text{ s}}{3 \cdot 600 \text{ s}/Bh} \cdot 79/a = 4,4 \cdot 10^{-9}/a$$

STOERFALLNUMMER : 103

BETRIEBBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Versatzzschleudermaschine

BETRIEBSVORGANG : Verfüllen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 79

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Crush-impact Belastung der Abfallgebände

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : $V=2.78\text{m/s}$

DAUER DES VORGANGS [s] : 12552

DAVON UNTER KRIT. RB [s] : 12552

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebänden

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : $4.0\text{E-}8/\text{Betriebsstunde (Bh)}$

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : $1.1\text{E-}5$

Gemäß Anhang I wird für die Kollisionshäufigkeit der Versatzzschleudermaschine konservativ die Kollisionshäufigkeit des Stapelfahrzeugs mit Geräten, Einbauten und Fahrzeugen von $4 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Zur Berechnung der Störfallhäufigkeit H_s wird konservativ die gesamte mittlere Dauer von 12 552 s des Verfüllvorganges als störfallrelevant angesehen. Dabei wird nicht berücksichtigt, daß die Versatzzschleudermaschine nur einmal zu Beginn des Verfüllvorganges vor dem Einlagerungsstapel positioniert wird und die potentielle Aufprallenergie durch eine fehlerhafte Bewegung der Bandschleuder wesentlich geringer ist. Bei 79 Verfüllvorgängen pro Jahr ergibt sich

$$H_s = 4 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{12\,552\text{ s}}{3\,600\text{ s/Bh}} \cdot 79/\text{a} = 1,1 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 104

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Versatzschleudermaschine

BETRIEBSVORGANG : Verfüllen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 79

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Versatzschleudermaschine

DAUER DES VORGANGS [s] : 12552

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 10

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Kollision mit eingelagerten Abfallgebinden

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 1.4E-9/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 3.1E-10

Gemäß Anhang I wird für die Kollision der Versatzschleudermaschine mit Vollbrand eine Eingangshäufigkeit von $1,4 \cdot 10^{-9}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird nur die Zeit von 10 s angesetzt, in der die gesamte Versatzschleudermaschine zu Beginn des Verfüllvorganges vor dem Einlagerungsstapel positioniert wird. Bei einer Kollision der Bandschleuder mit den Abfallgebinden während des Verfüllens wird kein Brand unterstellt. Bei 79 Verfüllvorgängen pro Jahr ergibt sich eine Störfallhäufigkeit H_s von

$$H_s = 1,4 \cdot 10^{-9}/Bh \cdot \frac{10 \text{ s}}{3600 \text{ s/Bh}} \cdot 79/a = 3,1 \cdot 10^{-10}/a$$

STOERFALLNUMMER : 105

BETRIEBBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Versatztransportfahrzeug

BETRIEBSVORGANG : Verfüllen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 79

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandlast Versatztransportfahrzeug

DAUER DES VORGANGS [s] : 12552

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 4184

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 6.4E-6

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand des Versatztransportfahrzeugs wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 4 184 s angesehen, in der sich das Versatztransportfahrzeug an der Einlagerungsstelle befindet. Bei 79 Verfüllvorgängen pro Jahr ergibt sich eine Störfallhäufigkeit H_s von

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{4\,184 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 79 / \text{a} = 6,4 \cdot 10^{-6} / \text{a}$$

STOERFALLNUMMER : 106

BETRIEBSBEREICH : Einlagerungskammer

BETRIEBSMITTEL : Versatzzschleudermaschine

BETRIEBSVORGANG : Verfüllen

FREQUENZ DES VORGANGS [1/a] : 79

FAHRGESCHWINDIGKEIT [m/s] : 2.8

UNERWUNSCHTES EREIGNIS : Thermische Beaufschlagung der Abfallgebinde

KRITISCHE RANDBEDINGUNGEN : Abfallgebinde im Bereich Brandsatz Versatzzschleudermaschine

DAUER DES VORGANGS [s] : 12552

DAVON UNTER KRIT RB [s] : 12552

TRANSPORTSTRECKE [m] : 0

DAVON UNTER KRIT. RB [m] : 0

EINGANGSEREIGNIS : Brand im Untertage-Fahrzeug

HAEUFIGKEIT FUER EINGANGSEREIGNIS : 7.0E-8/Betriebsstunde (Bh)

HAEUFIGKEITEN FUER STOERFALL [1/a] : 1.9E-5

Als Eingangshäufigkeit für den Vollbrand der Versatzzschleudermaschine wird gemäß Anhang I $7 \cdot 10^{-8}$ pro Betriebsstunde angesetzt. Als störfallrelevant wird die gesamte Zeit von 12 552 s angesehen, in der sich die Versatzzschleudermaschine an der Einlagerungsstelle befindet. Bei 79 Verfüllvorgängen pro Jahr ergibt sich eine Störfallhäufigkeit H_s von

$$H_s = 7 \cdot 10^{-8} / \text{Bh} \cdot \frac{12\,552 \text{ s}}{3\,600 \text{ s/Bh}} \cdot 79 / \text{a} = 1,9 \cdot 10^{-5} / \text{a}$$

3. LITERATUR

- /DBE 86a/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Einlagerung Abfallgebinde, Band 1 von 1, 1. Re-
vision, Nr. K45710, Stand Oktober 1986
- /DBE 86b/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Einlagerung Abfallgebinde, Band 1, 1. Revision,
Nr. R45710, Bearbeitungsteil: Logistische Unter-
suchung der Betriebsabläufe im Endlagerbergwerk
Konrad, Anlage - Einzelblätter
- /DBE 88/ Deutsche Gesellschaft zum Bau und Betrieb von
Endlagern für Abfallstoffe
Seitenstapelfahrzeug mit batterieelektrischem
Antrieb
Entwurfsplanung August 1988
- /GRS 89/ Gesellschaft für Reaktorsicherheit (GRS) mbH
Systemanalyse Konrad, Teil 3, Brandschutzmemo-
randum
GRS-A-1520, Februar 1989
-