	
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 1 von 36

Benennung:

**LasMA - Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle am Standort des
Kernkraftwerkes Brunsbüttel**

Bautechnischer Auslegungsbericht

LAB/070/010




Revision Name/Datum/Unterschrift	7 36		7	1			
Revision Name/Datum/Unterschrift	6 36		6	1			
Revision Name/Datum/Unterschrift	5 34		5	1			
Revision Name/Datum/Unterschrift	4 34		4	1			
Revision Name/Datum/Unterschrift	3 34		3	1			
Revision Name/Datum/Unterschrift	1 36		1	1			
	Blattzahl	Erstellt	Geprüft	Freigegeben	Rev (RIX)	Ver (ULS)	
Verfahrenstechnische Kennzeichnung			Aufstellungsort-Kennzeichnung			AG	UA
Anlage	System	Aggregat	Betriebsmittel	Anlage	Bauwerk	Raum	
=				+			P PA

UL-Ident.Nr.: [011500013544/0086/7/P]


Revisionsübersicht

Blatt	Beschreibung der Änderung	Rev / Datum
1-36	Ersterstellung	0 / 30.01.2015
1-36	Einarbeitung von Kommentaren der ARGE Stilllegung und Abbau KKB sowie Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR	1 / 15.10.2015
6,7, 12,17, 27, 28	Einarbeitung der Kommentare von VENE	2 / 13.11.2015
21	Entfall Kapitel Umsturz Windenergieanlage	3 / 12.05.2016
9	Korrektur der Standortbeschreibung (Kapitel 3.1)	3 / 12.05.2016
10	Übernahme der Formulierungen aus dem Sicherheitsbericht in Kapitel 3.2 Anlagenfunktionsbeschreibung	3 / 12.05.2016
1-36	Änderung Bodenplatte in Pfahlkopfplatte	3 / 12.05.2016
17	Änderung der Außenluftzustände Kapitel 4.3.5	3 / 12.05.2016
18	Anpassung der Kranlasten Kapitel 4.3.6	3 / 12.05.2016
24	Änderung der Überschrift Kapitel 4.4.6	4 / 30.01.2017
6	Ergänzung des Abkürzungsverzeichnisses um Erläuterung WU	4 / 30.01.2017
7	Korrektur des Quellenverzeichnisses	4 / 30.01.2017
18	Änderung der Stabilitätsklasse von S4 auf S3 (Kapitel 4.3.6)	5 / 08.02.2017
18	Änderung 100% ED auf 60% ED (Kapitel 4.3.6)	5 / 08.02.2017
7	Verweise [1], [2], [4], [5], [6], [7], [8], [12] und [13] berichtigt, ergänzt bzw. aktualisiert	6 / 16.05.2017
8	Verweise [22], [25], [26], [27], [28], [33], [34], [36], [37], [38], [39] und [40] berichtigt, ergänzt bzw. aktualisiert	6 / 16.05.2017
9	Textänderung (Kapitel 2)	6 / 16.05.2017
12	Unterlagenverweise korrigiert (Abschnitt 3.3), Räume im Lagergebäude ergänzt (Abschnitt 3.3), Oberkante Attika Treppenhaus ergänzt (Abschnitt 3.3), Bautechnische Anforderungen des Einbruchschutzes ergänzt (Abschnitt 3.3)	6 / 16.05.2017
13	Ebene +11,69 m eingefügt (Abschnitt 3.3), Bautechnische Anforderungen des Einbruchschutzes ergänzt (Abschnitt 3.3)	6 / 16.05.2017
14-36	Angabe der Normen und Richtlinien im Text entfernt; Hinweis nur auf Verweis [..]	6 / 16.05.2017
14	Textänderung (Abschnitt 4.1) und Formulierung (Abschnitt 4.2)	6 / 16.05.2017
15	Querverweis [40] eingefügt (Abschnitt 4.2), Berichtigung des Querverweises auf Unterlage [32] (Abschnitt 4.3)	6 / 16.05.2017
16	Berichtigung des Querverweises auf Unterlage [32] (Tabelle 4-2)	6 / 16.05.2017
18	Berichtigung der relativen Luftfeuchte von <50% auf <65% (Abschnitt 4.3.5.1)	6 / 16.05.2017
18	Verweis auf [35] entfernt (Abschnitt 4.3.6)	6 / 16.05.2017
19	Berichtigung Angabe der alten Stabilitätsklasse von B4 auf B3 und nicht relevante Angaben entfernt, formale Änderung (Abschnitt 4.3.6)	6 / 16.05.2017
24	Verweis auf Radlasten korrigiert (Abschnitt 4.4.6)	6 / 16.05.2017
25	Hinweis auf KOSTRA entfernt	6 / 16.05.2017

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 3 von 36

Revisionsübersicht

Blatt	Beschreibung der Änderung	Rev / Datum
27	Ergänzung „inklusive Verbindungsgang“ und Korrektur von Betondeckungen (Abschnitt 5.1.1), Beschreibung Hochwasserschutz berichtigt (Abschnitt 5.1.1), Berechnung der Mindestbetondeckung der Attika berichtigt (Abschnitt 5.1.1)	6 / 16.05.2017
28	Berichtigung der Expositionsclassen für Innenwände, Neuberechnung der Mindestbetondeckung und Änderung der Rissweite auf 0,4 mm (Abschnitt 5.1.1), Satz zu Erdungs- und Blitzschutz entfernt (Abschnitt 5.1.2), Textänderung; Ergänzung Verweis [6] (Abschnitt 5.1.3)	6 / 16.05.2017
28	Ausführung der Sichtbetonklassen nur nach DBV Merkblatt; Verweis auf [38] entfernt (Abschnitt 5.1.4)	6 / 16.05.2017
33	Text berichtigt, Satzstellung berichtigt	6 / 16.05.2017
27	Mindestbetondeckung für das Dach, Stabdurchmesser < 28 mm	6 / 16.05.2017
8	Ergänzung EltBauV Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen	7 / 01.02.2018
9	Ergänzung der Quelle [38] und [41] in Kapitel 2	7 / 08.02.2018
13	Ergänzung des Raumes Ersatzstrom/ Sicherheitsbeleuchtung	7 / 08.02.2018
13	Ergänzung der Funktionen der Räume Elektroraum 1 bis 3	7 / 08.02.2018

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasmaA	DNR 141618 - 7	Blatt 4 von 36

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	6
Abkürzungsverzeichnis	6
Quellenverzeichnis	7
1 Vorhaben	9
2 Aufgabe	9
3 Projektbeschreibung	9
3.1 Standortbeschreibung	9
3.2 Anlagenfunktionsbeschreibung	10
3.3 Bauwerksbeschreibung	12
4 Einwirkungen auf Bauwerke	14
4.1 Allgemeines	14
4.1.1 WU-Konzept	14
4.2 Ständige Einwirkungen (G)	14
4.3 Veränderliche Einwirkungen (Q)	15
4.3.1 Verkehrslasten	15
4.3.2 Windlast	16
4.3.3 Schnee	17
4.3.4 Thermische Einwirkungen	17
4.3.5 Außenluftzustände	17
4.3.6 Kranlasten	18
4.3.7 Gewichte für Kranprüfungen	20
4.3.8 Fahrzeug	20
4.4 Außergewöhnliche Einwirkungen (A)	21
4.4.1 Allgemeines	21
4.4.2 Erdbeben (BEB)	21
4.4.3 Hochwasser	22
4.4.4 Explosionsdruckwelle (EDW)	22
4.4.5 Fahrzeuganprall	24
4.4.6 Kranlasten bei Kranprüfungen	24
4.4.7 Schnee	24
4.4.8 Behälter	25

4.4.9	Starkregen, Regen, Notentwässerung	25
4.4.10	Brandwirkungen	25
5	Nachweise der Baukonstruktion	26
5.1	Allgemeines	26
5.1.1	Expositionsklassen, Betonüberdeckung und Rissweiten	26
5.1.2	Bewehrungsraster	28
5.1.3	Materialkennwerte	28
5.1.4	Sichtbetonklassen	28
5.1.5	Gründung	28
5.2	Bemessungssituation der Gründung	29
5.2.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	29
5.2.2	Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS)	29
5.2.3	Teilsicherheitsbeiwerte für die Gründung	30
5.2.4	Kombinationen und Kombinationsbeiwerte	31
5.3	Bemessungszustände der Massivbaukonstruktion	31
5.3.1	Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)	32
5.3.2	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS)	32
5.3.3	Teilsicherheitsbeiwerte	33
5.3.4	Kombinationen und Kombinationsbeiwerte	34
5.4	Brandschutz	34
5.5	Bemessung für Stahlbau	35
6	Verankerungen, Dübelplatten und Einbauteile	36

Abbildungsverzeichnis


Abbildung 4-1: Ansatz der Radabstände der Krananlage	19
Abbildung 4-2: Lastbild für Transportfahrzeuge [41]	20
Abbildung 4-3: Lastbild 71 für Schienenfahrzeuge [4]	20
Abbildung 4-4: Horizontales resultierendes Antwortspektrum (Gutachten [20])	22
Abbildung 4-5: Überdruck-Zeit-Funktion der Explosionsdruckwelle	23

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Ständige Lasten zusätzlich zum Eigengewicht der Konstruktion	15
Tabelle 4-2: Verkehrslast	16
Tabelle 4-3: Zu berücksichtigende Lasten mit angegebenen Massenanteilen	22
Tabelle 5-1: Teilsicherheitsbeiwerte γ_Q und γ_G für Einwirkungen und Beanspruchungen; γ_M 30	
Tabelle 5-2: Kombinationen für die Bemessung der Gründung	31
Tabelle 5-3: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der Gründung	31
Tabelle 5-4: Teilsicherheitsbeiwerte	33
Tabelle 5-5: Kombinationen für die Bemessung der Massivbaukonstruktion	34
Tabelle 5-6: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der aufgehenden Konstruktion	34
Tabelle 5-7: Teilsicherheitsbeiwerte γ_m für den Stahlbau [6]	35
Tabelle 5-8: Kombinationen für die Bemessung der Stahlkonstruktion	35

Abkürzungsverzeichnis


BGF	Bruttogrundfläche
DAfStb	Deutscher Ausschuss für Stahlbeton
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik
ETAG	European Technical Approval Guidelines
EDW	Explosionsdruckwelle
FFB	Fertigfußboden
FNP	Flächennutzungsplan
GZG	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
GZT	Grenzzustand der Tragfähigkeit
KKB	Kernkraftwerk Brunsbüttel
KKK	Kernkraftwerk Krümmel
LasMA	Lager für schwach- und mittelradioaktive Abfälle Brunsbüttel
NA	Nationaler Anhang
NN	Normal Null
SZB	Standort-Zwischenlager Brunsbüttel
SLS	Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (Serviceability Limit State)
TBH	Transportbereitstellungshalle
ULS	Grenzzustand der Tragfähigkeit (Ultimate Limit State)
VENE	Vattenfall Europe Nuclear Energy GmbH
VGB	Verband der Großkraftwerksbetreiber
WU	Wasserundurchlässig

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 7 von 36

Quellenverzeichnis

- [1] LAB/073/101 Neubau Lager- und Funktionsgebäude, Grundriss +2,50m
- [2] LAB/073/102 Neubau Lager- und Funktionsgebäude, Grundriss Funktionsgebäude +6,25 m
- [3] DIN EN 1990: Grundlagen der Tragwerksplanung; Fassung 2010-12
- [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; Berichtigung: 2013-08; NA Fassung 2015-09
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Fassung 2010-12; A1: Fassung 2015-12
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten; Fassung 2010-12
Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen, Temperatureinwirkungen; Fassung 2010-12
Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen, Einwirkungen während der Bauphase; Fassung 2010-12; Berichtigung: Fassung 2013-08
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, Außergewöhnliche Einwirkungen; Fassung 2010-12; A1: Fassung 2014-08
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken; Fassung 2010-12; NA: 2012-08
Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen; Fassung 2010-12; NA: 2010-12; Berichtigung 2013-08
- [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
- [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 SPEC 18140:2012-02 Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 1536:2010-12, Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle
- [10] DIN 4149: Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten; Fassung 2005-04
- [11] DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ und DAfStb-Heft 555: Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton", 2006
- [12] Erlass des Ministeriums für Inneres und Bundesangelegenheiten vom 17. Juli 2015 - IV 271 - 516.50 - Liste der Technischen Baubestimmungen
- [13] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) vom 20. Juli 2001 (BGB1. I S. 1714; 2002 I S. 1459), Zuletzt geändert nach Maßgabe des Art. 10 durch Art. 6 G v. 27.1.2017 I 114
- [14] VGB-Richtlinie "Angabe und Verarbeitung von Einwirkungen auf Bauwerke in Kraftwerksanlagen", R 602
- [15] VGB-Standard "Bautechnik bei Kernkraftwerken", VGB-S-026-00-2012-08-DE
- [16] DIN 25422: Aufbewahrung und Lagerung radioaktiver Stoffe; Fassung 2013-06
- [17] Empfehlung der Entsorgungskommission ESK-Leitlinien für die Zwischenlagerung von radioaktiven Abfällen mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung, RSK/ESK, revidierte Fassung vom 10.06.2013;
Stellungnahme zur Umsetzung, 07.05.2015;
Fragenkatalog zur Nachverfolgung, 16.03.2017

- [18] Ereignisbetrachtung LAB/010/041
- [19] Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung, Kernkraftwerk Brunsbüttel Neubau Lagergebäude LasMA ZP 30; 1. Bericht von Grundbauingenieure Steinfeld und Partner GbR, LAB/071/001; 2. Bericht LAB/071/002
- [20] SEISMOTEC Beratende Ingenieure GmbH; Seismische Lastannahmen für das Zwischenlager Brunsbüttel; Gutachterliche Stellungnahme im Auftrag der KKW Brunsbüttel GmbH, 01.2001
- [21] Kernkraftwerk Brunsbüttel KKB Standortzwischenlager Brunsbüttel (SZB): Aufgaben und Beanspruchungen der Gebäude Technischer Bericht Nr. 39/00
- [22] DIN 1986-100: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056; Fassung 2016-02
- [23] DIN EN 12056-3: Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden- Teil 3: Dachentwässerung, Planung und Bemessung; Fassung 2001-01
- [24] Studie Regenentwässerung Standort-Zwischenlager Brunsbüttel SZB; VENE; KKB 1202; LAB/070/090
- [25] DGUV Grundsatz 309-001 Prüfung von Kranen; Fassung 2012-08
- [26] DIN EN 1998-1: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben; Fassung 2010-12; A1: 2013-05
- [27] DIN 25449: Bauteile aus Stahl- und Spannbeton in kerntechnischen Anlagen Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung, Konstruktion; Fassung 2016-04
- [28] DIN 4102: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen; Fassung 1998-05 Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Fassung 2016-05
- [29] DIN 488-1:2009-08, Betonstahl; Sorten, Eigenschaften, Kennzeichnung
- [30] ETAG 001-C; Metalle Dübel zur Verankerung im Beton; Fassung 1997-06; 1. Änderung von 2001-10; 2. Änderung von 2006-11 und 3. Änderung von 2010-08
- [31] Brandschutzkonzept, LAB/100/001
- [32] Konzept zur Belegung des LasMA, LAB/010/300
- [33] Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) AtG, "Atomgesetz vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565), zuletzt geändert nach Maßgabe des Artikel 10 durch Artikel 3 des Gesetzes vom 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 114)"
- [34] Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2006 über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
- [35] DIN EN 15011 Krane - Brücken- und Portalkrane; Fassung 2014-09
- [36] DIN EN 1536 Ausführung von Arbeiten im Spezialtiefbau - Bohrpfähle; Fassung 2015-10
- [37] DBV/BDZ-Merkblatt Sichtbeton; Ausgabe 2015-06
- [38] EltBauV; Landesverordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen; vom 23. November 2009
- [39] DIN EN 13001 Krane - Konstruktion allgemein; Teil 3-1: Grenzzustände und Sicherheitsnachweis von Strahltragwerken; Fassung 2013-12
- [40] Belastungspläne
 LAB/073/020 Lagergebäude, Grundriss +2,50 m
 LAB/073/021 Lagergebäude, Ergänzung zu Ebene +2,50 m
 LAB/073/022 Lagergebäude, Grundriss Dach
 LAB/073/023 Funktionsgebäude, Grundriss +2,50 m
 LAB/073/024 Funktionsgebäude, Grundriss +6,25 m
 LAB/073/025 Funktionsgebäude, Grundriss +11.69 m und Dach
- [41] DIN 1072 Lastannahmen für Straßen- und Wegbrücken; Fassung 1985-12

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 9 von 36

1 Vorhaben

Die Kernkraftwerk Brunsbüttel GmbH & Co. oHG beantragt die Erteilung einer Genehmigung nach § 7 Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) [13] zum Umgang mit sonstigen radioaktiven Stoffen im Sinne des § 2 Abs. 3 Atomgesetz (AtG) [33]. Bei den sonstigen radioaktiven Stoffen handelt es sich um

- Abfälle und Reststoffe aus dem Betrieb und dem Abbau am Standort Brunsbüttel, einschließlich der in den Stauräumen, wie beispielsweise den Kavernen des KKB gelagerten Reststoffe und Abfälle,
- Abfälle und Reststoffe, die derzeit in den Transportbereitstellungshallen (TBH) I und II aufbewahrt sind oder um Stoffe, die im Rahmen der bestehenden Genehmigungen der TBH I und II dort aufbewahrt werden dürfen; hierbei eingeschlossen sind die für die Betriebsabfälle des Kernkraftwerks Krümmel bereits genehmigten Kapazitäten,
- bereits am Standort aufbewahrte Abfälle und Reststoffe aus der Anlage Mol (Belgien),
- Großkomponenten, z. B. Teile der Turbinenanlage, Vorwärmer, TH-Pumpen, Abschirmriegel,
- sonstige radioaktive Stoffe, die als Abfälle beim Betrieb des LasMA, der Transportbereitstellungshallen und des Standortzwischenlagers anfallen,
- weitere Abfälle des Standortes Brunsbüttel, die aus dem Betrieb und dem Abbau der dort vorhandenen Einrichtungen herrühren sowie um
- Prüfstrahler,

die in einem neu zu errichtenden Lager für radioaktive Abfälle und Reststoffe (LasMA) auf dem Anlagengelände des Standortes Brunsbüttel gelagert werden sollen. Die Gesamtaktivität beträgt maximal $5E+17$ Becquerel (Bq).

2 Aufgabe

Im vorliegenden Bericht werden aus dieser Nutzung die Anforderungen an die Auslegung der baulichen Anlagen auf der Grundlage der Ereignisbetrachtung [18] und der einschlägigen Gesetze, Verordnungen, Vorschriften und Regelwerke [3-17], [22], [23], [25-28], [34-35], [38] und [41] in prüfbarer Form hergeleitet. Dieser Bericht ist Grundlage der Tragwerksplanung und der Bautechnischen Prüfung.


3 Projektbeschreibung

3.1 Standortbeschreibung

Der Standort des KKB liegt verkehrsgünstig nahe der Bundesstraße 5 an der Kreisstraße K75 (St. Margarethen - Büttel - Brunsbüttel), sowie der Bundeswasserstraße Elbe und ist über ein Nebengleis mit dem Netz der Deutschen Bahn verbunden.

Das Gelände des KKB liegt in einem großflächig als Industriegebiet genutzten Bereich im Osten der Stadt Brunsbüttel, das laut Flächennutzungsplan (FNP) als Sondergebiet Kernkraftwerk ausgewiesen ist. Die Oberfläche des Geländes befindet sich auf ca. +2,50 m NN. Der tragfähige Baugrund liegt auf ca. -16,00 m NN.

Die verkehrstechnische Erschließung des Standorts liegt vor. Die Anbindung an das überregionale Straßennetz (B5) kann über die Kreisstraße K75 durch das Industriegebiet Süd (K72, K74 und K69) bzw. Gemeindestraßen erreicht werden. Eine Schienenanbindung für den Güterverkehr vom Industriegebiet Brunsbüttel nach St. Michaelisdonn und nach Wilster endet auf dem Grundstück des Kernkraftwerks Brunsbüttel.

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 10 von 36

3.2 Anlagenfunktionsbeschreibung

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

Hierzu zählen insbesondere folgende Funktionen:

- Aufnahme, Vorbereitung zur Einlagerung und Einlagerung von schwach- und mittelradioaktiven Abfällen,
- Auslagerung, Vorbereitung zum Abtransport,
- Archivierung der Dokumentation der eingelagerten Abfallgebinde, -behälter und des LasMA.

Das Lager besteht aus fünf Bereichen:

- Funktionsbereich,
- südlicher Handhabungsbereich,
- Lagerbereich,
- nördlicher Handhabungsbereich,
- Verbindungsgang.

Funktionsbereich

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

- Zugang zu den Handhabungsbereichen,
- Registrierung der ankommenden und einzulagernden Abfallgebinde, -behälter,
- Bedienung des Krans,
- messtechnische Auswertungen,
- Archivierung der Dokumentation der Abfallgebinde, -behälter,
- sicherungs- und strahlenschutztechnische Erfassung des Personals (Kontrollbereichszugang),
- Dosimetrie.


Südlicher Handhabungsbereich

Der südliche Handhabungsbereich grenzt an den Lagerbereich an. Hier werden im Wesentlichen folgende Funktionen realisiert:

- Anlieferung und Annahme der Abfallgebinde und 20'-Container mit dem Transportfahrzeug,
- Auslagerung und Abtransport der Abfallgebinde und 20'-Container mit dem Transportfahrzeug,
- Wartungszugang zu den Krananlagen.

Der Handhabungsbereich wird am südlichen Kopfende der Lagerhalle angeordnet und hat zur einfacheren Logistik des Transportfahrzeuges ein Einfahrts- und ein Ausfahrtstor.

Der südliche Handhabungsbereich ist vom Lagerbereich durch eine halbhohe Strahlenschutzwand aus Beton abgetrennt. Die Strahlenschutzwand weist zwei Aussparungen auf, durch die die Abfallbehälter bzw. Abfallgebinde nach dem Abheben vom Transportfahrzeug zu ihrem vorgesehenen Lagerplatz gebracht werden. Die Größe der Aussparung wird entsprechend der größten Breite der einzubringenden Abfallbehälter bzw. Abfallgebinde angepasst. Die einzulagernden Abfallbehälter bzw. Abfallgebinde werden

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasmA	DNR 141618 - 7	Blatt 11 von 36

mittels geeigneten Lastaufnahmemitteln im südlichen Handhabungsbereich an den Kran angeschlagen, angehoben, in den Lagerbereich transportiert, dort in der vorgesehenen Position abgestellt und abgeschlagen.

Lagerbereich

Der gesamte Lagerbereich umfasst den Lagerbereich 1 und den Lagerbereich 2. Diese sind während des Normalbetriebes nicht zugänglich. Die Behälterabfertigung erfolgt fernhantiert über zwei Krananlagen.

Im Lagerbereich werden folgende Funktionen realisiert:

- Lagerung der Abfallgebinde und 20'-Container,
- Umlagerung der Abfallgebinde und 20'-Container.

Nördlicher Handhabungsbereich

Am nördlichen Kopfe des Lagerbereichs ist die Anordnung eines weiteren Handhabungsbereiches vorgesehen.


Der nördliche Handhabungsbereich grenzt an den Lagerbereich an. Hier werden im Wesentlichen folgende Funktionen realisiert:

- Anlieferung und Annahme der Abfallgebinde mit dem Transportfahrzeug,
- Anlieferung und Annahme der Großkomponenten mit dem Transportfahrzeug,
- Lagerung der Großkomponenten,
- Auslagerung und Abtransport der Abfallgebinde mit dem Transportfahrzeug,
- Auslagerung und Abtransport der Großkomponenten mit dem Transportfahrzeug.

Der nördliche Handhabungsbereich ist, wie der südliche Handhabungsbereich, vom Lagerbereich durch eine halbhohe Strahlenschutzwand aus Beton abgetrennt. Der nördliche Handhabungsbereich kann, wie der südliche Handhabungsbereich, mit Transportfahrzeugen über ein westliches Ein- und Ausfahrtstor befahren werden. Zusätzlich erhält er eine Anbindung an das bestehende Schienennetz.

Verbindungsgang

Der Verbindungsgang ist räumlicher Bestandteil des Funktionsgebäudes. Dieser dient dem Zugang vom Funktionsbereich zum nördlichen Handhabungsbereich.

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 12 von 36

3.3 Bauwerksbeschreibung

Das Lagergebäude wird als zweischiffige Halle ausgeführt. Die Aufteilung erfolgt in einen zweigeteilten Lagerbereich, einen Handhabungsbereich am südlichen Kopfende und einen Handhabungsbereich am nördlichen Kopfende des Lagerbereichs. An das Lagergebäude angrenzend wird in westlicher Richtung ein zweigeschossiges Funktionsgebäude als Büro-/ Sozial- und Infrastruktureinrichtung angeordnet.

Die Regenentwässerung erfolgt über außenliegende Fallrohre in eine neue Regenwasserleitung, die an die vorhandene Entwässerung des SZB angebunden wird.

Alle Bereiche im Lagergebäude und im Funktionsgebäude sind als "trockene Innenräume" anzusehen.

Lagergebäude:

(FFB ca. +2,50 m NN), siehe LAB/073/101 [1]

Grundrissabmessungen: Länge ca. 116,5 m in Nord-Süd-Ausrichtung und Breite ca. 48,60 m in Ost-West-Ausrichtung,
Höhe: Oberkante Attika ca. +19,00 m NN.

Das Lagergebäude mit der Gesamtfläche von ca. 5658 m² (BGF) wird als Stahlbetonkonstruktion ausgeführt. Die Bauteildicke von mindestens 85 cm für die Außenwände und die Dachdecke wird dabei maßgeblich durch die erforderliche Abschirmung bestimmt. Das Lagergebäude wird von einer Stahlbetondachdecke überspannt. Die Gründung erfolgt über eine lastverteilende Pfahlkopfplatte in eine Pfahlgründung. Im Lagerbereich, den Handhabungsbereichen und im Verbindungsgang, kommt ein mineralischer Hartstoff-Verbundestrich zur Ausführung. Die Böden der Handhabungsbereiche, sowie der Kontrollbereiche im Funktionsgebäude, werden mit einer Beschichtung versehen.

Folgende Räume sind im Lagergebäude untergebracht:

- Südlicher Handhabungsbereich mit
 - Magazinraum 1
 - Magazinraum 2
 - Treppenaufgang Kranbedienbühne
- Lagerbereich 1
- Lagerbereich 2
- Nördlicher Handhabungsbereich


Besondere Anforderungen bestehen an die Wände der Magazinräume 1 und 2 sowie an den Treppenaufgang Kranbedienbühne mit mindestens 15 cm Stahlbeton.

Funktionsgebäude:

(FFB ca. +2,50 m NN), siehe LAB /073/101 [1] und LAB/073/102 [2]

Grundrissabmessungen: Länge ca. 36,40 m in Nord-Süd-Ausrichtung und Breite ca. 13,80 m in Ost-West-Ausrichtung,
Höhe: Oberkante Attika ca. +13,00 m NN
Oberkante Attika Treppenhaus ca. +15,90 m

Das Funktionsgebäude weist eine Gesamtfläche von ca. 1128 m² (BGF) auf. Folgende Räume werden im Funktionsgebäude untergebracht:

			
Projektnummer / Projektbezeichnung 0253032_LasmaA		DNR 141618 - 7	Blatt 13 von 36

Erdgeschoss:

- Treppenhaus
- Windfang
- Kopierraum
- Hausanschluss
- WC Damen
- Wasch- und Umkleidekabine Damen
- Büro 1
- Büro 2
- Aufenthaltsraum / Besprechungsraum
- Lüftung Funktionsgebäude
- Wasch- und Umkleidekabine Herren
- WC Herren
- Empfang / Dosimetrie
- Flur
- Lager / Putzmittelraum
- Flur Übergangsbereich
- Strahlenschutzraum
- Anschluss E-Technik
- Lager Strahlenschutz
- Verbindungsgang
- Heizungsraum


1. Obergeschoss:

- Treppenraum
- Archiv
- Lüftung / Lagergebäude
- Lüftungskammer
- Technikraum
- Elektroraum 1 (Kranteknik)
- Kranbedienraum
- Flur
- Trafo
- Elektroraum 2 (Mittelspannungsschaltanlage)
- Elektroraum 3 (Niederspannungsschaltanlage)
- Ersatzstrom/ Sicherheitsbeleuchtung.

Ebene +11,69 m:

- Treppenhaus

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

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 14 von 36

4 Einwirkungen auf Bauwerke

4.1 Allgemeines

Die Einwirkungen werden gemäß Norm [4] ermittelt und entsprechend Richtlinie [14] dokumentiert. Darüber hinaus wurden für die Auslegung folgende Normen und Richtlinien beachtet: [3], [5], [6], [7], [13], [15], [17], [27].

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

4.1.1 WU-Konzept

Die Pfahlkopfplatte von Lager- und Funktionsgebäude und die Wände des Lagergebäudes von Achse 3 bis Achse 20.1 werden gegen drückendes Wasser und für den Sonderlastfall Hochwasser ausgelegt. Die Auslegung erfolgt nach Richtlinie [11].

Für die Bauteile wird die Nutzungsklasse A (keine Feuchtstellen durch Wasserdurchtritt und keine – auch nicht temporäre – wasserführenden Rissen und Fugen) entsprechend Richtlinie [11] gefordert.

Die Pfahlkopfplatte und die Wände sind für die Beanspruchungsklasse 1 (drückendes und nichtdrückendes Wasser und zeitweise aufstauendes Sickerwasser) auszulegen.

Die Anforderungen der Nutzungsklasse A für die Beanspruchungsklasse 1 werden mit Entwurfsgrundsatz c erfüllt. Zusätzlich werden konstruktive, betontechnologische und ausführungstechnische Maßnahmen zur Vermeidung von Trennrissen gemäß Entwurfsgrundsatz a ergriffen. Entwurfsgrundsatz c bedeutet: Festlegung von Trennrissbreiten, die in Kombination mit den vorgesehenen Dichtmaßnahmen – Dichten von Rissen und Instandsetzung von Fehlstellen – die Anforderungen erfüllen.

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

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.

Soweit nicht anders festgelegt oder berechnet, sind die folgenden gleichmäßig verteilten Lasten aus Tabelle 4-1 zusätzlich zum Eigengewicht gemäß Norm [4] der Konstruktion anzunehmen:


		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 15 von 36

Tabelle 4-1: Ständige Lasten zusätzlich zum Eigengewicht der Konstruktion

Bauteil	Last [kN/m ²]
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 Kabelpritschen, Eigengewichte der Kabel etc.	1.0
Lastreserve für den optionalen Einbau einer Kiesschüttung auf den Dachflächen 5 cm	1.0

Quasi-ständige Einwirkungen der Anlagentechnik werden als veränderliche Einwirkungen (Q) erfasst.

Für die Verankerung der Ein- und Ausfahrtstore ist eine beidseitige vertikale Streckenlast von 15 kN/m zu berücksichtigen, siehe Belastungspläne [40].

4.3 Veränderliche Einwirkungen (Q)

Veränderliche Einwirkungen setzen sich aus den folgenden beweglichen Lasten zusammen:

- 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,
- vorbeifahrende und / oder abgestellte Fahrzeuge und Arbeitsmaschinen,
- Kranlasten nach Norm [4].

Veränderliche Einwirkungen werden so angeordnet bzw. kombiniert, dass die maximale Beanspruchung im Bauteil erzeugt wird. Die Anordnung der Abfallgebäude und 20'-Container ist im Konzept zur Belegung des LasMA [32] dargestellt. Für die Auslegung der Pfahlkopfplatte des Lagers sind gemäß ESK Leitlinie [17] auch Teilbelegungszustände zu berücksichtigen. Auf Grundlage dieses Berichtes sind die Lasten in den Belastungsplänen LAB/073/020 bis LAB/073/025 detailliert dargestellt [40].

4.3.1 Verkehrslasten

Soweit nichts anderes festgelegt und berechnet wurde, sind für Verkehrslasten auf den Böden die Lasten nach Tabelle 4-2 gemäß Norm [4] anzusetzen:


		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasmA	DNR 141618 - 7 Blatt 16 von 36

Tabelle 4-2: Verkehrslast

Bauteil	Last [kN/m²]
Büros, Aufenthaltsraum, Kranbedienraum, Sonstige Flächen	2.5
Windfang, Empfang / Dosimetrie, Flur Überwachungsbereich, Flur, Strahlenschutzraum, Hausanschluss, Umkleieräume	5.0
Steuerungs- und Schaltanlagen, Technikraum, Elektroräume, Trafos, Lüftung Funktionsgebäude, Lüftung Lagergebäude	10.0
Funktionsgebäude: Lagerräume	6.0
Archiv	10.0
Bedienungsbühnen im Lagergebäude	5.0
Treppen	5.0
Riffelbleche bzw. Gitterroste (alle Konstruktionen)	5.0
Laufstege, Plattformen (bis zu 1200 mm breit)	2.0
Lagerbereich 2 und nördlicher Handhabungsbereich: Aufstellfläche Container (siehe auch Konzept zur Belegung des LasmA [32])	300.0
Lagerbereich 1 (siehe auch Konzept zur Belegung des LasmA [32])	250.0
Lagerbereich 1 und 2, jeweils ein 1 m breiter Streifen entlang der Außenwand und ein 2 m breiter Streifen an Achse E	30.0
Südlicher Handhabungsbereich	100
Dachlasten (Alternativ zu Schneelast)	2.5

4.3.2 Windlast

Die Windlasten werden nach Norm [4], Teil 1-4 angesetzt.


Die Gebäude befinden sich in Windzone 4 und Geländekategorie II. Sie sind nicht schwingungsanfällig.

Ein Einfluss durch höhere Nachbargebäude nach Norm [4], Teil 1-4, Anhang A.4 ist nicht zu berücksichtigen.

Der Böengeschwindigkeitsdruck q_p beträgt nach Norm [4], Teil 1-4, NA.B.3.2 für Gebäude mit $10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m}$, Windzone 4, Küste der Nordsee, $1,4 \text{ kN/m}^2$. 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 5 %. Sie gelten nach Norm [4], Teil 1-4, Abschnitt 7.2.3 als Flachdächer.

Der Innendruck infolge Windbeanspruchung ist nicht zu berücksichtigen.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 17 von 36

Es werden die Anströmungen in Hallenquer- und in Hallenlängsrichtung untersucht. Die Druckbeiwerte werden für Flächen von 1 m² und 10 m² angegeben. Zwischenwerte können interpoliert werden. Der Druck auf eine Außenwand oder ein Dach ergibt sich aus

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe}$$

mit c_{pe} positiv bei Druck von außen und negativ bei Sog nach außen.

4.3.3 Schnee

Die Schneelasten werden nach Norm [4], Teil 1-3 angesetzt:

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

Der Standort Brunsbüttel gehört zur Schneelastzone 2 und liegt weniger als 285 m ü. NN. 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 $C_e = 0,8$
- 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:

$$s = 0,8 \times 0,8 \times 1,0 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 = 0,54 \text{ kN/m}^2$$

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

$$F_s = s \times b \times \sin \alpha = 0,54 \text{ kN/m}^2 \times 23,5 \text{ m} \times 5\% = 0,63 \text{ kN/m}$$

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 0,54 kN/m² bis

$$s = \mu_2 \times C_e \times C_t \times s_k = 2,0 \times 0,8 \times 1,0 \times 0,85 \text{ kN/m}^2 = 1,36 \text{ kN/m}^2$$

linear ansteigende Last.


4.3.4 Thermische Einwirkungen

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.

4.3.5 Außenluftzustände

Folgende meteorologische Daten werden zugrunde gelegt:

- Sommer: +35 °C
- Winter: -12 °C.

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 18 von 36

4.3.5.1 Raumlufzustände

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

Bautechnische Beanspruchungen

Temperaturdifferenzen entstehen aus klimatischen und betriebsbedingten Beanspruchungen. Sie führen zu Zwangsschnittgrößen in den einzelnen Bauteilen. Diese Beanspruchungen werden nach Norm [4], Teil 1-5 berücksichtigt. Zur Reduzierung der Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenseite der tragenden Strukturen sind die Wände und Dächer gedämmt.

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

- im Sommer: $T_{in} = +20^{\circ}\text{C}$
- im Winter: $T_{in} = +10^{\circ}\text{C}$ (abweichend von $+25^{\circ}\text{C}$ nach Tab. 5.1 der Norm [4], Teil 1-5 aufgrund raumluftechnischer Auslegung)

Für die Ermittlung der Beanspruchungen aus Temperaturdifferenzen wird konservativ, abweichend von den vorstehenden Angaben, eine Mindestinnentemperatur im Winter von $+10^{\circ}\text{C}$ gewählt.

Innenraumtemperatur Funktionsgebäude

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

Außentemperatur

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

Die Längenänderungen aus Temperaturunterschieden betragen weniger als 1 %. Diese sind für die Bemessung, ebenso wie Temperaturunterschiede zwischen Bauteilaußen- und Bauteilinnenseite, nicht maßgebend und werden deshalb nicht weiter betrachtet.


4.3.6 Kranlasten

Die Kranlasten wurden nach Norm [4], Teil 3 ermittelt.

Die vorläufige Einstufung der Hubklassen und S-Klassen für Normkollektive und Spannungsspielbereiche wird nach Norm [39] vorgenommen.

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

- (Stabilitätsklasse) Spannungsspielbereich N1 200.000, Normkollektiv S3

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasmA	DNR 141618 - 7	Blatt 19 von 36

Vorläufige Festlegung der Hubklassen „HC“ nach Norm [39]

- Lagerkrane mit unterbrochenem Betrieb:
 - Hubklasse „HC2“ (Alte Einteilung = H2)
 - Stabilitätsklasse „S3“ (Alte Einteilung = B3)
- Eigengewicht der neuen Krananlage mit 21,4 m Spannweite, Fahrbahnlänge ca. 114 m und einer Traglast von 40 t 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

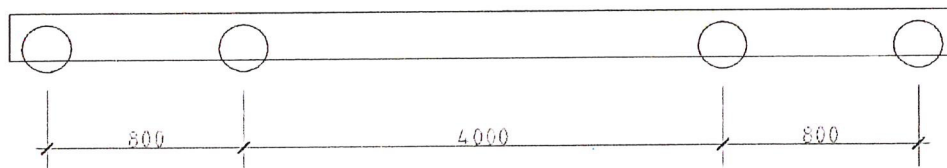


Abbildung 4-1: Ansatz der Radabstände der Krananlage

Die geplanten Verfahrensgeschwindigkeiten 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. 114 m. Die Kranbrücke benötigt eine Laufzeit von ca. 2,5 min.

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

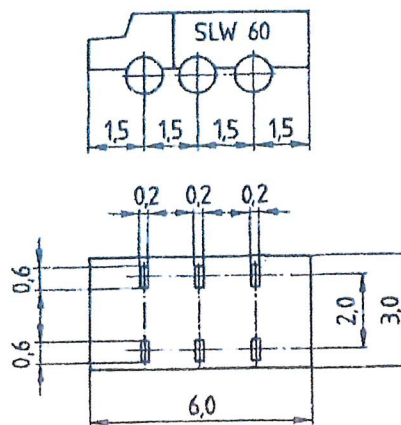
4.3.7 Gewichte für Kranprüfungen

Im südlichen Handhabungsbereich werden übliche Gewichte für die 40 t - Kranprüfungen abgelegt. Diese Lasten werden von der Verkehrslast von 100 kN / m² abgedeckt.

4.3.8 Fahrzeug

Im südlichen und nördlichen Handhabungsbereich ist jeweils eine Fahrspur für Transportfahrzeuge mit einem Gesamtgewicht von 600 kN vorgesehen.

Im nördlichen Handhabungsbereich ist außerdem ein Gleis für Schienenfahrzeuge zu berücksichtigen. Der Lastansatz erfolgt gemäß nachfolgenden Lastbildern Abbildung 4-2 und 4-3. Der konservative Lastansatz in Abbildung 4-2 aus Norm [41] deckt alle zu erwartenden Fahrzeuglasten ab. Er wird verwendet um im Vergleich zur Norm [4] eine zusätzliche Lastreserve zu erhalten. Das Lastbild 71 für Schienenfahrzeuge in Abbildung 4-3 ist aus Norm [4], Teil 2 entnommen. Die Anpralllast ist in Abschnitt 4.4.5 beschrieben.



Gesamtlast: 600 kN
 Radlast: 100 kN
 Aufstandsfläche: 0,20 × 0,60 (m²)
 Ersatzflächenlast: $p' = 33,3 \text{ kN/m}^2$

Abbildung 4-2: Lastbild für Transportfahrzeuge [41]

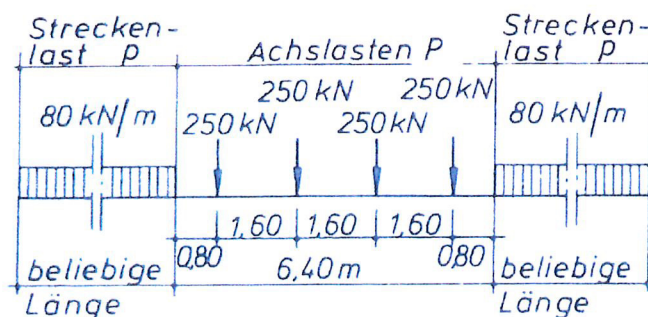



Abbildung 4-3: Lastbild 71 für Schienenfahrzeuge [4]

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasmA	DNR 141618 - 7	Blatt 21 von 36

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 oder von Anforderungen der eingeführten technischen Baubestimmungen notwendig.

Zu beachten sind:

- Erdbeben (BEB),
- Hochwasser,
- Fahrzeuganprall,
- Prüf- und Anpralllasten des Krans,
- Schnee,
- Behälterabsturz,
- Starkregen,
- Explosionsdruckwelle (EDW).

4.4.2 Erdbeben (BEB)

Nach Norm [26] und Norm [10] ist eine Auslegung gegen Erdbeben nicht erforderlich. Bei der Auslegung des Lagergebäudes wird dennoch das Bemessungsspektrum berücksichtigt.

Die Behandlung der Einwirkung Erdbeben erfolgt als „außergewöhnliche Einwirkung“ A_d.

Das horizontale resultierende Antwortspektrum wird den Gutachten [20] und [21] entnommen. Die maximale horizontale Bodenbeschleunigung als Resultierende in der horizontalen Ebene beträgt 0,5 m/s², die maximale vertikale Bodenbeschleunigung 0,25 m/s². Dieses Spektrum (siehe Abbildung 4-4) repräsentiert die Beschleunigungen an der Geländeoberkante, kann aber auch abdeckend an der Oberkante des tragfähigen Baugrundes angenommen werden.

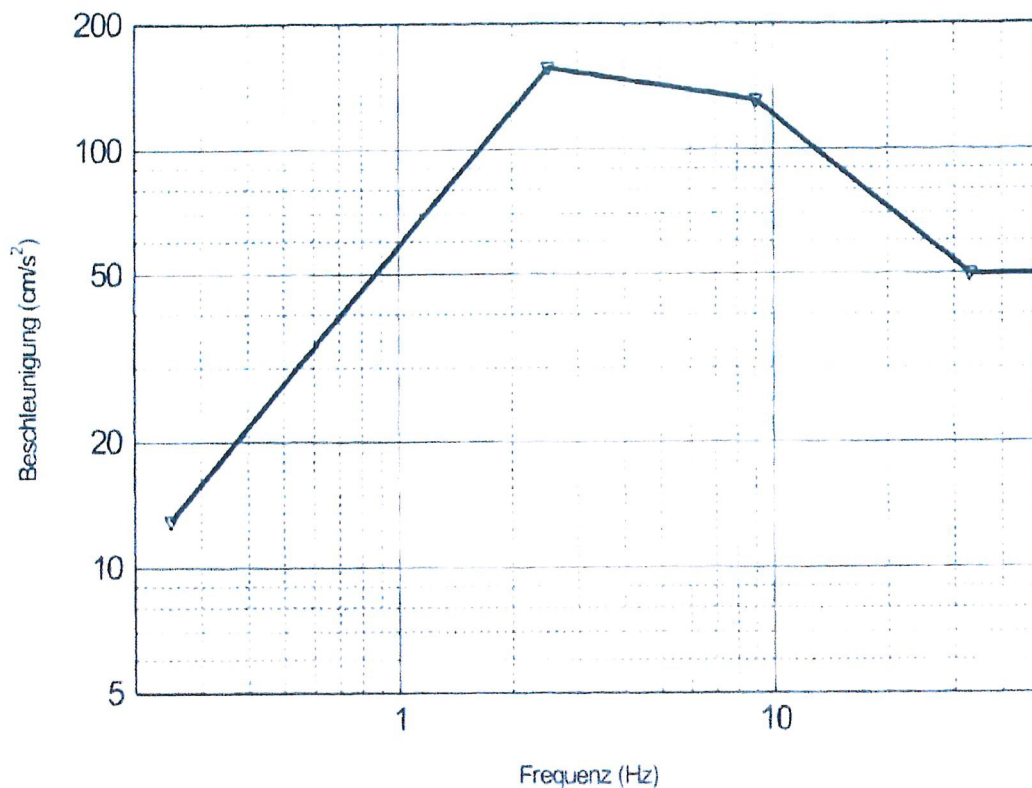


Abbildung 4-4: Horizontales resultierendes Antwortspektrum (Gutachten [20])

Das dynamische Bauwerksmodell berücksichtigt die in Tabelle 4-3 angegebenen Lasten mit den angegebenen Massenanteilen [20]. Sonstige Lasten wie Schnee, Kranlasten oder Bühnenlasten, etc. werden nicht berücksichtigt.

Tabelle 4-3: Zu berücksichtigende Lasten mit angegebenen Massenanteilen


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

4.4.3 Hochwasser

Der gesamte Lagerbereich ist durch ununterbrochene Wände permanent vor einem Hochwasser bis zu +6,0 m NN geschützt. Für den nördlichen Handhabungsbereich ist ein temporärer Hochwasserschutz bis zu +6,0 m NN vorgesehen. Der Wasserdruck wird bei der Auslegung von Pfahlkopfplatte und Wänden berücksichtigt.

4.4.4 Explosionsdruckwelle (EDW)

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 4-5 dargestellt, von einer Überdruck-Zeit-Funktion mit den Eckwerten

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 23 von 36

$P_0 (t = 0 \text{ s}) =$	0 bar	= 0 kN/m ²
$P_1 (t = 0,1 \text{ s}) =$	0,15 bar	= 45 kN/m ²
$P_2 (t = 0,2 \text{ s bis } t = 1 \text{ s}) =$	0,10 bar	= 30 kN/m ²

ausgegangen (durchgezogene Linie). Der gestrichelte Zeitverlauf mit einem Maximalwert von 30 kN/m² beschreibt den zeitlich verzögerten Druckaufbau auf parallel zur Ausbreitungsrichtung 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).

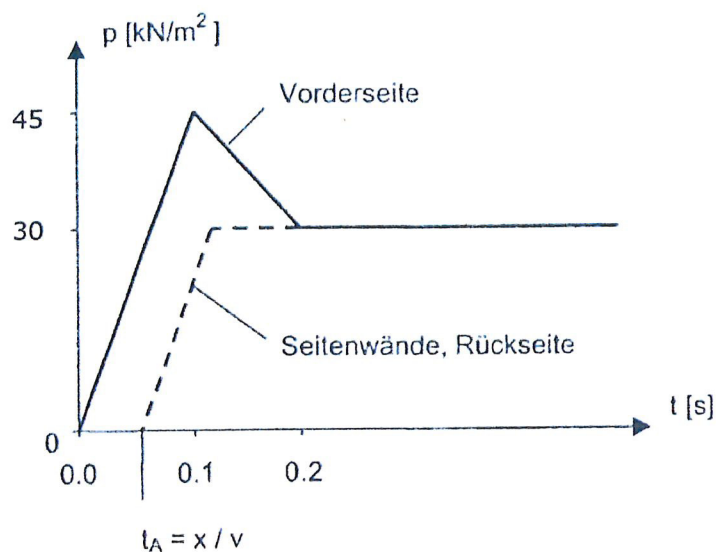



Abbildung 4-5: Überdruck-Zeit-Funktion der Explosionsdruckwelle für unmittelbar getroffene Einzelbauteile

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/m² gegeben. Zusätzlich werden die Außenwände des Gebäudes durch den allseitigen Druckaufbau mit einem Maximalwert von 30 kN/m² (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 und der Behälterstapel 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.

			
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 24 von 36

4.4.5 Fahrzeuganprall

Fahrzeuganprall von außen ist nicht zu berücksichtigen (NCI zu 4.3.1(1) in Norm [4], Teil 1-7.

In den Handhabungsbereichen ist der Anprall eines Transportfahrzeuges auf stützende Unterbauten (Wände und Stützen) zu betrachten.

Entsprechend Norm [4], Teil 1-7 ist für von LKWs 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 Norm [4], Teil 1-7 eine statisch äquivalente Anprallkraft von 175 kN in einer Höhe von 0,75 m anzusetzen. Dies entspricht Staplerklasse FL1 aus Tabelle 6.5 der Norm [4], Teil 1-1.

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

Der Anprall eines Schienenfahrzeuges auf die Baustrukturen des LasMA ist durch geeignete bauliche Maßnahmen im Schienenendbereich zu verhindern. Eine Auslegung des Gebäudes gegen diese Einwirkung erfolgt nicht.

4.4.6 Kranlasten bei Kranprüfungen

Die Prüfungen vor der ersten Inbetriebnahme werden gemäß [25] mit Verweis auf die EG-Maschinenrichtlinie [34] ausgeführt. Die auf der EG-Maschinenrichtlinie basierende Norm [35] 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. 260 kN pro Rad,
- Eigengewicht = ca. 110 kN pro Rad,
- Nutzlast = ca. 150 kN pro Rad.

Der Ansatz der Radlasten erfolgt gemäß Abbildung 4-1, Abschnitt 4.3.6.

Wiederkehrende Prüfungen:


Für wiederkehrende Prüfungen sind Prüflasten vorgeschrieben [25]. 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

Der Bemessungswert der Schneelast wird wie folgt festgelegt:

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

Schneeverwehungen sind zusätzlich zu berücksichtigen.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7
		Blatt 25 von 36

Die Einwirkung Schnee ist nicht nur in den ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen, sondern auch in den außergewöhnlichen Bemessungssituationen zu berücksichtigen. Die Lastermittlung erfolgt gemäß Abschnitt 3.3 der Norm [4], Teil 1-3.

4.4.8 Behälter

4.4.8.1 Behälterabsturz

Mögliche Auswirkungen auf Behälter beim Behälterabsturz werden in der Ereignisbetrachtung [18] untersucht. Die Hubhöhe der Krane wird so begrenzt, dass die Behälter maximal 5 m angehoben werden können. Ein Gesamteinsturz des Gebäudes durch diese Einwirkung ist ausgeschlossen. Dennoch wird dieser Lastfall gemäß ESK Leitlinie [17] 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 [18] nicht erforderlich. Aufgrund der geringen Krangeschwindigkeiten und 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 Brunsbüttel gemäß Norm [22] unter Berücksichtigung der Studie: „Regenentwässerung des Standort-Zwischenlagers Brunsbüttel (SZB)“ [24].

Das LasMA 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.

4.4.10 Brandeinwirkungen

Die Brandeinwirkungen auf die Bauwerke werden im Brandschutzkonzept [31] ausgeführt. Das Gefährdungsrisiko für das Gebäude ist aufgrund baulicher und technischer Brandschutzmaßnahmen als normal einzustufen. Es gehen vom Gebäude keine außergewöhnlichen Brandrisiken aus.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 26 von 36

5 Nachweise 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

Bei der Auslegung der Stahlbetonbauteile sind die Betondeckungen so zu wählen, dass die Dauerhaftigkeit der Bauteile für mindestens 50 Jahre gewährleistet wird.

In den Gebäuden kann die Expositionsklasse XC1 für Innenräume angesetzt werden. Eine Verschleißbeanspruchung des Bodens in den Handhabungsbereichen 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 nördlichen Handhabungsbereiches und Lagerbereiches sowie die Strahlenschutzwände sind bis 6,0 m NN mit Beton C30/37-WU auszuführen.

Funktionsgebäude und Lagerhalle

Pfahlkopfplatte


Expositionsklasse	XC2, WF, XF1
Mindestbetonfestigkeit	C16/20 (gewählt: C30/37-WU)

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 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 4.1.1 WU-Konzept.

Pfahlgründung

Expositionsklasse	XC2, XA1, WF
Mindestbetonfestigkeit	C25/30

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 20 mm in 1. L.
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} + 50$ mm = 80 mm
 mit $c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y}) = (20; 20 - 5)$
 und $\Delta c_{dev} = 15$ mm
- Rissweite $w_{max} \leq 0,3$ mm

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7
		Blatt 27 von 36

Für die Herstellung der Pfahlgründung sind die Angaben der Norm [36] zu beachten.

Funktionsgebäude inklusive Verbindungsgang

Alle Bauteile

	Expositionsklasse	XC1, WO
	Mindestbetonfestigkeit	C16/20
Gewählt:	Dach	C30/37, $c_{nom} \geq 30$ mm, $w_{max} \leq 0,3$ mm
	Wände außen	C30/37, $c_{nom} = 40$ mm, $w_{max} \leq 0,3$ mm
	Innenbauteile	C30/37, $c_{nom} = 30$ mm, $w_{max} \leq 0,4$ mm

Lagerhalle

Dach


- | | | | |
|--|------------------------|---------|-------------------|
| | Expositionsklasse | XC3, WF | |
| | Mindestbetonfestigkeit | C20/25 | (gewählt: C30/37) |
- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 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 ≤ 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 $w_{max} \leq 0,3$ mm

Außenwände, Strahlenschutzwand

- | | | |
|--|------------------------|--------------------------|
| | Expositionsklasse | XC3, XF1, WF |
| | Mindestbetonfestigkeit | C25/30 (gewählt: C30/37) |
- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 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 $w_{max} \leq 0,3$ mm
 - Die Außenwände des Lagergebäudes sind teilweise Schutzwände gegen Hochwasser +6,00 m NN. Rissweitenbegrenzung bezüglich der Wasserundurchlässigkeit ist ggf. zusätzlich zu berücksichtigen, siehe auch Abschnitt 4.1.1 WU-Konzept.

Attika

- | | | |
|--|------------------------|--------------------------|
| | Expositionsklasse | XC1, WO |
| | Mindestbetonfestigkeit | C16/20 (gewählt: C30/37) |
- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 16 mm in 1. L.
 $c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 31$ mm (gewählt: $c_{nom} = 55$ mm)
 mit $c_{min} = 16$ mm
 und $\Delta c_{dev} = 15$ mm
 - Rissweite $w_{max} \leq 0,3$ mm

		
Projektnummer / Projektbezeichnung / 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7	Blatt 28 von 36

Innenwände (Achse E), Stützen

Expositionsklasse XC1, WO
 Mindestbetonfestigkeit C16/20

- Mindestbetondeckung für Stabdurchmesser ≤ 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
- Rissweite $w_{max} \leq 0,4$ 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 entsprechen den Normen [5], [6] und [29].

Verwendet werden:

Beton

C12/15	Unterbeton
C25/30	Pfähle
C30/37 (WU)	Pfahlkopfplatte, Wände bis Höhenkote +6,00m NN im Bereich Achse 3 bis 20.1.
C30/37	Wände, Stützen, Balken, Decken etc.

Betonstahl

B 500 B

Baustahl

S235JR

5.1.4 Sichtbetonklassen


Alle Oberflächen von Betonbauteilen sind unter Berücksichtigung des DBV-Merkblattes [37] 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 Fertigteiltreppen im Funktionsgebäude werden in SB 3 nach DBV-Merkblatt (hohe gestalterische Anforderungen) ausgeführt.

5.1.5 Gründung

Auf Grundlage des Bodengutachtens [19] und der Norm [8] wird die Gründung der Geotechnischen Kategorie GK 3 zugeordnet.

Es kommt eine Tiefgründung mittels Pfählen zur Ausführung. Zur gleichmäßigen Verteilung der vertikalen und horizontalen Bauwerklasten werden das Lager und das Funktionsgebäude auf einer durchgehenden Pfahlkopfplatte ausgeführt.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 29 von 36

5.2 Bemessungssituation der Gründung

Im Fall der Pfahlgründung zu untersuchen sind:

Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS)

- Verlust der Gesamtstandsicherheit durch Gleichgewichtsverlust (EQU),
- Grundbruch der Pfahlgründung (GEO-3),
- Aufschwimmen oder unzureichender Zugwiderstand der Pfahlgründung (UPL),
- Bodenversagen bei Querbelastung (GEO-2),
- inneres Versagen des Pfahles (STR),
- gemeinsames Versagen von Baugrund und Pfahlgründung (GEO-2 oder STR),
- gemeinsames Versagen von Baugrund und Tragwerk (GEO-2 oder STR),

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

- übermäßige Setzungen,
- übermäßige Hebungen,
- übermäßige seitliche Bewegung,
- unzulässige Schwingungen.

5.2.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Die Überlagerungen der Einwirkungen ergeben sich nach Norm [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)

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

5.2.2 Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (SLS)

Die Überlagerungen der Einwirkungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit zur Bestimmung von Verformungen und Fundamentbewegungen ergeben sich nach Norm [8]:

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

Die zulässigen Verformungen und Fundamentbewegungen (siehe Bild H.1 in Norm [7]) sind wie folgt festgelegt:

- Lastabhängige Setzung $s = 10 \text{ cm}$,
- Setzungsunterschied $\delta_s = \text{ca. } 1/1000$ zwischen 2 Messpunkten
In Hallenlängsrichtung max. ca. 11,6 cm (bei 116,00m) und in Hallenquerrichtung ca. 5 cm (bei 48,00m)
- Drehung keine Anforderung,
- Verkantung keine Anforderung,
- Biegestich keine Anforderung,
- Winkeländerung keine Anforderung,
- Horizontalverschiebung keine Anforderung,
- Schwingungsamplitude keine Anforderung.

Laut Baugrundgutachten [19] ergibt sich bei Annahme ungünstigster Laststellungen eine maximale Setzungsdifferenz von $\Delta s = 2 \text{ cm}$. Unter Berücksichtigung der Bauwerksbreite des

Funktionsgebäudes von ca. $b_2 = 12$ m als Verformungslänge Δl ergibt sich eine rechnerische Winkelverdrehung zufolge von Baugrundverformungen von max. rd. $\tan \alpha = \Delta s / \Delta l = 0.02 / 12 = 1 / 600$.

5.2.3 Teilsicherheitsbeiwerte für die Gründung

Entsprechend der Norm [8] finden die folgenden in Tabelle 5-1 dargestellten Teilsicherheitsbeiwerte γ_Q und γ_G für Einwirkungen und Beanspruchungen sowie γ_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 5-1: Teilsicherheitsbeiwerte γ_Q und γ_G für Einwirkungen und Beanspruchungen; γ_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
	γ_M	1,00	1,00	1,00
STR/GE O-2	γ_G	1,35	1,20	1,10
	$\gamma_{G,qün}$	1,00	1,00	1,00
	$\gamma_{G,E0}$	1,20	1,10	1,00
	$\gamma_{Q,ung}$	1,50	1,30	1,10
	$\gamma_{Q,qün}$	0	0	0
	γ_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
	$\gamma_{Q,qün}$	0	0	0
GEO-3	γ_G	1,00	1,00	1,00
	γ_Q	1,30	1,20	1,00
	γ_M	1,25	1,15	1,10

Der Teilsicherheitsbeiwert γ_t für Pfahlwiderstände ist mit 1,4 (siehe Bodengutachten [19]) anzusetzen. Weitere Teilsicherheitsbeiwerte $\gamma_{R,V}$ für Widerstände sind Tabelle A2.3 der Norm [8] zu entnehmen.

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 5-2 und Tabelle 5-3 angegebenen Kombinationen und Kombinationsbeiwerte gemäß Norm [8] verwendet.

Abweichend davon sind für die Nachweise der Aufschwimmsicherheit (UPL) und des hydraulischen Grundbruchs (HYD) entsprechend A 2.4.6.1.1 A (2b) in Norm [8] keine Kombinationsbeiwerte zu verwenden.

Für die Bestimmung der Verformungen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden Eigengewicht und Nutzlasten berücksichtigt. Die in Tabelle 5-3 dargestellten Kombinationsbeiwerte ψ werden entsprechend Abschnitt 2.4.8 der Norm [8] angewendet.

Tabelle 5-2: Kombinationen für die Bemessung der Gründung

Bemessungs-situation	Lastkombination	Einwirkungen													
		ständig		veränderlich						außergewöhnlich					
		Eigengewicht	Negative Mantelreibung	Verkehrslasten	Wind	Schnee	Kranlasten	Thermische Einw.	Fahrzeug	Erdbeben	Hochwasser	Fahrzeuganprall	Stat. Kranprüflast	Schnee	EDW
BS-P	G1	x	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-
BS-T	G2	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BS-A	G3	x	x	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
	G4	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	G5	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
	G6	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
SLS	G7	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5-3: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der Gründung

	ψ
Verkehrslast im Lager- und nördlichen Handhabungsbereich	1,0
Verkehrslast im südlichen Handhabungsbereich und sonstige Lasten	0
Verkehrslast im Funktionsbereich	0,5
Temperatur	1,0


5.3 Bemessungszustände der Massivbaukonstruktion

Die Kranbahnlasten werden als Lasten nach Norm [4] betrachtet. Nach Norm [27] 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 Norm [27] angesetzt.

Bei der Auslegung der Massivbaukonstruktion gegen Erdbeben in außergewöhnlichen Bemessungssituationen werden die Anforderungen aus den Absätzen (5) und (6) des Abschnitts 8.2 (Duktilitätsklasse 1) der Norm [10] berücksichtigt.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 32 von 36

5.3.1 Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS)

Die Überlagerung der Schnittgrößen und die Bemessung der Bauteile erfolgt entsprechend den Regelungen der Norm [3] für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit:

- (1) ohne außergewöhnliche Einwirkungen

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

- (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 (SLS)

Die Überlagerung der Schnittgrößen und Auslegung der Bauteile erfolgt entsprechend der Regelungen der Norm [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.

Einwirkungen aus Schwinden und Kriechen werden bei der Bestimmung der Verformungen der Dachbinder berücksichtigt.

5.3.2.1 Spannungen


Entsprechend den Anforderungen aus Abschnitt 7.1 (NA.3) der Norm [5], Teil 1-1 dürfen die Spannungsnachweise entfallen.

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 Norm [5], Teil 1-1 einzuhalten. Rissbreiten für Innenbauteile sind auf 0,4 mm zu begrenzen.

5.3.2.3 Verformungsbegrenzung

Die Größe der Durchbiegungen der Massivbauteile wird nach Norm [5], Teil 1-1 begrenzt. Abweichungen sind in begründeten Einzelfällen möglich.

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	/ 0253032_Lasma	DNR 141618 - 7 Blatt 33 von 36

5.3.3 Teilsicherheitsbeiwerte

Die Teilsicherheitsbeiwerte auf der Lastseite ergeben sich für die Grenzzustände der Tragfähigkeit (ULS) entsprechend NDP zu A.1.3.1 der Norm (4), A.1.3.1(6) Norm [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 Norm [27] 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 5-4 angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte auf der Materialseite ergeben sich für Beton γ_C und Betonstahl γ_S nach Norm [5], Teil 1-1. Die außergewöhnliche Bemessungssituation entspricht der Anforderungskategorie A3 der Norm [27] für Erdbeben und Hochwasser (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit $\leq 10^{-4}$ /Jahr) und der Anforderungskategorie A2 der Norm [27].

Für alle anderen außergewöhnlichen Einwirkungen nach Abschnitt 4.4.1 (mehrfaches Auftreten während der Nutzungsdauer) siehe Tabelle 5-4.

Tabelle 5-4: Teilsicherheitsbeiwerte

	P / T (ständige und vorübergehende Bemessungssituation)	A (außergewöhnliche Bemessungssituation)
$\gamma_{G,sup}$	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
γ_A	-	1,00
γ_C	1,50	1,30
γ_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 5-5 und Tabelle 5-6) analog Norm [3] und Norm [27] verwendet.

Tabelle 5-5: Kombinationen für die Bemessung der Massivbaukonstruktion

Bemessungs-situation	Lastkombination	Einwirkungen													
		ständig		veränderlich						außergewöhnlich					
		Eigengewicht	Setzungen	Verkehrslasten	Wind	Schnee	Kranlasten	Thermische Einwirkung	Fahrzeug	Erdbeben	Hochwasser	Fahrzeuganprall	Stat. Kranprüflast	Schnee	EDW
ULS	M1	x	x	x	x	x	x	-	x	-	-	-	-	-	-
ULS - außergewöhnl.	Erdbeben	M2	x	x	x	x	x	-	-	x	-	-	-	-	-
	Hochwasser	M3	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-	-
	Anprall	M4	x	x	x	x	x	-	-	-	-	x	-	-	-
	Kran	M5	x	x	x	x	x	-	-	-	-	-	x	-	-
	Schnee	M6	x	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	x	-
	EDW	M7	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x
	SLS (quasi-ständig)	M1	x	x	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 5-6: Kombinationsbeiwerte für die Bemessung der aufgehenden Konstruktion

	ψ_0 (selten)	ψ_1 (häufig)	ψ_2 (quasi-ständig)
Verkehrslast im Lager- und nördlichen Handhabungsbereich	1,0*	1,0*	1,0*
Verkehrslast im südlichen Handhabungsbereich	0,9*	0,8*	0,8*
Verkehrslast im Funktionsbereich	0,9*	0,8*	0,8*
Kranlasten	1,0	0	0
Temperatur	0,6	0,5	0
Schnee	0,5	0,2	0
Wind	0,6	0,2	0
Dächer (Kat. H)	0	0	0
Zwang	1,0	1,0	1,0

* nach Norm [27]

5.4 Brandschutz

Die brandschutztechnischen Anforderungen an die Bauteile des Gebäudes sind dem Brandschutzkonzept [31] zu entnehmen. Die Bemessung der Bauteile im Brandfall ist gemäß Norm [5], Teil 1-2 durchzuführen. Die konstruktiven Vorgaben der Norm [28], Teil 4 bezüglich der Feuerwiderstandsdauer sind einzuhalten. Nach den Vorgaben der ESK-

Leitlinien [17] dürfen grundsätzlich nur nichtbrennbare Baustoffe nach Teil 1 der Norm [28], Baustoffklasse A, verwendet werden, mit Ausnahme der Beschichtung.

5.5 Bemessung für Stahlbau

Es ist im südlichen Handhabungsbereich eine Wartungsbühne einschließlich Treppenaufgang für den Kran als Stahlkonstruktion vorgesehen. Des Weiteren werden im Außenbereich des Funktionsgebäudes 2 Stahlbühnen angeordnet.

Die Bemessung der Stahlbühnen erfolgt gemäß Norm [6]. Für das Stahltragwerk, seine Teile und seine Verbindungen sind die Tragfähigkeit, die Gebrauchstauglichkeit sowie die Dauerhaftigkeit nachzuweisen.

Auf der Einwirkungsseite gelten die in Norm [3] angegebenen Teilsicherheitsbeiwerte, Kombinationsfaktoren und Kombinationsregeln analog zu Kapitel 5.3.1 „Grenzzustand der Tragfähigkeit“ und 5.3.2 „Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“. Die Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte in Tabelle 5-4 und Tabelle 5-6 gelten sinngemäß.

Auf der Widerstandsseite sind für die verschiedenen Nachweise die Teilsicherheitsbeiwerte in Tabelle 5-7 gemäß Norm [6] festgelegt.

Tabelle 5-7: Teilsicherheitsbeiwerte γ_m für den Stahlbau [6]


Beanspruchbarkeit von Querschnitten	γ_{M0}	1,00
Stabilitätsversagen; Theorie II. Ordnung	γ_{M1}	1,10
Bruchversagen infolge Zugbeanspruchung; Verbindungsmittel wie Schrauben, Nieten, Bolzen, Schweißnähte, Bleche auf Lochleibung	γ_{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 5-8 angegebenen Kombinationen gemäß Norm [6] berücksichtigt.

Tabelle 5-8: Kombinationen für die Bemessung der Stahlkonstruktion

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

		
Projektnummer / Projektbezeichnung	0253032_LasMA	DNR 141618 - 7 Blatt 36 von 36

6 Verankerungen, Dübelplatten und Einbauteile

Die Befestigung von Komponenten der Anlagen- und Gebäudetechnik erfolgt in der Regel über einbetonierte Einbauteile (Halfen-Schienen, Ankerplatten mit Kopfbolzen, Ankerplatten mit angeschweißten Bewehrungsstäben, etc.). In Ausnahmefällen sind nachträglich gedübelte Befestigungen zulässig.

Die Bemessung der Verankerungen erfolgt gemäß Leitlinie [30] 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.