

Thema/Anlass

**Bautechnischer Auslegungsbericht (LasmAaZ)**  
LAK/070/010

29.10.2019	b
Datum	Revision

		918-
Verfasser	AKZ	Tel.

Unterschrift Verfasser
------------------------

Zusammenfassung    Textseiten 39    Anlagen -

Im vorliegenden Bericht werden aus der geplanten Nutzung des LasmAaZ die Anforderungen an die Auslegung der baulichen Anlagen auf der Grundlage der Ereignisbetrachtung /15/ und der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Regelwerke in prüfbarer Form hergeleitet.

Dieser Bericht ist Grundlage der Tragwerksplanung für das Bauwerk und die Stahlstrukturen im Außenbereich sowie der bautechnischen Prüfung.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

	Geprüft	Geprüft	Geprüft	Freigegeben
Name:				
Abt. Kurzzeichen:				
Datum:				
Unterschrift:				

105 01	C	-
AZK-01.01	FC	7

Verteiler (falls nur Zusammenfassung zur Kenntnisnahme: "z.K" anfügen):

intern: 30.10.2019  
LasmAaZ

extern:  
MELUND, Ref. 70  
ARGE SAK  
UBB

TK/T-Abte

**Inhaltsverzeichnis**

Tabellenverzeichnis ..... 4

Abbildungsverzeichnis ..... 4

Abkürzungsverzeichnis ..... 5

1 Einleitung ..... 6

2 Aufgabe ..... 6

3 Projektbeschreibung ..... 7

3.1 Standortbeschreibung ..... 7

3.2 Anlagenfunktionsbeschreibung ..... 7

3.2.1 Funktionsbereich ..... 7

3.2.2 Handhabungsbereich ..... 8

3.2.3 Lagerbereich ..... 8

3.2.4 Außenbereich ..... 8

3.3 Bauwerksbeschreibung ..... 9

3.3.1 Lagergebäude ..... 9

3.3.2 Funktionsgebäude ..... 9

3.3.3 Tragkonstruktion ..... 11

4 Einwirkungen auf das Bauwerk ..... 12

4.1 Allgemeines ..... 12

4.2 Ständige Einwirkungen (G) ..... 12

4.3 Veränderliche Einwirkungen (Q) ..... 13

4.3.1 Verkehrslasten ..... 13

4.3.2 Windlast ..... 14

4.3.3 Schnee ..... 15

4.3.4 Thermische Einwirkung ..... 15

4.3.5 Kranlasten ..... 16

4.3.6 Gewichte Kranprüfung ..... 18

4.3.7 Fahrzeuge ..... 18

4.4 Außergewöhnliche Einwirkungen (A) ..... 19

4.4.1 Allgemeines ..... 19

4.4.2 Erdbeben ..... 19

4.4.3 Hochwasser ..... 21

4.4.4 Explosionsdruckwelle ..... 21

4.4.5 Fahrzeuganprall ..... 22

4.4.6 Kranlasten bei Kranprüfung ..... 23

4.4.7 Schnee in der norddeutschen Tiefebene ..... 23

4.4.8 Behälter ..... 24

4.4.9 Starkregen, Regen, Notentwässerung ..... 24

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

4.4.10	Brandeinwirkungen .....	24
5	Nachweis der Baukonstruktion .....	25
5.1	Allgemeines .....	25
5.1.1	Expositionsklassen, Betonüberdeckung und Rissweiten .....	25
5.1.2	Bewehrungsraster .....	27
5.1.3	Materialkennwerte .....	27
5.1.4	Sichtbetonklassen .....	28
5.1.5	WU-Konzept .....	28
5.1.6	Gründung .....	28
5.2	Bemessungssituation der Gründung .....	29
5.2.1	Grenzzustände der Tragfähigkeit .....	29
5.2.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit .....	29
5.2.3	Teilsicherheitsbeiwerte für die Gründung .....	30
5.2.4	Kombinationen und Kombinationsbeiwerte .....	30
5.3	Bemessungszustände der Massivbaukonstruktion .....	31
5.3.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit .....	32
5.3.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit .....	32
5.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte .....	33
5.3.4	Kombinationen und Kombinationsbeiwerte .....	33
5.4	Brandschutz .....	34
5.5	Bemessung für Stahlbau .....	35
6	Verankerungen, Dübelplatten und Einbauteile .....	36
7	Quellenangaben .....	37

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Ständige Lasten zusätzlich zum Eigengewicht der Konstruktion ..... 13

Tabelle 2: Verkehrslast ..... 14

Tabelle 3: Kontrollperioden und Spektralwerte der Bemessungsspektren /17/ ..... 20

Tabelle 4: zu berücksichtigende Lasten mit angegebenen Massenanteilen ..... 21

Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_Q$  und  $\gamma_G$  für Einwirkungen und Beanspruchungen;  $\gamma_M$  ..... 30

Tabelle 6: Kombinationen für die Bemessung der Gründung ..... 31

Tabelle 7: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der Gründung ..... 31

Tabelle 8: Teilsicherheitsbeiwerte ..... 33

Tabelle 9: Kombinationen für die Bemessung der Massivbaukonstruktion ..... 34

Tabelle 10: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der aufgehenden Konstruktion ..... 34

Tabelle 11: Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_m$  für den Stahlbau ..... 35

Tabelle 12: Kombinationen für die Bemessung der Stahlkonstruktion ..... 35

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Ansatz der Radabstände der Krananlage ..... 17

Abbildung 2: Lastbild für Transportfahrzeuge ..... 18

Abbildung 3: Bemessungsspektren für die horizontalen und vertikalen seismischen Bodenbewegungen unter einer Dämpfung von  $D = 5 \%$  ..... 20

Abbildung 4: Überdruck-Zeit-Funktion der Explosionsdruckwelle für unmittelbar getroffene Einzelbauteile ..... 22

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

**Abkürzungsverzeichnis**

AtG	Atomgesetz
BS	Bemessungssituation
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DBV	Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V.
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ESK	Entsorgungskommission
ETAG	European Technical Approval Guidelines
EDW	Explosionsdruckwelle
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
LasmAaZ	Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle am Zwischenlager Krümmel
NA	Nationaler Anhang
NDP	National festzulegende Parameter (nationally determined parameters)
NN	Normal Null
SB	Sichtbeton
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit State)
StrISchG	Strahlenschutzgesetz
StrISchV	Strahlenschutzverordnung
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State)
VGB	Verband der Großkraftwerksbetreiber
WU	Wasserundurchlässig

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 1 Einleitung

Die Kernkraftwerk Krümmel GmbH & Co. oHG hat am 13.12.2016 die Erteilung einer Genehmigung nach § 7 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) /1/ zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im Sinne des § 2 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) /2/ beantragt. Nach heutigem Stand der Gesetzgebung wäre der Antrag nach § 12 Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) /38/ vom 27.06.2017 erfolgt. Inhaltlich ergeben sich dadurch keine Änderungen. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen wurde der Sicherheitsbericht vorgelegt. Mit Fachberichten zum Sicherheitsbericht werden die Darstellungen im Sicherheitsbericht weiter vertieft. Bei den sonstigen radioaktiven Stoffen handelt es sich um

- Abfälle und Reststoffe aus dem Betrieb und dem Abbau am Standort Krümmel, einschließlich der in den Stauräumen, wie beispielsweise den Kavernen des Kernkraftwerkes Krümmel (KKK) gelagerten Reststoffe und Abfälle,
- Abfälle und Reststoffe des Standorts Krümmel, die derzeit in externen Lagereinrichtungen aufbewahrt sind oder um Stoffe, die im Rahmen der bestehenden Genehmigungen externer Läger dort aufbewahrt werden dürfen,
- sonstige radioaktive Stoffe, die als Abfälle beim Betrieb des LasmAaZ und des Standort-Zwischenlagers Krümmel (SZK) anfallen,
- Prüfstrahler,

die in einem neu zu errichtenden Lager für radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung in der Nähe des Standortzwischenlagers Krümmel am Standort Krümmel (LasmAaZ) gelagert werden sollen. Die Gesamtaktivität beträgt maximal  $2 \cdot 10^{17}$  Bq. Auch soll eine Abklinglagerung im LasmAaZ möglich sein.

Der Umgang erfolgt im Überwachungsbereich (Transporte) und im Kontroll-/Sperrbereich (Transporte/Lagerung).

## 2 Aufgabe

Im vorliegenden Bericht werden aus der geplanten Nutzung des LasmAaZ die Anforderungen an die Auslegung der baulichen Anlagen auf der Grundlage der Ereignisbetrachtung /15/ und der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Regelwerke in prüfbarer Form hergeleitet.

Dieser Bericht ist Grundlage der Tragwerksplanung für das Bauwerk und die Stahlstrukturen im Außenbereich sowie der bautechnischen Prüfung.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 3 Projektbeschreibung

#### 3.1 Standortbeschreibung

Der Standort liegt etwa 34 km südöstlich des Stadtzentrums von Hamburg auf dem nördlichen Ufer der Elbe bei Flusskilometer 580,5. Altengamme, der nächstgelegene Ortsteil der Freien und Hansestadt Hamburg, ist etwa 7 km vom Standort entfernt. Das Gelände des Standortes, auf welchem das LasmAaZ errichtet werden soll, gehört zum Geesthachter Ortsteil Krümmel im Landkreis Herzogtum Lauenburg (Schleswig-Holstein). Die Anbindung an die vorhandenen Verkehrswege auf dem Betriebsgelände und zur Elbuferstraße erfolgt auf 8,5 mNN. Das Gelände des Standortes wird nach Süden hin durch die Elbe begrenzt.

#### 3.2 Anlagenfunktionsbeschreibung

Bei der hier geplanten Baumaßnahme handelt es sich um ein Bauvorhaben gem. BauGB § 34. Das Gebäude wird als Sonderbau gem. LBO § 2 (4) und LBO § 51 (2) Satz 18 /33/ eingestuft.

Das LasmAaZ ist gemäß den Anforderungen des Strahlenschutzes, des Brandschutzes, des Datenschutzes, der Arbeitssicherheit sowie gemäß den räumlichen Gegebenheiten und den Randbedingungen, die sich aus der Lagerung und dem Umgang mit radioaktiven Abfällen ergeben, geplant.

Hierzu zählen insbesondere folgende Funktionen:

- Aufnahme, Vorbereitung zur Einlagerung und Einlagerung von schwach- und mittel-radioaktiven Abfällen,
- Auslagerung, Vorbereitung zum Abtransport und Abtransport,
- Archivierung der Dokumentation der eingelagerten Abfallgebände, -behälter und des LasmAaZ.

Das LasmAaZ besteht aus vier Bereichen:

- Funktionsbereich (siehe 3.2.1)
- Handhabungsbereich (siehe 3.2.2)
- Lagerbereich (siehe 3.2.3)
- Außenbereich (siehe 3.2.4)

Der Lagerbereich, der Handhabungsbereich sowie der Strahlenschutzraum und der Flurübergangsbereich im Funktionsgebäude werden als Kontrollbereiche eingerichtet. Die restlichen Funktionsbereiche und der Außenbereich gehören zum Überwachungsbereich des LasmAaZ.

##### 3.2.1 Funktionsbereich

Dieser Bereich beinhaltet alle notwendigen Funktionen, um einen autarken Betrieb zu gewährleisten. In diesem Bereich erfolgen u. a.:

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

- Zugang zum Handhabungsbereich
- Registrierung der ankommenden und einzulagernden Abfallgebände, -behälter
- Ortsfeste Bedienung des Krans
- messtechnische Auswertungen
- Archivierung der Abfallgebändedokumentation, -behälter
- sicherungs- und strahlenschutztechnische Erfassung des Personals (Kontrollbereichszugang)
- Dosimetrie
- Medienversorgung

### 3.2.2 Handhabungsbereich

Dieser Bereich dient der Annahme der Abfallgebände zur Einlagerung in das Lager und der Auslagerung zum Abtransport. Die Anlieferung und der Abtransport der einzulagernden Abfallgebände erfolgt mittels Transportfahrzeugen. Der Handhabungsbereich wird am südöstlichem Kopfende des Lagergebäudes angeordnet und hat ein Ein-/Ausfahrtstor.

Der Handhabungsbereich ist vom Lagerbereich durch eine 6,50 m hohe Strahlenschutzwand aus Beton abgetrennt. Die Strahlenschutzwand weist zwei Aussparungen auf, durch die die Abfallgebände nach dem Abheben vom Transportfahrzeug mittels Krananlage zu ihrem vorgesehenen Lagerplatz gebracht werden. Die Größe der Aussparungen wird entsprechend der größten Breite der einzubringenden Abfallgebände mit 3,01 m festgelegt. Die einzulagernden Abfallgebände werden mittels Lastaufnahmemitteln im Handhabungsbereich an den Kran angeschlagen, angehoben, in den Lagerbereich transportiert, dort in der vorgesehenen Position abgestellt und ohne manuelle Hilfe abgeschlagen. Im Handhabungsbereich an der südöstlichen Giebelwand ist ein Aufstieg auf ca. +14,75 mNN zur Wartung für die Kräne in ihrer Parkposition vorgesehen. Von dort ist ein weiterer Aufstieg zu den Kranbahnlaufstegen auf ca. +18,20 mNN möglich, die in beiden Lagerbereichen entlang der Mittelwand angeordnet sind. Die Kranbahnlaufstege an den Außenwänden sind über Leitern erreichbar, die sich im Handhabungsbereich befinden. Der Personenzugang zum Handhabungsbereich erfolgt vom Flur-Überwachungsbereich des Funktionsgebäudes über eine Stahltür.

### 3.2.3 Lagerbereich

Der Lagerbereich unterteilt sich in zwei Lagerbereiche mit je einer Krananlage. Der Bereich dient der Lagerung und der Umlagerung der Abfallgebände und der Pufferlagerung von 20'-Containern. Im Lagerbereich wird eine blockweise, gestapelte Anordnung der verschiedenen Behältertypen gemäß /26/ angenommen.

Im Normalbetrieb wird der Lagerbereich nicht begangen. Außerhalb des Normalbetriebes wird der Zugang mittels einer mobilen Aufstiegsmöglichkeit über die Strahlenschutzwand vom Handhabungsbereich und einer fest installierten Treppe im Lagerbereich 1 ermöglicht.

An der nordöstlichen Giebelseite ist in Höhe des mittleren Kranbahnstegs eine einflügelige Fluchttür vorgesehen.

### 3.2.4 Außenbereich

Im Außenbereich befinden sich zwei Treppenanlagen aus Stahl für die Überwindung der Geländesprünge zur Umgehung des Lagergebäudes. Die Geländesprünge werden gesichert durch Spundwände und durch überschnittene Bohrpfahlwände. Spundwände und Bohrpfahlwände sind nicht Gegenstand des vorliegenden Berichtes.

Der Außenbereich ist durch eine einfache Zaunanlage eingefasst.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 3.3 Bauwerksbeschreibung

Das Lagergebäude wird als zweischiffige Halle mit einem gemeinsamen Handhabungsbereich am südwestlichen Kopfende des Lagerbereichs ausgeführt. An das Lagergebäude angrenzend wird in nordwestlicher Richtung ein zweigeschossiges Funktionsgebäude als Büro-/Sozial- und Infrastruktureinrichtung angeordnet. Das Gebäude wird in südwestlicher und südöstlicher Richtung teilweise (ca. halbe Gebäudehöhe), und auf der nordöstlichen Gebäudeseite vollständig im Hang errichtet. In westlicher Richtung erfolgt die Anbindung des LasmAaZ an den Standort.

Die Regenentwässerung erfolgt über außenliegende Fallrohre in eine neue Regenwasserleitung, die an die vorhandene Entwässerung des Standortes angebunden wird.  
Alle Bereiche im Lagergebäude und im Funktionsgebäude sind als "trockene Innenräume" anzusehen.

#### 3.3.1 Lagergebäude

Das Lagergebäude hat folgende Außenabmessungen (Rohbaumaße):

Grundrissabmessungen: Länge 65,2 m  
Breite 48,3 m  
bzw. 49,7 m in Kranbahnhöhe  
Gebäudehöhe: Oberkante Attika ca. +23,8 mNN (Traufseite) bzw. ca. 25,0 mNN (Giebel)

Folgende Räume werden im Lagergebäude untergebracht:

	Raumbezeichnung
<b>Ebene Erdgeschoss, +8,50 mNN</b>	Handhabungsbereich
	Lagerbereich 1
	Lagerbereich 2
	Magazinraum 1
	Magazinraum 2
	Treppenaufgang Kranbedienbühne
<b>Ebene +12,25 mNN</b>	entfällt
<b>Dachebene</b>	entfällt

#### 3.3.2 Funktionsgebäude

Das Funktionsgebäude hat folgende Außenabmessungen (Rohbaumaße):

Grundrissabmessungen: Länge 36,0 m  
Breite 12,1 m  
Gebäudehöhe: Oberkante Attika Gebäude ca. +18,1 mNN (Traufseite) bzw. ca. ~19,1 mNN (Giebel)  
Oberkante Attika Treppenhaus ca. +21,8 mNN

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Folgende Räume werden im Funktionsgebäude untergebracht:

	<b>Raumbezeichnung</b>
<b>Erdgeschoss, +8,50 mNN</b>	Treppenhaus
	Windfang
	Kopierraum
	Hausanschlussraum
	WC Damen
	Wasch- und Umkleidekabine Damen
	Büro 1
	Büro 2
	Aufenthalts-/Besprechungsraum
	Lüftung Funktionsgebäude
	Wasch- und Umkleidekabine Herren
	WC Herren
	Empfang/Dosimetrie
	Flur
	Lager/Putzmittel
	Flur Übergangsbereich
	Strahlenschutzraum
	E-Technik Anschlussraum
	Lager Strahlenschutz
	Heizungsraum
<b>1. Obergeschoss, +12,25 mNN</b>	Treppenhaus
	Archiv
	Lüftung Lagergebäude
	Lüftungskammer
	Technikraum
	Elektroraum 1 (Kranteknikraum)
	Kranbedienraum
	Flur
	Ersatzstrom/Sicherheitsbeleuchtung
	Elektroraum 2
	Elektroraum 3 (Niederspannungsschaltanlage)
	<b>Dachebene, +17,69 mNN</b>

Besondere Anforderungen bestehen an die umschließenden Bauteile der Räume: Kranbedienraum, Technikraum und Elektroraum 1 (Kranteknik) mit mindestens 15 cm Stahlbeton.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 3.3.3 Tragkonstruktion

Das Haupttragwerk des LasmAaZ mit seiner zweischiffigen Halle und dem zweigeschossigen Funktionsgebäude wird in Stahlbeton-Massivbauweise errichtet.

Die Gründung des Lager- und Funktionsgebäudes erfolgt über eine gemeinsame, lastverteilte Bodenplatte. Die Bodenplatte des Lagerbereichs weist eine Dicke von 1,50 m auf, im Bereich des Funktionsgebäudes wird sie mit einer Dicke von 1,32 m ausgeführt.

Die Bauteildicke der Außenwände des Lagergebäudes ist maßgeblich durch die erforderliche Abschirmung bestimmt und beträgt 85 cm.

Der Lastabtrag des Lagergebäudedachs erfolgt über eine massive Stahlbetondecke mit einer Dicke von 95 cm. Die Dachneigung beträgt 5 %, um die Entwässerung zu den Traufseiten hin sicherzustellen. Um den Absturz von Personen von der Dachfläche zu verhindern, wird die Attika gemäß DIN 4426 /9/ mit einer Höhe von > 1,10 m ausgeführt.

Das Lagergebäude des LasmAaZ ist in der Mittelachse durch eine Stützenreihe mit teilweiser Stahlbeton-Ausfachung in zwei Lagerbereiche unterteilt: Lagerbereich 1 und Lagerbereich 2.

Der Handhabungsbereich befindet sich im Lagergebäude und ist durch eine 60 cm dicke und 6,50 m hohe Strahlenschutzwand, aus Stahlbeton in Achse 3 von den Lagerbereichen zur Abschirmung des Bedienungspersonals abgetrennt.

Alle tragenden Bauteile des zweistöckigen Funktionsgebäudes (Bodenplatte, Außenwände, Innenwände, Geschoss- und Dachdecke) werden in Stahlbeton-Massivbauweise errichtet.

Die Treppe im Funktionsgebäude wird aus Fertigteilen hergestellt und liegt in einem separaten Treppenraum an der Außenwand. Der Treppenraum wird über das Dach geführt und besitzt einen Zugang zur Dachfläche.

Die nichttragenden Trennwände bestehen aus Mauerwerk oder sind Trockenbauwände.

Die innenliegenden Stahl-/Holztüren werden gemäß den Brandschutzanforderungen eingebaut.

Im Lager- und im Handhabungsbereich kommt ein mineralischer Hartstoff-Verbundestrich zur Ausführung. Die Böden des Handhabungsbereichs sowie der Kontrollbereiche im Funktionsgebäude werden mit einer Beschichtung versehen.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 4 Einwirkungen auf das Bauwerk

### 4.1 Allgemeines

Die Auslegung des Gebäudes erfolgt auf der Grundlage der ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radiologischen Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung /14/.

Bei der Auslegung werden die Anforderungen des bestimmungsgemäßen Betriebes

- Abschirmung gegenüber der Umgebung,
- Wetterschutz,
- ständige und veränderliche Betriebslasten

sowie die gemäß /14/ zu betrachtenden Sonderlastfälle

- Erdbeben,
- Hochwasser,
- Explosionsdruckwelle,
- Fahrzeuganprall,
- Kranlasten bei Kranprüfung,
- Schnee in der norddeutschen Tiefebene,
- Behälterabsturz, Behälteranschlag, Umsturz Behälterstapel,
- Starkregen, Regen, Notentwässerung,
- Brandeinwirkungen,

berücksichtigt. Darüber hinaus erfolgt die Auslegung unter Berücksichtigung der LBO /33/, den anerkannten Regeln der Technik und den anzuwendenden Regeln und Richtlinien entsprechend der Liste der technischen Baubestimmung.

Die Einwirkungen werden gemäß Norm /4/ ermittelt und entsprechend Richtlinie /12/ dokumentiert. Darüber hinaus wurden für die Auslegung folgende Normen und Richtlinien beachtet:  
/3/, /5/-/7/, /12/-/15/, /21/

Alle Einwirkungen, außer der Einwirkungen, die sich aus dem Kranbetrieb ergeben, werden als „vorwiegend ruhend“ eingestuft.

### 4.2 Ständige Einwirkungen (G)

Unter ständigen Einwirkungen werden folgende Einwirkungen verstanden:

Eigengewicht der Konstruktionen, Ausrüstungen und sämtlicher Vorrichtungen, die dauerhaft angebaut sind, wie:

- Rohrleitungen mit Vollfüllung,
- Isolierung,
- Bühnen,
- Laufstege,
- Kranbahnschiene,
- Erddruck.

Soweit nicht anderweitig festgelegt oder berechnet, sind die folgenden gleichmäßig verteilten Lasten aus Tabelle 1 zusätzlich zum Eigengewicht gemäß DIN EN 1991-1-1 /4/ der Konstruktion anzunehmen.

Tabelle 1: Ständige Lasten zusätzlich zum Eigengewicht der Konstruktion

Bauteil	Last [kN/m <sup>2</sup> ]
Böden in dem Funktionsgebäude inkl. verschiebbare und zusätzliche Trennwände	1,2
Dachelemente des Funktionsgebäudes inkl. Befestigungen für die Beleuchtung, abgehängte Decken, Luftkanäle sowie Rohrleitungen	1,0
Doppelböden der Elektroräume in dafür vorgesehenen Bereichen inkl. Gewicht der Kabeltrassen, Eigengewichte der Kabel etc.	1,0
Lastreserve für den optionalen Einbau einer Kiesschüttung auf den Dachflächen 5cm	1,0

Quasi ständige Einwirkungen der Anlagentechnik werden als veränderliche Einwirkungen (Q) erfasst. Für die Verankerung des Ein- und Ausfahrtstores ist eine beidseitige vertikale Streckenlast von 15 kN/m zu berücksichtigen, siehe Belastungspläne /31/.

Das Lagergebäude ist dreiseitig in den Hang eingebettet. Der horizontal wirkende Erddruck ergibt sich einerseits aus dem Erdrückdruck im südwestlichen und teilweise im südöstlichen Teil des Gebäudes (max. Einbindehöhe bis +15,00 mNN) und andererseits im nordöstlichen sowie teilweise im südöstlichen Teil (max. +21,00 mNN) aus den Rückwirkungen der rückverankerten Bohrpfehlwand, welche zur Baugrubensicherung eingebracht und dort belassen wird.

Die Bemessungsprofile der Erddruckverteilung sind nach /16/ anzusetzen.

### 4.3 Veränderliche Einwirkungen (Q)

Veränderliche Einwirkungen setzen sich aus den folgenden Lasten zusammen:

- Verkehrslasten
- Windlast
- Schnee
- Thermische Einwirkung
- Kranlasten
- Gewichte Kranprüfung
- Fahrzeuge

#### 4.3.1 Verkehrslasten

Soweit nicht anderweitig festgelegt und berechnet, sind für Verkehrslasten auf den Böden die Lasten nach Tabelle 2 gemäß DIN EN 1991, Teil 1-1 /4/ anzusetzen:

- Personen, tragbare Geräte, Werkzeuge, Möblierung, Raumausrüstung, Maschinen, Materialien,
- Materialien, die während des Betriebes normalerweise untergebracht werden müssen, wie z. B. Werkzeuge, Wartungsvorrichtungen und chemische Substanzen,
- Materialien, die während der Wartungsarbeiten vorübergehend untergebracht werden müssen, wie z. B. Ersatzteile, Rohre und Armaturen, Ventile.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Tabelle 2: Verkehrslast

Bauteil	Last [kN/m <sup>2</sup> ]
Büros, Aufenthaltsraum, Kranbedienraum, Sonstige Flächen	2,5
Windfang, Empfang/Dosimetrie, Flur Überwachungsbereich, Flur, Strahlenschutzraum, Hausanschluss, Umkleideräume	5,0
Steuerungs- und Schaltanlagen, Technikraum, Elektroräume, Lüftung Funktionsgebäude, Lüftung Lagergebäude, USV und Sicherheitsbeleuchtung	10,0
Funktionsgebäude: Lagerräume	6,0
Archiv	10,0
Bedienungsbühnen im Lagergebäude und am Funktionsgebäude	5,0
Treppen und Treppentürme im Außenbereich	5,0
Riffelbleche bzw. Gitterroste (alle Konstruktionen)	5,0
Laufstege, Plattformen (bis zu 1200 mm breit)	2,0
Lagerbereich 2 (siehe auch Konzept zur Belegung des LasmAaZ /26/)	300,0
Lagerbereich 1 (siehe auch Konzept zur Belegung des LasmAaZ /26/)	300,0
Lagerbereich 1 und 2, jeweils ein 1 m breiter Streifen entlang der Außenwand und ein 2 m breiter Streifen an Achse E	30,0
Handhabungsbereich	100,0
Dachlasten (Alternativ zu Schneelast)	2,5

Veränderliche Einwirkungen werden so angeordnet bzw. kombiniert, dass die maximale Beanspruchung im Bauteil erzeugt wird. Die Anordnung der Abfallbinde und 20'-Container ist im Konzept zur Belegung des LasmAaZ /26/ dargestellt. Für die Auslegung der Bodenplatte des Lagers sind gemäß ESK Leitlinie /14/ auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen. Auf Grundlage dieses Berichtes sind die Lasten in den Belastungsplänen /31/ dargestellt.

#### 4.3.2 Windlast

Die Windlasten werden nach DIN EN 1991, Teil 1-4 /4/ angesetzt.

Die Gebäude befinden sich in Windzone 2 und Geländekategorie II. Sie sind nicht schwingungsanfällig. Ein Einfluss durch höhere Nachbargebäude nach DIN EN 1991, Teil 1-4 /4/, Anhang A.4 ist zu berücksichtigen.

Der Böengeschwindigkeitsdruck  $q_p$  beträgt nach DIN EN 1991, Teil 1-4 /4/, NA.B.3.2 für Gebäude mit  $10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$ , Windzone 2, Binnenland,  $0,80 \text{ kN/m}^2$ . Dieser Geschwindigkeitsdruck wird konstant über die gesamte Bauwerkshöhe angesetzt.

Zur Ermittlung des Winddrucks auf Verkleidungen, Befestigungen und Bauteile werden die Druckbeiwerte für die Außenwände und Dächer verwendet. Die Dächer von Lager- und Funktionsgebäude haben eine Neigung von ca. 5 %. Sie gelten nach DIN EN 1991, Teil 1-4 /4/, Abschnitt 7.2.3 als Flachdächer.

Der Innendruck infolge Windbeanspruchung ist nicht zu berücksichtigen.

Es werden die Anströmungen in Hallenquer- und in Hallenlängsrichtung untersucht. Die Druckbeiwerte werden für Flächen von  $1 \text{ m}^2$  und  $10 \text{ m}^2$  angegeben. Zwischenwerte können interpoliert werden.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 4.3.3 Schnee

Der Standort des LasmAaZ befindet sich gemäß DIN EN 1991-1-3/NA: 2018-03 /4/ in Verbindung mit der „Zuordnung der Schneelastzonen zu Verwaltungsgrenzen“ im Norddeutschen Tiefland.

Der Lastfall Schnee wird zusätzlich als außergewöhnlicher Lastfall in Abschnitt 4.4.7 behandelt.

Schneelasten werden nach DIN EN 1991, Teil 1-3 /4/ angesetzt.

$$s = \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k$$

Der Standort Krümmel gehört zur Schneelastzone 2 und liegt niedriger als 285 mNN. Damit ergibt sich die charakteristische Schneelast auf dem Boden zu  $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$ .

Zu berücksichtigen sind die folgenden Faktoren:

- Umgebungskoeffizient  $C_e = 1,0$
- Temperaturkoeffizient  $C_t = 1,0$
- Formbeiwert für Pult- und Satteldach  $\mu_1 = 0,8$  (Dachneigung < 30°)

Damit ergibt sich die charakteristische Schneelast auf dem Dach zu:

$$s = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 = 0,68 \text{ kN/m}^2$$

Zusätzliche Schneelasten auf Dächern mit geringeren Höhen durch abgleitenden Schnee werden durch die Attika des Hallendachs verhindert. Für die Attika ist eine Schneelast nach DIN EN 1991, Teil 1-3 /4/, Abschnitt 6.4 (1), Bild NA.4 anzusetzen:

Lagergebäude:

$$F_s = s \times b \times \sin \alpha = 0,68 \text{ kN/m}^2 \times 23,5 \text{ m} \times 5\% = 0,80 \text{ kN/m}$$

Funktionsgebäude:

$$F_s = 0,68 \times 12,1 \text{ m} \times 9\% = 0,74 \text{ kN/m}$$

An der Attika ergeben sich Schneeverwehungen. Bei einer Attikahöhe  $h \geq 0,85 \text{ m}$  beträgt der Formbeiwert

$$\mu_2 = \min (2 \text{ kN/m}^2 \times h / s_k ; 2,0) = 2,0.$$

Damit ergibt sich über eine Länge  $l_s = \max (2 \times h ; 5 \text{ m}) = 5 \text{ m}$  eine von  $0,68 \text{ kN/m}^2$  bis

$$s = \mu_2 \times C_e \times C_t \times s_k = 2,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 = 1,70 \text{ kN/m}^2$$

linear zunehmende Last.

### 4.3.4 Thermische Einwirkung

Bei den im Lagergebäude einzulagernden "sonstigen radioaktiven Stoffen" handelt es sich um radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung. Die Nutzung des Lagers erfordert deshalb keine über die Anforderungen des Hochbaus hinausgehende Auslegung gegen thermische Einwirkungen.

Um das Lagergebäude frostfrei zu halten, ist eine Mindesttemperatur von +5 °C vorgesehen. Die relative Luftfeuchte wird auf < 65 % begrenzt. Kurzzeitige Abweichungen hiervon sind möglich.

## Bautechnische Beanspruchungen

Temperaturdifferenzen entstehen aus klimatischen und betriebsbedingten Beanspruchungen. Sie führen zu Zwangsschnittgrößen in den einzelnen Bauteilen. Diese Beanspruchungen werden nach DIN EN 1991, Teil 1-5 /4/ berücksichtigt.

Zur Bestimmung der Temperaturprofile in den Betonstrukturen werden abdeckende maximale und minimale Innen- und Außentemperaturen festgelegt.

Betriebsbedingte Beanspruchungen aus technischen oder industriellen Prozessen liegen nicht vor. Ebenso sind keine lokalen Einflüsse von Temperatureinwirkungen zu berücksichtigen.

Folgende Temperaturwerte werden bei den Nachweisen der Baukonstruktion zugrunde gelegt:

### Innenraumtemperatur Lagergebäude

Für die Ermittlung der Beanspruchungen aus Temperaturdifferenzen wird eine Mindestinnentemperatur im Winter von +10 °C gewählt, die gegenüber den oben stehenden + 5 °C höhere Beanspruchungen erzeugt.

- im Sommer:  $T_{in} = +20^{\circ}\text{C}$
- im Winter:  $T_{in} = +10^{\circ}\text{C}$  (abweichend von +25°C nach Tab. 5.1 der DIN EN 1991, Teil 1-5 /4/ aufgrund raumluftechnischer Auslegung tritt kein Frost auf)

### Innentemperatur Funktionsgebäude

- im Sommer:  $T_{in} = +20^{\circ}\text{C}$
- im Winter:  $T_{in} = +25^{\circ}\text{C}$

### Außentemperatur

- im Sommer:
  - $T_{max} = 37^{\circ}\text{C}$
  - $T_4 = 30^{\circ}\text{C}$  (helle farbige Oberflächen)
  - $T_5 = 42^{\circ}\text{C}$  (dunkle Oberflächen)
- helle farbige Oberflächen  $T_{out} = T_{max} + T_4 = +67^{\circ}\text{C}$
  - dunkle Oberflächen  $T_{out} = T_{max} + T_5 = +79^{\circ}\text{C}$
- im Winter:  $T_{out} = T_{min} = -24^{\circ}\text{C}$

Die Längenänderungen aus Temperaturunterschieden betragen weniger als 1 %. Die sich hieraus sowie aus den Temperaturunterschieden zwischen Bauteilaußen- und Bauteilinnenseite ergebenden Zwängungen werden betrachtet.

### 4.3.5 Kranlasten

Die Kranlasten werden nach DIN EN 1991, Teil 3 /4/ ermittelt.

Die vorläufige Einstufung der Hubklassen und S-Klassen für Normkollektive und Spannungsspielbereiche wird nach DIN EN 13001 /30/ vorgenommen.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

**Gesamtanzahl der vorgesehenen Lastspiele (regelmäßige Benutzung bei unterbrochenem Betrieb):**

- (Stabilitätsklasse) Spannungsspielbereich N1 200.000, Normkollektiv S3

Vorläufige Festlegung der Hubklassen „HC“ nach DIN EN 13001 /30/

- Lagerkrane mit unterbrochenem Betrieb:
  - Hubklasse „HC2“ (Alte Einteilung = H2)
  - Stabilitätsklasse „S3“ (Alte Einteilung = B3)
- Eigengewicht der Krananlage mit 21,4 m Spannweite, Fahrbahnlänge ca. 63 m und einer Traglast von 40t beträgt ca. 48 t.

**Radlasten im Normalbetrieb**

Die Krananlage mit 21,4 m Spannweite hat jeweils 2 Kopfträger mit je 4 und somit insgesamt 8 Laufrädern. Aus den derzeitigen Gewichtsannahmen der Gesamtanlage von 48 t und einer Traglast von 40 t ergeben sich die ungefähren Radlasten. Für spätere Kranänderungen (Lasterhöhungen, Anschlagmittel, Traversen u. ä.) ist eine Lastreserve von 20 % berücksichtigt.

Normalbetrieb der Krananlage	= ca. 170 kN+20 %	= 205 kN pro Rad
Eigengewicht	= ca. 70 kN+20 %	= 85 kN pro Rad
Nutzlast	= ca. 100 kN+20 %	= 120 kN pro Rad

**Horizontallasten**

Ohne Beachtung von zusätzlichen Erdbebenlasten und Sonderlastfällen sind folgende Horizontallasten aus dem Kranbetrieb zu berücksichtigen:

- HS Schräglaufkraft horizontal = ca. 58 kN (aus Führungsrollen)
- PU Max Pufferkraft (je Seite) = ca. 60 kN
- HBM Bremsen/Beschleunigen = ca. 10 kN

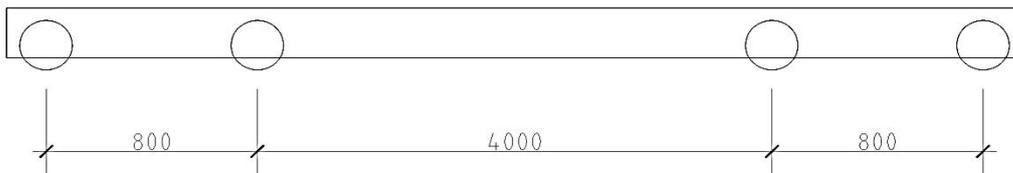


Abbildung 1: Ansatz der Radabstände der Krananlage

Die geplanten Verfahrgeschwindigkeiten sind wie folgt festgelegt:

- Kranbrücke: ca. 0-40 m/min
- Laufkatze: ca. 0-12 m/min
- Hubwerk: ca. 0-6 m/min

Die Laufbahnabmessungen und Laufzeiten sind wie folgt festgelegt:

- Die Laufbahnabmessung beträgt ca. 63 m. Die Kranbrücke benötigt eine Laufzeit von ca. 1,5 min.

Für den Betrieb der Kranbrücke werden 60 % Einschaltdauer (ED) angesetzt. Für das Haupthubwerk 60 % ED.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

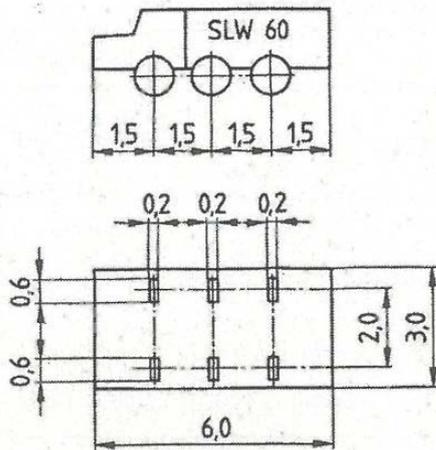
### 4.3.6 Gewichte Kranprüfung

Im Handhabungsbereich werden übliche Gewichte für die Kranprüfungen mit Last (ca. 40 t) abgelegt. Diese Lasten werden von der Verkehrslast von 100 kN/m<sup>2</sup> abgedeckt.

### 4.3.7 Fahrzeuge

Im Handhabungsbereich ist eine Fahrspur für Transportfahrzeuge mit einer Gewichtskraft von 600 kN vorgesehen.

Der Lastansatz erfolgt gemäß nachfolgenden Lastbildern Abbildung 2. Der konservative Lastansatz in Abbildung 2 aus DIN 1072 /32/ deckt alle zu erwartenden Fahrzeuglasten ab. Er wird verwendet, um im Vergleich zur DIN EN 1991 /4/ eine zusätzliche Lastreserve zu erhalten.



Gesamtlast: 600 kN  
 Radlast: 100 kN  
 Aufstandsfläche: 0,20 × 0,60 (m<sup>2</sup>)  
 Ersatzflächenlast:  $p' = 33,3 \text{ kN/m}^2$

Abbildung 2: Lastbild für Transportfahrzeuge

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

#### 4.4 Außergewöhnliche Einwirkungen (A)

##### 4.4.1 Allgemeines

Die Berücksichtigung von außergewöhnlichen Einwirkungen wird als Folge von Anforderungen an die Lagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen gemäß der ESK-Leitlinien /14/ oder von Anforderungen der eingeführten technischen Baubestimmungen notwendig.

Zu beachten sind:

- Erdbeben
- Hochwasser
- Explosionsdruckwelle
- Fahrzeuganprall
- Kranlasten bei Kranprüfung
- Schnee in der norddeutschen Tiefebene
- Behälterabsturz, Behälteranschlag, Umsturz Behälterstapel
- Starkregen, Regen, Notentwässerung
- Brandeinwirkungen

##### 4.4.2 Erdbeben

Nach DIN EN 1998 /20/ und DIN 4149 /10/ ist eine Auslegung gegen Erdbeben nicht erforderlich.

Unter Beachtung der Empfehlung der ESK-Leitlinien /14/ wird das Lagergebäude in Anlehnung an KTA 2201.1 /36/ gegen die Einwirkung Erdbeben ausgelegt und nach Klasse 2A klassifiziert.

Die Behandlung der Einwirkung Erdbeben erfolgt als „außergewöhnliche Einwirkung“ A<sub>d</sub>.

Grundlage für die Auslegung sind die „Gutachterliche Stellungnahme zu dem seismologischen Gutachten für den Standort des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Krümmel in Schleswig-Holstein“ /17/ und die darin empfohlenen Antwortspektren (siehe Abbildung 3 und Tabelle 3). Mit /37/ wird diese Gutachterliche Stellungnahme hinsichtlich der Überarbeitung der Regel /36/ überprüft und bestätigt.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

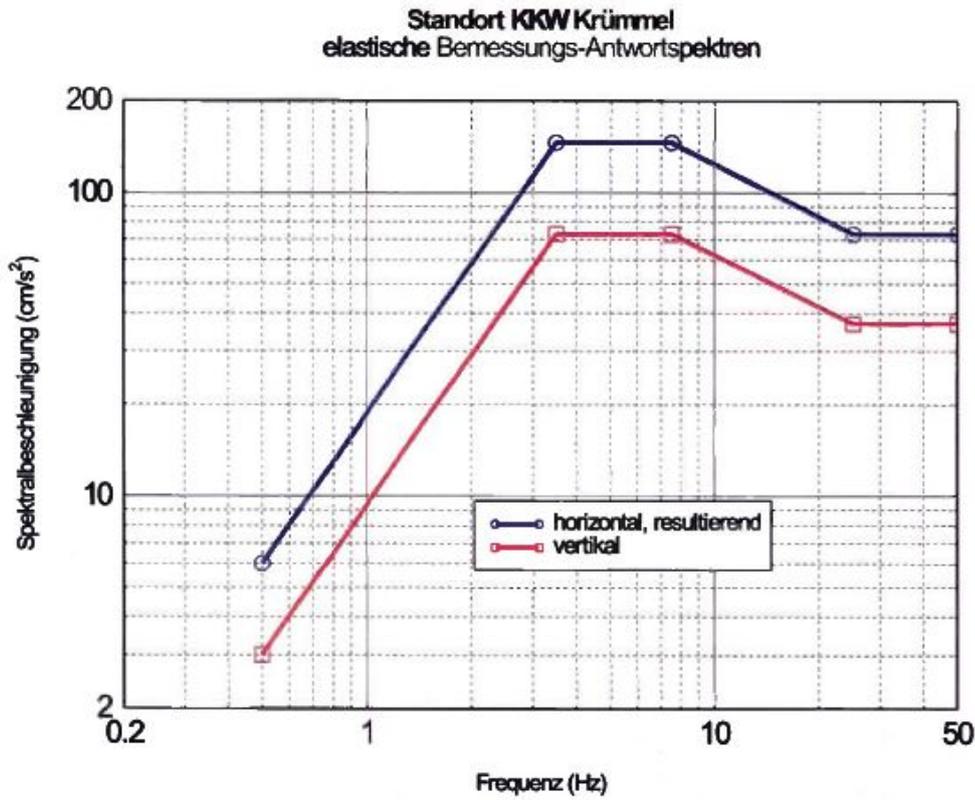


Abbildung 3: Bemessungsspektren für die horizontalen und vertikalen seismischen Bodenbewegungen unter einer Dämpfung von  $D = 5\%$

Tabelle 3: Kontrollperioden und Spektralwerte der Bemessungsspektren /17/

Frequenz [Hz]	0.5	3.5	7.5	25
Horizontales resultierendes Antwortspektrum [cm/s²]	6	146	146	73
Vertikales Antwortspektrum [cm/s²]	3	73	73	37

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Das im Bericht „Etagenantwortspektren und Bauwerksbeschleunigungen für den Lastfall Bemessungs-erdbeben“ /34/ beschriebene dynamische Bauwerksmodell berücksichtigt die in Tabelle 4 angegebenen Lasten mit den angegebenen Massenanteilen. Sonstige Lasten wie Schnee, Kranlasten oder Bühnenlasten etc. werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 4: zu berücksichtigende Lasten mit angegebenen Massenanteilen

Beschreibung	Massenanteil
Eigengewicht der Konstruktion inklusive Eigengewicht des Krans, quasi-ständige Lasten	100 %
Lagerlasten im Lagerbereich 2 und Handhabungsbereich	100 %
Lagerlasten im Lagerbereich 1	80 %
Lagerlasten im Funktionsgebäude und Archiv	80 %
sonstige Verkehrslasten im Funktionsgebäude	50 %

#### 4.4.3 Hochwasser

Der gesamte Lagerbereich ist durch ununterbrochene Wände permanent vor einem Hochwasser bis zu +13,2 mNN geschützt. Das 10.000-jährliche Bemessungshochwasser von +9,63 mNN /15/ ist somit abgedeckt. Für den Handhabungsbereich und das Funktionsgebäude sind kein Hochwasserschutz vorgesehen.

Der Wasserdruck wird bei der Auslegung der Bodenplatte und Wänden berücksichtigt.

#### 4.4.4 Explosionsdruckwelle

Für die bautechnische Auslegung der Gebäudehülle wird als Lastvorsorge eine Druckwelle infolge chemischer Explosionen mit einem maximalen Reflexionsdruck von 0,45 bar berücksichtigt. Für unmittelbar von der Explosionsdruckwelle getroffene Bauteile wird, wie in Abbildung 4 dargestellt, von einer Überdruck-Zeit-Funktion mit den Eckwerten

Zeitpunkt	Druck [bar]	Flächenlast [kN/m <sup>2</sup> ]
$P_0$ (t = 0 s)	= 0 bar	= 0 kN/m <sup>2</sup>
$P_1$ (t = 0,1 s)	= 0,45 bar	= 45 kN/m <sup>2</sup>
$P_2$ (t = 0,2 s bis t = 1s)	= 0,30 bar	= 30 kN/m <sup>2</sup>

ausgegangen (durchgezogene Linie). Der gestrichelte Zeitverlauf mit einem Maximalwert von 30 kN/m<sup>2</sup> beschreibt den zeitlich verzögerten Druckaufbau auf parallel zur Ausbreitrichtung der Druckwelle liegende Bauteile (Seitenwände) bzw. auf der Rückseite des Gebäudes (im Falle einer horizontal einfallenden Druckwelle). Der zeitliche Versatz  $t_a$  ergibt sich aus dem Abstand x zur Vorderseite und der Ausbreitungsgeschwindigkeit v der Druckwelle (Schallgeschwindigkeit).

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

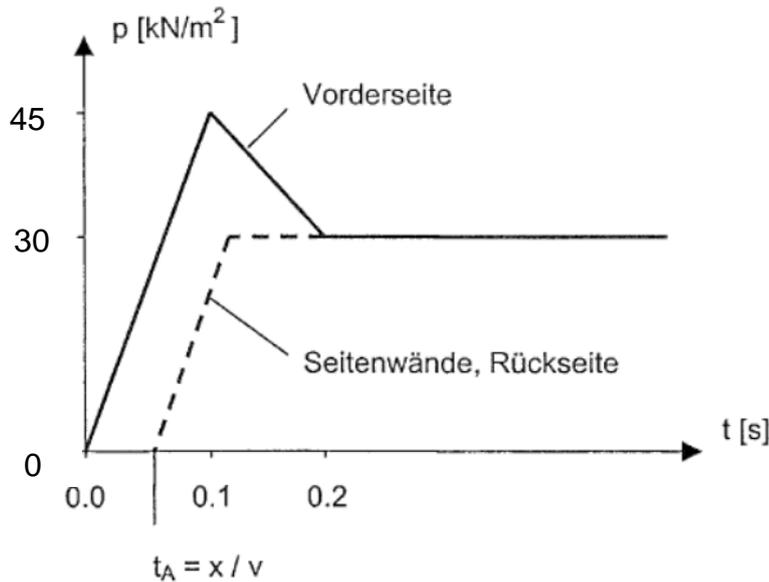


Abbildung 4: Überdruck-Zeit-Funktion der Explosionsdruckwelle für unmittelbar getroffene Einzelbauteile

Bei einer vertikal einfallenden Druckwelle ist die resultierende Vertikalbelastung des Gebäudes und der Gründung unmittelbar durch die Überdruck-Zeit-Funktion mit einem Maximalwert von 45 kN/m<sup>2</sup> gegeben. Zusätzlich werden die Außenwände des Gebäudes oberhalb der GOK durch den allseitigen Druckaufbau mit einem Maximalwert von 30 kN/m<sup>2</sup> (keine Reflexionserhöhung) belastet. Bei einer horizontal einfallenden Druckwelle ergibt sich die resultierende Horizontalbelastung des Gebäudes und der Gründung aus dem Differenzdruck zwischen Vorderseite und Rückseite.

Bei Belastung des Lagergebäudes durch die Explosionsdruckwelle ist lediglich die Standsicherheit der Baustrukturen nachzuweisen, d. h. es bestehen keine weitergehenden Anforderungen hinsichtlich einer Beschränkung der Bauteilverschiebungen und der Rissbreiten. Daher kann grundsätzlich von dem vorhandenen plastischen Verformungsvermögen der Bauteile, d. h. von der vorhandenen Bauteilzähigkeit, Gebrauch gemacht werden.

Eine eventuelle Druckverteilung innerhalb des Gebäudes bleibt unberücksichtigt. Nachweise der Standsicherheit der Tore, Türen und Fenster werden nicht geführt.

#### 4.4.5 Fahrzeuganprall

Entsprechend DIN EN 1991, Teil 1-7 /4/ ist für von LKW befahrbaren Verkehrsflächen eine statisch äquivalente Anprallkraft von 100 kN in Fahrtrichtung und 100 kN rechtwinklig zur Fahrtrichtung in einer Höhe von 1,25 m anzusetzen. Für den Anprall eines Gabelstaplers ist gemäß DIN EN 1991, Teil 1-7 /4/ eine statisch äquivalente Anprallkraft von 175 kN in einer Höhe von 0,75 m anzusetzen. Entspricht Staplerklasse FL1 aus Tabelle 6.5 der DIN EN 1991, Teil 1-1 /4/.

##### a) Lagergebäude

Fahrzeuganprall von außen wird für Achse I berücksichtigt.

Im Handhabungsbereich ist der Anprall eines Transportfahrzeuges auf stützende Unterbauten (Wände und Stützen) zu betrachten.

Anpralllasten aus LKWs oder deren Transportgut auf Überbauungen werden durch eine ausreichende Durchfahrtshöhe und -breite der Öffnung vermieden.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

b) Funktionsgebäude

Fahrzeuganprall von außen wird wegen des geringen Verkehrs nicht unterstellt, zusätzlich werden Abweiser an den Ecken angeordnet.

c) Stahlstrukturen im Außenbereich werden nicht auf Anprall ausgelegt, Abschnitt 5.5.

4.4.6 Kranlasten bei Kranprüfung

Die Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme werden gemäß /19/ mit Verweis auf die EG-Maschinenrichtlinie /27/ ausgeführt. Die auf der EG-Maschinenrichtlinie basierende DIN EN 15011 /28/ schreibt für die statische und dynamische Prüfung folgende Werte vor:

**Statische Prüfung**

Es erfolgt eine statische Prüfung mit 125 % der Tragfähigkeit.

**Dynamische Prüfung**

Es erfolgt eine dynamische Prüfung mit einer Belastung, die mindestens 110 % der Tragfähigkeit entspricht.

Daraus ergeben sich für die Prüfung die ungefähren Radlasten:

- Statische Prüfung der Krananlage = ca. 195 kN pro Rad
- Eigengewicht = ca. 70 kN pro Rad
- Nutzlast = ca. 100 kN x 1,25 kN pro Rad

Die Radlasten der statischen Prüfung der Krananlage sind abgedeckt über den Ansatz der 20 % Lastreserve = 205 kN pro Rad. Der Ansatz der Radlasten erfolgt gemäß Abbildung 1.

**Wiederkehrende Prüfungen**

Für wiederkehrende Prüfungen sind Prüflasten vorgeschrieben /19/. Des Weiteren sind die Prüfvorgaben der Kran- und Hebezeughersteller zu beachten. Die eingesetzten Kräne besitzen eine Überlastsicherung, sodass diese auf Funktion geprüft werden müssen. Für diesen Fall ist ein Auslösewert von 110 % der Tragfähigkeit einzuhalten.

4.4.7 Schnee in der norddeutschen Tiefebene

Der Standort des LasmAaZ befindet sich gemäß DIN EN 1991-1-3/NA: 2018-03 /4/ in Verbindung mit der „Zuordnung der Schneelastzonen zu Verwaltungsgrenzen“ im norddeutschen Tiefland. Dieser außergewöhnliche Lastfall wird hier zusätzlich zu den in Abschnitt 4.3.3 beschriebenen Schneelasten betrachtet.

Der Bemessungswert der Schneelast wird wie folgt festgelegt:

$$s = 2,3 \times \mu_i \times s_K$$

Schneeverwehungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

Die Einwirkung Schnee ist nicht nur in den ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen (siehe 4.3.3), sondern auch in den außergewöhnlichen Bemessungssituationen zu berücksichtigen. Die Lastermittlung erfolgt gemäß Abschnitt 3.3 der DIN EN 1991, Teil 1-3 /4/.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 4.4.8 Behälter

### 4.4.8.1 Behälterabsturz

Mögliche Auswirkungen auf Behälter beim Behälterabsturz werden in der Ereignisbetrachtung /15/ untersucht. Die Hubhöhe der Krane wird so begrenzt, dass die Absturzhöhe maximal 5 m beträgt. Ein Gesamteinsturz des Gebäudes durch diese Einwirkung ist ausgeschlossen. Dennoch wird dieser Lastfall gemäß ESK Leitlinie /14/ im Hinblick auf den Erhalt der Sicherheitstechnischen Funktion des Gebäudes (kein Durchstanzen der Bodenplatte, Dichtheit gegen das Eindringen von drückendem Wasser in den Lagerbereich) untersucht.

### 4.4.8.2 Behälteranschlag

Eine Auslegung der Wände gegen die Einwirkung Behälteranschlag ist gemäß Ereignisbetrachtung /15/ nicht erforderlich. Aufgrund der Ausführung der Kransteuerung ist das Anprallen der Behälter an die Wände ausgeschlossen.

### 4.4.8.3 Umsturz Behälterstapel

Es wird nachgewiesen, dass die Behälterstapel auch bei den Einwirkungen Erdbeben und Explosionsdruckwelle standsicher sind. Eine Auslegung der baulichen Anlage gegen diese Einwirkung ist deshalb nicht erforderlich.

### 4.4.9 Starkregen, Regen, Notentwässerung

Die Bemessung der Regenwassermenge erfolgt für den Standort Krümmel gemäß DIN 1986-100 /18/. Das LasmAaZ erhält zusätzlich zu den Flachdacheinläufen freie Attikaabläufe als Notentwässerung. Die Entwässerungs- und Notentwässerungssysteme müssen gemeinsam mindestens das zu erwartende Jahrhundertregenereignis von  $r_{(5,100)}$  entwässern. Eine Auslegung der Dachkonstruktion gegen diese Einwirkung ist somit nicht erforderlich. Das Eindringen von Regenwasser in das Lagergebäude wird durch eine entsprechende Profilierung des anschließenden Geländes ausgeschlossen.

Abflussbeiwert Dach	1,0 Dachflächen	
Regenspende (Geesthacht +15 %)	$r_{(5,5)}$	= 288 l/s x ha
Jahrhundertregen (Geesthacht +20 %)	$r_{(5,100)}$	= 509 l/s x ha

Das 5-jährige Regenereignis ist Auslegungsgrundlage für die Bestimmung der Regenwassermenge und Dimensionierung der Regenwasserfallleitungen.

Das 100-jährige Regenereignis ist Grundlage für die Berechnung der Notentwässerung.

### 4.4.10 Brandeinwirkungen

Die Brandeinwirkungen auf die Bauwerke werden im Brandschutzkonzept /25/ ausgeführt. Das Gefährdungsrisiko für das Gebäude ist aufgrund baulicher und technischer Brandschutzmaßnahmen als normal einzustufen. Es gehen vom Gebäude keine außergewöhnlichen Brandrisiken aus.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 5 Nachweis der Baukonstruktion

### 5.1 Allgemeines

Nachgewiesen werden die Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) durch:

- Aufschwimmen (UPL),
- Verlust der Lagesicherheit (EQU),
- Versagen von Bauwerk, Bauteilen und Baugrund (STR und GEO-2),
- Verlust der Gesamtstandsicherheit (GEO-3).

Ebenfalls zu untersuchen sind Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS).

#### 5.1.1 Expositionsklassen, Betonüberdeckung und Rissweiten

Auf Grundlage des Bodengutachtens /16/ wird den erdberührenden Außenbauteilen die Expositionsklasse XA2 zugewiesen, da das Grundwasser einen erhöhten Gehalt an kalklösender Kohlensäure enthält. Eine Verschleißbeanspruchung des Bodens im Handhabungsbereich durch Fahrzeuge ist wegen der Anordnung eines Hartstoff-Verbundestrichs nicht gegeben, so dass auf die Expositionsklasse XM1 (mäßige Verschleißbeanspruchung) verzichtet werden kann.

Bewehrungskorrosion ausgelöst durch Chloride aus Meerwasser (XS1 Salzhaltige Luft) wird ausgeschlossen.

Die Außenwände des Handhabungsbereiches und Lagerbereiches sowie die Strahlenschutzwände sind bis ca. +13,2 mNN in WU-Beton auszuführen.

### Funktionsgebäude und Lagergebäude

#### Bodenplatte

Expositionsklasse           XC2, WF, XF1, XA2  
 Mindestbetonfestigkeit   C35/45

Nach DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ /40/ darf bei einer Beanspruchung durch XA2 die Betongüte auf C30/37 reduziert werden. Zur Vermeidung von Trennrissen wird die Betongüte C30/37-WU gewählt.

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser  $\leq 28$  mm in 1. L.

$C_{nom}$	$= C_{min} + \Delta C_{dev}$	= 55 mm
mit	$C_{min}$	= 40 mm
und	$\Delta C_{dev}$	= 15 mm

- Rissweite aus Expositionsklasse  $w_{max} \leq 0,3$  mm
- Rissweitenbegrenzung bezüglich der Wasserundurchlässigkeit ist ggf. zusätzlich zu berücksichtigen. Siehe auch Kapitel 5.1.5 WU-Konzept.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## Funktionsgebäude

### Alle Bauteile (ohne Bodenplatte)

Expositionsklasse	XC3, WO
Mindestbetonfestigkeit	C16/20

Gewählt:		
Dach	C30/37, $c_{nom}$	= 30mm, $w_{max} \leq 0,3mm$
Außenwände, Attika	C30/37, $c_{nom}$	= 40mm, $w_{max} \leq 0,3mm$
Innenbauteile	C30/37, $c_{nom}$	= 30mm, $w_{max} \leq 0,4mm$

Aufgrund vorhandener Dämmung und Abdichtung werden Außenwände, Dachdecke und Attika der Expositionsklasse XC3 zugeordnet.

## Lagergebäude

### Dach

Expositionsklasse	XC3, WF
Mindestbetonfestigkeit	C20/25 (gewählt: C30/37)

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser  $\leq 20$  mm in 1. L.

$c_{nom}$	= $c_{min} + \Delta c_{dev}$	= 35 mm
mit	$c_{min}$	= 20 mm
und	$\Delta c_{dev}$	= 15 mm

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser  $\leq 28$  mm in 2. L.

$c_{nom}$	= $c_{min} + \Delta c_{dev}$	= 43 mm
mit	$c_{min}$	= 28 mm
und	$\Delta c_{dev}$	= 15 mm

Rissweite

$$w_{max} \leq 0,3 \text{ mm}$$

### Außenwände, Strahlenschutzwand

Expositionsklasse	XC3, XF1, WF, XA2
Mindestbetonfestigkeit:	C35/45

Nach DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ /40/ darf bei einer Beanspruchung durch XA2 die Betongüte auf C30/37 reduziert werden. Zur Vermeidung von Trennrissen wird die Betongüte C30/37-WU gewählt.

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser  $\leq 28$  mm in 1. L.

$c_{nom}$	= $c_{min} + \Delta c_{dev}$	= 55 mm
mit	$c_{min}$	= 40 mm
und	$\Delta c_{dev}$	= 15 mm

- Rissweite  $w_{max} \leq 0,3 \text{ mm}$
- Der Lagerbereich wird zum Schutz gegen Hochwasser bis mind. +13,2 mNN ausgebildet. Rissweitenbegrenzung bezüglich der Wasserundurchlässigkeit ist ggf. zusätzlich zu berücksichtigen. Siehe auch Kapitel 5.1.1 WU-Konzept.

Attika (gedämmt und abgedichtet)

Expositionsklasse XC3, WO  
 Mindestbetonfestigkeit C16/20 (gewählt: C30/37)

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 16 mm in 1. L.

C <sub>nom</sub>	= C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	= 26 mm
mit	C <sub>min</sub>	= 16 mm
und	ΔC <sub>dev</sub>	= 10 mm

- Rissweite  $w_{max} \leq 0,3 \text{ mm}$

**Innenwände (Achse E), Stützen**

Expositionsklasse XC1, WO  
 Mindestbetonfestigkeit C16/20 (gewählt: C30/37)

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 25 mm in 1. L.

C <sub>nom</sub>	= C <sub>min</sub> + ΔC <sub>dev</sub>	= 35 mm
mit	C <sub>min</sub>	= 25 mm
und	ΔC <sub>dev</sub>	= 10 mm

- Rissweite  $w_{max} \leq 0,4 \text{ mm}$

5.1.2 Bewehrungsraster

Im Allgemeinen ist das Bewehrungsraster mit Abständen von 15 cm x 15 cm kreuzweise (oben und unten bzw. innen und außen) auszuführen. Abweichungen hierfür sind zulässig.

5.1.3 Materialkennwerte

Die Festigkeits- und Formänderungskennwerte der Baumaterialien werden nach DIN EN 1992 /5/ und DIN EN 1993 /6/ und DIN 488-1 /23/ ausgeführt.

Beton

C12/15

C30/37 (WU)

C30/37

Unterbeton

Bodenplatte, Außenwände, Strahlenschutzwand

Innenwände, Stützen, Balken, Decken etc.

Betonstahl

B 500 B

Baustahl

S235JR

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 5.1.4 Sichtbetonklassen

Alle Oberflächen von Betonbauteilen sind unter Berücksichtigung des DBV-Merkblattes /29/ zu planen und auszuführen:

- Als Basisanforderungen für alle Stahlbetonarbeiten und deren Oberflächen gilt die Ausführung in Sichtbetonklasse (SB) 2 nach DBV-Merkblatt (normale Anforderungen).
- Erdberührte Bauteile werden in der niedrigeren Anforderungskategorie SB 1 ausgeführt. Die Fertigteiltreppe im Funktionsgebäude werden im SB 3 nach DBV-Merkblatt (hohe gestalterische Anforderungen) ausgeführt.

## 5.1.5 WU-Konzept

Für die Bauteile wird die Nutzungsklasse A (keine Feuchtstellen durch Wasserdurchtritt und keine - auch nicht temporäre - wasserführenden Rissen und Fugen) entsprechend DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ /11/ gefordert.

Die Bodenplatte von Lager- und Funktionsgebäude und die Wände des Lagerbereiches werden, soweit erforderlich, gegen drückendes Wasser und für den Sonderlastfall Hochwasser ausgelegt. Die Auslegung erfolgt nach „DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ und Heft Nr. 555 „Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ /11/. Sie werden gegen drückendes und nichtdrückendes Wasser sowie zeitweise aufstauendes Sickerwasser ausgelegt.

Grundsätzlich wird die Konstruktion so gewählt, dass keine bzw. nur wenige Trennrisse in den Bauteilen auftreten. Sollten Trennrisse auftreten, so werden diese vor der Verfüllung der Baugrube abgedichtet. Zusätzlich ist zur Vermeidung eines Aufstaus von Grundwasser eine dauerhafte Wasserhaltung vorgesehen.

Konkrete Angaben zur Bauausführung der massigen Bauteile und WU-Bauteile des Lagergebäudes werden in einem gesonderten Bericht verfasst und im Bauverfahren nach LBO vorgelegt.

Die zusätzlichen Anforderungen von Bauteiloberflächen ohne Tauwasser und trockenes Raumklima für das Lagergebäude werden durch eine Wärmedämmung und raumklimatische Maßnahmen erreicht.

## 5.1.6 Gründung

Auf Grundlage des Bodengutachtens /16/ und DIN 1054 /8/ wird die Gründung der Geotechnischen Kategorie GK 3 zugeordnet.

Die Gründung des Lager- und Funktionsgebäudes erfolgt über eine gemeinsame Bodenplatte.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 5.2 Bemessungssituation der Gründung

Es werden folgende Grenzzustände berücksichtigt:

### Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS)

- Nachweis der Gesamtstandsicherheit
- Grundbruchsicherheit (GEO-2)
- Gleitsicherheit (GEO-2)
- Gemeinsames Versagen von Baugrund und Bauwerk (GEO-2 oder STR)
- Sicherheit gegen Aufschwimmen (UPL)

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Die Setzungen werden durch den Baugrundsachverständigen in /16/ ermittelt.

### 5.2.1 Grenzzustände der Tragfähigkeit

Die Überlagerungen der Einwirkungen ergeben sich nach DIN 1054 /8/.

(1) Bemessungssituationen BS-P (ständig) und BS-T (vorübergehend)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot E(G_{k,j}) + \gamma_P \cdot E(P_k) + \gamma_{Q,1} \cdot E(Q_{k,1}) + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot E(Q_{k,i})$$

(2) Bemessungssituationen BS-A (außergewöhnlich)

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot E(G_{k,j}) + \gamma_P \cdot E(P_k) + E(A_d) + \gamma_{Q,1} \cdot (\psi_1 \text{ oder } \psi_2) \cdot E(Q_{k,1}) + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{2j} \cdot E(Q_{k,i}) A$$

### 5.2.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

Die Überlagerungen der Einwirkungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zur Bestimmung von Verformungen und Fundamentbewegungen ergeben sich nach DIN 1054 /8/:

$$v = v \left( \sum_{j \geq 1} G_{k,j} \text{ „+“ } P_k \text{ „+“ } \sum_{i \geq 1} (\psi_{0,i} \text{ oder } \psi_{1,i} \text{ oder } \psi_{2,i}) \cdot Q_{k,i} \right)$$

Die zulässigen Verformungen und Fundamentbewegungen (Definition siehe Bild H.1 in DIN EN 1997-1 /7/) sind wie folgt festgelegt:

- Lastabhängige Setzung  $s = 10 \text{ cm,}$
- Setzungsunterschied  $\delta_s = \text{ca. } 1/1000 \text{ zwischen 2 Messpunkten, in Hallenlängsrichtung max. ca. 6,5 cm (bei 65,50 m) und in Hallenquerrichtung ca. 5 cm (bei 48,00 m)}$
- Drehung  $\text{keine Anforderung,}$
- Verkantung  $\text{keine Anforderung,}$
- Biegestich  $\text{keine Anforderung,}$
- Winkeländerung  $\text{keine Anforderung,}$
- Horizontalverschiebung  $\text{keine Anforderung,}$
- Schwingungsamplitude  $\text{keine Anforderung.}$

Da die Setzungen im Wesentlichen lastabhängig sind, werden diese im Lagerbereich größtenteils aufgrund der Behältereinlagerung auftreten. Die erwarteten Setzungen werden im 3. Bericht Grundbauingenieur Steinfeld und Partner /16/ angegeben.

### 5.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Gründung

Entsprechend der DIN 1054 /8/ finden die folgenden in Tabelle 5 dargestellten Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_Q$  und  $\gamma_G$  für Einwirkungen und Beanspruchungen sowie  $\gamma_M$  für geotechnische Kenngrößen Verwendung.

Auf die Lagerlasten wird in der Bemessungssituation BS-P für Nachweise STR/GEO-2  $\gamma_{Q,ung} = 1,35$  angesetzt.

Tabelle 5: Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_Q$  und  $\gamma_G$  für Einwirkungen und Beanspruchungen;  $\gamma_M$

		BS-P (Ständige Bemessungssituation)	BS-T (Vorübergehende Bemessungssituation)	BS-A (Außergewöhnliche Bemessungssituation)
UPL	$\gamma_{G,dst}$	1,05	1,05	1,00
	$\gamma_{G,stb}$	0,95	0,95	0,95
	$\gamma_{Q,dst}$	1,50	1,30	1,00
	$\gamma_{Q,stb}$	0	0	0
	$\gamma_M$	1,00	1,00	1,00
STR/G EO-2	$\gamma_G$	1,35	1,20	1,10
	$\gamma_{G,gün}$	1,00	1,00	1,00
	$\gamma_{G,E0}$	1,20	1,10	1,00
	$\gamma_{Q,ung}$	1,50	1,30	1,10
	$\gamma_{Q,gün}$	0	0	0
	$\gamma_M$	1,00	1,00	1,00
EQU	$\gamma_{G,dst}$	1,10	1,05	1,00
	$\gamma_{G,stb}$	0,90	0,90	0,95
	$\gamma_{Q,ung}$	1,50	1,25	1,00
	$\gamma_{Q,gün}$	0	0	0
GEO-3	$\gamma_G$	1,00	1,00	1,00
	$\gamma_Q$	1,30	1,20	1,00
	$\gamma_M$	1,25	1,15	1,10

Für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (SLS) werden  $\gamma_G = \gamma_Q = \gamma_M = 1,0$  verwendet.

### 5.2.4 Kombinationen und Kombinationsbeiwerte

Für die Bemessung der Gründung werden die in Tabelle 6 und Tabelle 7 angegebenen Kombinationen und Kombinationsbeiwerte gemäß DIN 1054 /8/ verwendet.

Abweichend davon sind für die Nachweise der Aufschwimmsicherheit (UPL) und des hydraulischen Grundbruchs (HYD) entsprechend DIN 1054 Abschnitt 2.4.6.1.1 A (2b) /8/ keine Kombinationsbeiwerte zu verwenden.

Für die Bestimmung der Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden Eigengewicht und Nutzlasten berücksichtigt. Die in Tabelle 7 dargestellten Kombinationsbeiwerte  $\psi$  werden entsprechend der DIN 1054 Abschnitt 2.4.8 /8/ angewendet.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Tabelle 6: Kombinationen für die Bemessung der Gründung

Bemessungssituation	Lastkombination	Einwirkungen													
		ständig		veränderlich						außergewöhnlich					
		Eigengewicht	Erddruck	Verkehrslasten	Wind	Schnee	Kranlasten	Therm. Einwirkungen (klimatisch bedingt)	Fahrzeug	Erdbeben	Hochwasser	Fahrzeuganprall	Stat. Kranprüflast	Schnee	EDW
<b>BS-P</b>	G1	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>BS-T</b>	G2	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>BS-A</b>	G3	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
	G4	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	G5	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
	G6	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
<b>SLS</b>	G7	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 7: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der Gründung

	$\psi$
Verkehrslast im Lager- und Handhabungsbereich	1,0
Verkehrslast im Handhabungsbereich und sonstige Lasten	0
Verkehrslast im Funktionsbereich	0,5
Temperatur	1,0

### 5.3 Bemessungszustände der Massivbaukonstruktion

Die Kranbahnlasten werden als Lasten nach DIN EN 1991-3 /4/ betrachtet. Nach DIN 25449 /21/ sind  $\gamma_{G,sup} = 1,35$  und  $\psi_1 = 0,9$  anzusetzen.

Die Kranbahnkonsolen werden für Ermüdung bemessen. Für alle übrigen Bauteile werden quasistatische Lasten angesetzt.

Lager- und Nutzlasten werden entsprechend der DIN 25449 /21/ angesetzt.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 5.3.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit

Die Überlagerung der Schnittgrößen und die Bemessung der Bauteile erfolgt entsprechend den Regelungen der DIN EN 1990 /3/ NA und NA/A1 für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

(1) ohne außergewöhnliche Einwirkungen

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot E_{Gk,j} + \gamma_P \cdot E_{Pk} + \gamma_{Q,1} \cdot E_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot E_{Qk,i}$$

(2) mit außergewöhnlichen Einwirkungen (Hochwasser, Erdbeben, Schnee)

$$E_{dA} = \sum_{j \geq 1} \gamma_{GA,j} \cdot E_{Gk,j} + E_{Pk} + E_{Ad} + \gamma_{QA,1} \cdot \psi_{1,1} \cdot E_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{QA,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot E_{Qk,i}$$

Alle außergewöhnlichen Einwirkungen sind nicht gleichzeitig anzusetzen und werden daher nicht überlagert.

### 5.3.2 Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Die Überlagerung der Schnittgrößen und Auslegung der Bauteile erfolgt entsprechend der Regelungen der DIN EN 1990 mit NA /3/.

(1) charakteristische Einwirkungen

$$E_{d,char} = \sum_{j \geq 1} E_{Gk,j} + E_{Pk} + E_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot E_{Qk,i}$$

(2) häufige Einwirkungen

$$E_{d,frequ} = \sum_{j \geq 1} E_{Gk,j} + E_{Pk} + \psi_{1,1} \cdot E_{Qk,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot E_{Qk,i}$$

(3) quasi-ständige Einwirkungen

$$E_{d,perm} = \sum_{j \geq 1} E_{Gk,j} + E_{Pk} + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot E_{Qk,i}$$

Einwirkungen aus Sonderlastfällen werden bei der Bemessung im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nicht berücksichtigt.

#### 5.3.2.1 Spannungen

Spannungsnachweise dürfen entfallen, wenn die Anforderungen aus NCI zu 7.1 gemäß DIN EN 1992 /5/, NA eingehalten sind.

#### 5.3.2.2 Rissbreitenbegrenzung

Für Außenbauteile ist die rechnerische Rissbreite  $w_{max} = 0,3$  mm für die quasi-ständige Lastkombination gemäß Tabelle NA.7.1DE der DIN EN 1992-1-1/NA /5/ einzuhalten. Rissbreiten für Innenbauteile sind auf 0,4 mm zu begrenzen.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

### 5.3.2.3 Verformungsbegrenzung

Die Größe der Durchbiegungen der Massivbauteile wird nach DIN EN 1992 /5/, Teil 1-1 begrenzt. Abweichungen sind in begründeten Einzelfällen möglich.

### 5.3.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte auf der Lastseite ergeben sich DIN EN 1990:2010, Abschnitt A.1.3.1 und A.1.3.2 /3/, für die Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) entsprechend NDP zu A.1.3.1 der Norm (4), A.1.3.1 (6) DIN EN 1990 /3/ und A.1.3.2 nach Tabelle NA.A.1.2 (B). Für Ermüdung gilt  $\gamma_G = \gamma_Q = 1,0$  und für Baugrundsetzungen ist  $\gamma_{G,sup} = 1,35$ .

In Anlehnung an DIN 25449 /21/ wird  $\gamma_{Q,ung} = 1,0$  für Zwang aus Setzungen aufgrund linearer Bemessung der Konstruktion angesetzt. Für quasi-ständige Nutzlasten im Lagergebäude wird  $\gamma_{Q,ung} = 1,35$  angesetzt.

Die in Tabelle 8 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte auf der Materialseite ergeben sich für Beton  $\gamma_C$  und Betonstahl  $\gamma_S$  nach DIN EN 1992 /5/, Teil 1-1. Die außergewöhnliche Bemessungssituation entspricht der Anforderungskategorie A3 der DIN 25449 /21/ für Erdbeben (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit  $\leq 10^{-5}$ /Jahr) und Hochwasser (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit  $\leq 10^{-4}$ /Jahr).

Für alle anderen außergewöhnlichen Einwirkungen nach Abschnitt 4.4.1 (mehrfaches Auftreten während der Nutzungsdauer) siehe Tabelle 8.

Tabelle 8: Teilsicherheitsbeiwerte

	<b>P / T (ständige und vorübergehende Bemessungssituation)</b>	<b>A (außergewöhnliche Bemessungssituation)</b>
<b>Einwirkungen</b>		
$\gamma_{G,sup}$	1,35	1,00
$\gamma_{G,inf}$	1,00	1,00
$\gamma_{Q,ung}$	Zwang aus Setzung: 1,00 Lagerlasten 1,35 sonstige Verkehrslasten 1,50	1,00
$\gamma_{Q,gün}$	0	0
$\gamma_A$	-	1,00
<b>Widerstände</b>		
$\gamma_C$	1,50	1,30
$\gamma_S$	1,15	1,00

Für die Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (SLS) werden  $\gamma_G = \gamma_Q = \gamma_C = 1,0$  verwendet.

### 5.3.4 Kombinationen und Kombinationsbeiwerte

Für die Bemessung der Massivbaukonstruktion werden die Kombinationen und Kombinationsbeiwerte (Tabelle 9 und Tabelle 10) analog DIN EN 1990 /3/ und DIN 25449 /21/ verwendet.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Tabelle 9: Kombinationen für die Bemessung der Massivbaukonstruktion

Bemes- sungs- situation	Lastkombination	Einwirkungen														
		ständig		veränderlich						außergewöhnlich						
		Eigengewicht	Setzungen	Verkehrslasten	Wind	Schnee	Kranlasten	Therm. Einwirkungen (klimatisch bedingt)	Fahrzeug	Erdbeben	Hochwasser	Fahrzeuganprall	Stat. Kranprüflast	Schnee	EDW	
<b>ULS</b>	M1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-
<b>ULS - außergew.</b>	<b>Erdbeben</b>	M2	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
	<b>Hochwasser</b>	M3	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-
	<b>Anprall</b>	M4	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-
	<b>Kran</b>	M5	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	x	-	-
	<b>Schnee</b>	M6	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
	<b>EDW</b>	M7	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>SLS (quasi- ständig)</b>	M8	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

Tabelle 10: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der aufgehenden Konstruktion

	$\Psi_0$ (selten)	$\Psi_1$ (häufig)	$\Psi_2$ (quasi-ständig)
<b>Verkehrslast im Lager</b>	1,0*	1,0*	1,0*
<b>Verkehrslast im Handhabungsbereich</b>	0,9*	0,8*	0,8*
<b>Verkehrslast im Funktionsbereich</b>	0,9*	0,8*	0,8*
<b>Kranlasten</b>	1,0	0,9	0
<b>Temperatur</b>	0,6	0,5	0
<b>Schnee</b>	0,5	0,2	0
<b>Wind</b>	0,6	0,2	0
<b>Dächer (Kat. H)</b>	0	0	0
<b>Zwang aus Baugrundsetzung</b>	1,0	1,0	1,0

\* nach DIN 25449 /21/

## 5.4 Brandschutz

Die brandschutztechnischen Anforderungen an die Bauteile des Gebäudes sind dem Brandschutzkonzept /25/ zu entnehmen. Die Bemessung der Bauteile im Brandfall ist gemäß DIN EN 1992 /5/, Teil 1-2 durchzuführen. Die konstruktiven Vorgaben der DIN 4102 /22/, Teil 4 bezüglich der Feuerwiderstandsdauer sind einzuhalten. Nach den Vorgaben der ESK-Leitlinien /14/ dürfen grundsätzlich nur nichtbrennbare Baustoffe nach Teil 1 der DIN 4102 /22/, Baustoffklasse A, verwendet werden, mit Ausnahme der Beschichtung.

## 5.5 Bemessung für Stahlbau

Es ist im Handhabungsbereich eine Wartungsbühne einschließlich Treppenaufgang für den Kran als Stahlkonstruktion vorgesehen. Des Weiteren werden im Außenbereich des Funktionsgebäudes eine Stahlbühne sowie zwei Treppenanlagen aus Stahl angeordnet.

Die Bemessung der Stahlstrukturen erfolgt gemäß DIN EN 1993 Teil 1-1 und Teil 1-8 /6/. Für das Stahltragwerk, seine Teile und seine Verbindungen sind die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit sowie die Dauerhaftigkeit nachzuweisen.

Auf der Einwirkungsseite gelten die in DIN EN 1990 /3/ angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsfaktoren und Kombinationsregeln analog zu Kapitel 5.3.1 „Grenzzustand der Tragfähigkeit“ und 5.3.2 „Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“ und Kapitel 5.3.3 „Teilsicherheitsbeiwerte“. Die Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte in Tabelle 8 und Tabelle 10 gelten sinngemäß.

Auf der Widerstandsseite sind für die verschiedenen Nachweise die Teilsicherheitsbeiwerte in Tabelle 11 gemäß DIN EN 1993 Teil 1-1 /6/ festgelegt.

Tabelle 11: Teilsicherheitsbeiwerte  $\gamma_m$  für den Stahlbau

Beanspruchbarkeit von Querschnitten	$\gamma_{M0}$	1,00
Stabilitätsversagen; Theorie II. Ordnung	$\gamma_{M1}$	1,10
Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung; Verbindungsmittel wie Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißnähte, Bleche auf Lochleibung	$\gamma_{M2}$	1,25

Die Stahlkonstruktionen werden lediglich für die Betriebslasten ausgelegt. Ein Fahrzeuganprall ist bei der Stütze im Lagergebäude Achse D/1.1 berücksichtigt.

Für die Bemessung der Stahlkonstruktion werden die in Tabelle 12 angegebenen Kombinationen gemäß DIN EN 1993 Teil 1-1 /6/ berücksichtigt.

Tabelle 12: Kombinationen für die Bemessung der Stahlkonstruktion

Bemessungssituation	Lastkombination	Einwirkungen			
		ständig	veränderlich		
		Eigengewicht	Verkehrslasten	Wind	Schnee
<b>ULS</b>	S1	x	x	x	x
<b>SLS (quasi-ständig)</b>	S2	x	x	-	-

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

## 6 Verankerungen, Dübelplatten und Einbauteile

Die Befestigung von Komponenten der Anlagen- und Gebäudetechnik erfolgt in der Regel über einbetonierte Einbauteile (Halben-Schienen, Ankerplatten mit Kopfbolzen, Ankerplatten mit angeschweißten Bewehrungsstäben etc.). In Ausnahmefällen können nachträglich gedübelte Befestigungen ausgeführt werden. Planung, Bemessung und Ausführung von Dübelbefestigungen erfolgen unter Beachtung des KTA-Sachstandsberichts zur Verwendung von Dübelverbindungen in Kernkraftwerken /35/.

Die Bemessung der Verankerungen erfolgt gemäß /24/ basierend auf dem CC-Verfahren des DIBt. Die entsprechenden Zulassungen der Befestigungsmittel sind zu beachten.

Die Dimensionierung der Einbauteile erfolgt mit angenommenen bzw. vorgegebenen Lasten.

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

**7 Quellenangaben**

- /1/ Strahlenschutzverordnung vom 20. Juli 2001 (BGBl. I S. 1714; 2002 I S. 1459), die zuletzt durch nach Maßgabe des Artikel 10 durch Artikel 6 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114, 1222) geändert worden ist
- /2/ AtG, "Atomgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 20. Juli 2017 (BGBl. I S. 2808) geändert worden ist"
- /3/ DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung, Fassung 2010-12;  
DIN EN 1990/NA: 2010-12  
DIN EN 1990/NA/A1: 2012-08
- /4/ DIN EN 1991: Einwirkungen auf Tragwerke  
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke; Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau; Fassung 2010-12; NA/A1 Fassung 2015-05  
Teil 1-2: Brandeinwirkungen auf Tragwerke; Fassung 2010-12; NA Fassung 2015-09  
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Fassung 2010-12; NA Fassung 2018-03  
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten; Fassung 2010-12; NA Fassung 2010-12  
Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen, Temperatureinwirkungen; Fassung 2010-12;  
NA Fassung 2010-12  
Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauphase; Fassung 2010-12;  
NA Fassung 2012-12  
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, Außergewöhnliche Einwirkungen; Fassung 2010-12; A1: Fassung 2014-08; NA Fassung 2010-12  
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken; Fassung 2012-08; NA:2012-08  
Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen; Fassung 2010-12; Berichtigung 2013-08; NA:2010-12
- /5/ DIN EN 1992: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Fassung 2011-01; NA: 2013-04; A1: 2015-03  
Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall; Fassung 2010-12
- /6/ DIN EN 1993: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten;  
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Fassung 2010-12; A1: 2014-07; NA: 2015-08  
Teil 1-8: Allgemeine Regeln-Bemessung von Anschlüssen; Fassung 2010-12;  
NA Fassung 2010-12
- /7/ DIN EN 1997-1: Entwurf, Bemessung und Berechnung in der Geotechnik; Teil 1: Allgemeine Regeln; Fassung 2014-03
- /8/ DIN 1054 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1; Fassung 2010-12; A1: 2012-08; A2: 2015-11
- /9/ DIN 4426: Einrichtungen zur Instandhaltung baulicher Anlagen – Sicherheitstechnische Anforderungen an Arbeitsplätze und Verkehrswege – Planung und Ausführung; Fassung 2017-01
- /10/ DIN 4149: Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten; Fassung 2005-04
- /11/ DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“, Ausgabe Dezember 2017 einschließlich Heft 555, Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauteile aus Beton
- /12/ VGB-Standard "Bautechnik bei Kernkraftwerken", VGB-S-026-00-2012-08-DE
- /13/ DIN 25422: Aufbewahrung und Lagerung radioaktiver Stoffe, Fassung:2013-06

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

- /14/ Empfehlung der Entsorgungskommission ESK, Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, RSK/ESK, revidierte Fassung vom 10.06.2013;
- /15/ Ereignisbetrachtung LAK/010/041
- /16/ LasmAaZ, 3. Bericht, Geotechnischer Bericht - Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung, LAK/071/004
- /17/ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Gutachterliche Stellungnahme zu dem seismologischen Gutachten für den Standort des Zwischenlagers am Kernkraftwerk Krümmel in Schleswig-Holstein vom 20.05.2003
- /18/ DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindungen mit DIN EN 752 und DIN EN 12056; Fassung 2016-02
- /19/ DGUV Grundsatz 309-001 Prüfung von Kranen; Fassung 2012-08
- /20/ DIN EN 1998-1: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben; Fassung 2010-12; A1: 2013-05
- /21/ DIN 25449: Bauteile aus Stahl- und Spannbeton in kerntechnischen Anlagen Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung, Konstruktion; Fassung 2016-04
- /22/ DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen  
Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Fassung 1998-05  
Teil 4: Zusammenstellung von Anwendungen klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Fassung 2016-05
- /23/ DIN 488-1:2009-08, Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichnung
- /24/ ETAG 001-C; Metalldübel zur Verankerung im Beton; Fassung 1997-06; 1. Änderung von 2001-10; 2. Änderung von 2006-11 und 3. Änderung von 2010-08
- /25/ Brandschutzkonzept LAK/100/001
- /26/ Konzept zur Belegung des LasmAaZ, LAK/010/300
- /27/ Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.Mai 2006 für Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- /28/ DIN EN 15011 Krane - Brücken- und Portalkrane; Fassung 2014-09
- /29/ DBV/BDZ-Merkblatt Sichtbeton; Ausgabe 2015-06
- /30/ DIN EN 13001 Krane – Konstruktion allgemein;  
Teil 3-1; Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Strahltragwerken; Fassung 2013-12
- /31/ Belastungspläne  
LAK/073/020 Lagergebäude, Grundriss +8,50 mNN  
LAK/073/021 Lagergebäude, Ergänzung zur Ebene +8,50 mNN  
LAK/073/022 Lagergebäude, Grundriss Dach  
LAK/073/023 Funktionsgebäude, Grundriss +8,50 mNN  
LAK/073/024 Funktionsgebäude, Grundriss +12,25 mNN  
LAK/073/025 Funktionsgebäude, Grundriss Dach
- /32/ DIN 1072 Lastannahmen für Straßen- und Wegbrücken, Fassung 1985-12
- /33/ LBO – Landesbauordnung für das Land Schleswig-Holstein vom 22. Januar 2009
- /34/ Hochtief Engineering GmbH: Etagenantwortspektren und Bauwerksbeschleunigungen für den Lastfall Bemessungserdbeben, LAK/073/552
- /35/ KTA: KTA-GS-80 „Sachstandsbericht - Verwendung von Dübelverbindungen in Kernkraftwerken“ (März 2013)
- /36/ KTA: KTA 2201.1 Auslegung von Kernkraftwerken gegen seismische Einwirkungen, Teil 1: Grundsätze 11.2011

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.

- /37/ Leydecker: Prüfung des ingenieurseismologischen Gutachtens für den Standort des Zwischenlagers für abgebrannte Brennelemente am Kernkraftwerk Krümmel in Bezug zur neuen KTA 22.1.1 (11-2010) vom 03.06.2011
- /38/ Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung (Strahlenschutzgesetz - StrlSchG) vom 27. Juni 2017 (BGBl. I S. 1966)
- /39/ LasmAaZ, „Betonausführung“, Hinweise zur Planung und Bauausführung der massiven Bauteile und WU-Bauteile des Lagergebäudes, LAK/073/510
- /40/ DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ Ausgabe April 2010

Der Empfänger ist verpflichtet, diese Unterlage vertraulich zu behandeln. Eine Weitergabe ist nur mit Zustimmung des KKK zulässig.