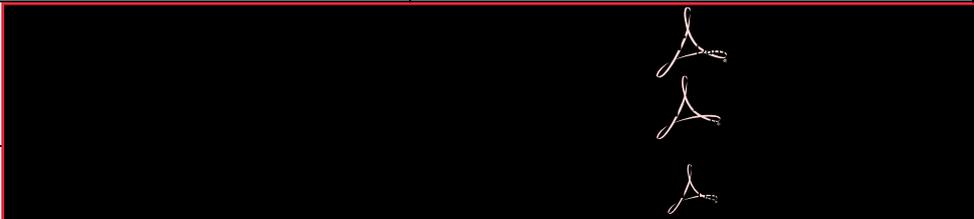


**Umgang mit radioaktiven Stoffen in der
Transportbereitstellungshalle (TBH)
des Kernkraftwerkes Brokdorf (KBR)**

Bautechnische Auslegungsanforderungen

Dokument D-06

Erstellt:	(WTI)	---
Geprüft:		
Freigegeben:		

TBH-KBR

- Bautechnische Auslegungsanforderungen -

Juli 2022

WTI/10/19 (Rev. 2)

BERICHTSSTATUS

Projekt: TBH-KBR

Titel: Bautechnische Auslegungsanforderungen

Rev.	Stand	Erläuterung der Änderung ggf. Seitenangabe
0	November 2019	
1	Juni 2022	
2	Juli 2022	

Erstellung



Datum: 26.07.2022

Prüfung



Datum: 26/07/2022

Freigabe



Datum: 28/07/2022

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1.	Einleitung	5
2.	Bauwerksbeschreibung	5
3.	Baugrund und Gründung	7
4.	Konstruktive Auslegung	7
4.1	Expositionsklassen und Betondeckung	8
4.2	Materialkennwerte	10
4.3	Brandschutzbemessungen	10
4.4	WU-Konzept	10
5.	Einwirkungen auf die Tragwerke	11
5.1	Ständige Lasten	12
5.2	Veränderliche Lasten	12
5.2.1	Nutzlasten	12
5.2.2	Lasten durch das Abschirmtor	14
5.2.3	Kranlasten	14
5.2.4	Windlasten	15
5.2.5	Schneelasten	17
5.2.6	Starkregen	17
5.2.7	Temperatureinwirkung	17
5.3	Außergewöhnliche Einwirkungen	18
5.3.1	Anpralllasten	19
5.3.2	Behälterabsturz	19
5.3.3	Bemessungserdbeben	20
5.3.4	Explosionsdruckwelle	21
5.3.5	Hochwasser	21
6.	Nachweis der Baukonstruktion	22
6.1	Bemessungssituation	22
6.2	Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit	23
6.3	Bemessungszustand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	24
7.	Bautoleranzen	26

Abbildungsverzeichnis	27
Tabellenverzeichnis	27
Literaturverzeichnis	28
Anhang	35

1. EINLEITUNG

Auf dem Betriebsgelände des Kernkraftwerkes Brokdorf wird eine Transportbereitstellungshalle zur Aufnahme von radioaktiven Abfällen und radioaktiven Reststoffen errichtet (TBH-KBR). Der Umgang mit den radioaktiven Stoffen erfolgt nach § 12 StrlSchG [1].

Die Lagerung erfolgt in Abfallgebinden/Gebinden bis zur Verbringung in ein anderes Zwischenlager, in ein Logistikzentrum des Bundes oder in ein Endlager oder bis zur Abgabe an einen externen Genehmigungsinhaber (z. B. eine Behandlungs- oder Konditionierungseinrichtung) oder zur Rücknahme in einen Kontrollbereich des KBR.

Im vorliegenden Bericht werden die Anforderungen an die bautechnische Auslegung der TBH-KBR beschrieben. Es werden das Bauwerk, der Baugrund und die Gründung, die konstruktive Auslegung des Bauwerks und die Einwirkungen auf die Tragwerke beschrieben und die zu führenden Nachweise der Baukonstruktion dargestellt.

2. BAUWERKSBESCHREIBUNG

Das Lagergebäude besteht aus einer Halle in Stahlbetonbauweise. An der nordöstlichen Seite in Achse 14 befindet sich ein dreigeschossiges Funktionsgebäude als Anbau.

Die Hauptabmessungen der TBH-KBR betragen:

- Länge: ca. 90 m (inkl. Funktionsgebäude),
- Breite: ca. 28 m und
- Höhe: ca. 17 m (OK Attika).

Das Lagergebäude ist unterteilt in Halle 1 (Achsen 12 bis 14) und Halle 2 (Achsen 0 bis 12). Halle 1 dient dem An- und Abtransport von Abfallgebinden und Gebinden, in der Halle 2 werden die Abfallgebände und Gebinde gelagert (siehe auch Anhang).

Halle 1 ist durch eine ca. 7,80 m hohe und ca. 60 cm starke Abschirmwand von Halle 2 getrennt. In der Abschirmwand sind eine Zugangstür und eine Transportöffnung für den Transport der Abfallgebände und Gebinde vorhanden. Die Transportöffnung wird mit einem Abschirmtor verschlossen. Die Handhabung der Abfallgebände und Gebinde im Lagergebäude erfolgt mit einem Hallenkran. Der Hallenkran ist über den gesamten Hallenbereich in Längsrichtung verfahrbar.

Das Lagergebäude wird als Stahlbetonkonstruktion geplant. Der Lastabtrag des Hallendaches erfolgt über schlaff bewehrte Halfertigteildachbinder mit einer Firsthöhe von ca. 2,0 m und einer Spannweite von ca. 27,0 m. Die Dachbinder haben einen Abstand von ca. 6,0 m zueinander (Achismaß) und werden in Auflagertaschen auf den Außenwänden aufgelagert. Die Bodenplatte und die Wände werden aus Stahlbeton in Ort-betonbauweise hergestellt. Die Außenwände haben eine Stärke von ca. 85 cm und sind in der Bodenplatte eingespannt. Die TBH-KBR, d. h. das Lager- und das Funktionsgebäude wird auf einer durchgehenden, fugenlosen Bodenplatte errichtet. Die aufgehenden Wände des Lagergebäudes werden ohne Bauwerksfugen errichtet. Zwischen der Außenwand des Lagergebäudes und der Außenwand des Funktionsgebäudes ist eine Bauwerksfuge vorgesehen.

Die Aussteifung des Gebäudes in Hallenlängsrichtung erfolgt über die beiden Längswände (Achse A und C).

In Querrichtung wird das Lagergebäude durch drei Querwände in den Achsen 0, 12 und 14 ausgesteift. Zusätzlich wird das Lagergebäude durch die Rahmen aus Wänden und Dachbindern in Querrichtung ausgesteift. Das Dach ist als Scheibe ausgebildet. Somit erfolgt die Verteilung der Horizontallasten auf alle lastabtragenden Bauteile wie Rahmen und Wände.

Das Abschirmtor zwischen Halle 1 und Halle 2 wird parallel zur Abschirmwand verfahren. Das Abschirmtor fährt auf einer Schiene, die auf dem Boden befestigt ist. Im oberen Bereich der Abschirmwand wird das Abschirmtor in einer Führungsschiene geführt. Der Fahrweg des Abschirmtores wird über Endanschläge sowie Endschalter begrenzt und überwacht. Das Abschirmtor besteht aus einer Stahlblechkonstruktion, die mit Beton gefüllt ist. Die Dicke des Abschirmtores beträgt insgesamt ca. 40 cm.

Der elektrisch betriebene Zweiträgerbrückenkran fährt auf Kranschiene, die auf Einzelkonsolen an den längsseitigen Außenwänden (Achse A und C) des Lagergebäudes befestigt sind. Die Parkposition der Krananlage befindet sich in Halle 1. Der Fahrweg der Krananlage wird an den Kranbahnenden in den Achsen 0 und 14 durch Endanschläge und Endschalter begrenzt und überwacht. Der Zweiträgerbrückenkran hat eine Spannweite von ca. 25,10 m und eine Tragfähigkeit von 32 Mg.

Die Dicke der Bodenplatte wurde nach statischen Erfordernissen auf 1,50 m festgelegt.

3. BAUGRUND UND GRÜNDUNG

Für die TBH-KBR wurde der Bericht „Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung“ erstellt, welcher eine ausführliche Beschreibung des Baugrundes enthält [2].

Das Bauvorhaben wird der Geotechnischen Kategorie 3 gemäß DIN 4020 [3] (Bauwerke und Baugrundverhältnisse hohen Schwierigkeitsgrads) zugeordnet.

Die Gründung erfolgt als Pfahlgründung gemäß der Gründungsempfehlung in [2].

Im Rahmen des Berichtes „Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung“ [2] wurden ebenfalls die am KW-Standort vorherrschenden Grund- und Stauwasserbedingungen betrachtet. Das Grundwasser steht erst unterhalb der Boden-Weichschichten an. Die Höhe eines evtl. anfallenden Stauwassers ist begrenzt durch die vorhandenen Gräben und örtlichen Drainagen, welche auf Höhe der Unterkante der Bodenplatte verlaufen.

4. KONSTRUKTIVE AUSLEGUNG

Bei der Auslegung der Stahlbetonkonstruktion werden für die Ermittlung der zutreffenden Expositionsklassen folgende konstruktive Merkmale berücksichtigt:

- Klasse der Nutzungsdauer: 4 (Planungsgröße der Nutzungsdauer: 50 Jahre) gemäß DIN EN 1990 [4],
- Freier Zutritt von Außenluft bei geöffnetem Außentor in das Lagergebäude ist möglich,
- Tauwasserbildung an den Betonstrukturen ist möglich,
- Mindesttemperatur im Lagergebäude: 5 °C,
- Luftfeuchtigkeit: i.d.R. ≤ 50 %,
- Dach mit Wärmedämmung und Abdichtung, d. h. keine besonderen Umwelteinflüsse,
- Grundwasser und Boden schwach betonangreifend (XA1) [2],
- Nur geringe Verschleißbeanspruchung des Bodens in Halle 1, d. h. auf Expositionsklasse XM1 wird verzichtet,
- Verschleißfeste Oberfläche in Halle 2,

- Dekontbeschichtung im Lagergebäude nur in Halle 1 (Boden und Wand bis zu ca. 10 cm Höhe); in der Halle 2 (Lagerbereich) werden die Gebinde lediglich gelagert. Es finden weder Abfertigungen der Gebinde noch strahlenschutztechnische Kontrollen wie in der Halle 1 statt, so dass eine Dekontbeschichtung in der Halle 2 nicht erforderlich ist.
- keine Reduzierung der Mindestbetondeckung sowie
- Anforderungsklasse S3 gemäß DIN EN 1992-1-1 [5] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA [6].

4.1 Expositionsklassen und Betondeckung

Bei der Auslegung der Stahlbetonbauteile sind die Betondeckungen so zu wählen, dass die Dauerhaftigkeit der Bauteile gemäß der Auslegungsdauer/Anforderungsklasse gewährleistet wird. Die Luftfeuchte wird über eine Entfeuchtungsanlage begrenzt.

Das Funktionsgebäude wird beheizt bzw. gekühlt. Das Lagergebäude wird auf eine Mindesttemperatur von 5 °C temperiert. Für die Festlegung der Betondeckung wird die Dekontbeschichtung nicht als rissüberbrückende Beschichtung in Halle 1 angesetzt. Da diese Beschichtung bei Abrieb erneuert wird, kann die Verschleißbeanspruchung des Bodens in Halle 1 durch Fahrzeuge als so gering eingeschätzt werden, dass auf die Expositionsklasse XM1 (mäßige Verschleißbeanspruchung) verzichtet werden kann. In Tabelle 1 sind die Expositionsklassen und die daraus resultierenden, mindestens einzuhaltenen Betondeckungen c_{nom} für das Lagergebäude gemäß DIN EN 1992-1-1 [5] und DIN1045-2 [7] zusammengefasst.

Bauteil	Expositionsklassen	Mindestbetondeckung				Δc_{dev}	k_1	c_{nom} [mm]
		$c_{min, dur}$	$\Delta c_{dur, \gamma}$	$c_{min, b}$	c_{min}			
Dach oben	XC3, WO	20	0	20	20	15		35
Dach unten	XC1, WO	10	0	20	20	10		30
Dachbinder	XC1, WO	10	0	28	28	10		38
Sohlplatte oben (Halle 2)	XC1, WF	10	0	28	28	10		38
Sohlplatte oben (Halle 1)	XC3, XD1, WF	30	10	28	40	15		55
Sohlplatte unten	XA1, XC2, XF1, WF	20	0	28	28	15		43
Bohrpfähle	XA1, XC2, WF	20	0	28	28	15	20	63
Außenwände	XC3, XF1, WF	20	0	25	25	15		40
Innenwände	XC1, WO	15	0	25	25	10		35
Innenseite der Attika	XC3, XS1, WO	40	0	25	40	15		55

Tabelle 1: Expositionsklassen und Mindestbetondeckung für das Lagergebäude

Erläuterung der Ermittlung der Mindestbetondeckung:

$c_{min, dur}$ Mindestbetondeckung aus der Dauerhaftigkeitsanforderung in Abhängigkeit der Anforderungsklasse (mm),

$\Delta c_{dur, \gamma}$ additives Sicherheitselement (mm),

$c_{min, b}$ Mindestbetondeckung aus der Verbundanforderung (mm); Art der Bewehrung: Stabstahl,

c_{min} Mindestbetondeckung (mm)

Δc_{dev} Vorhaltemaß (mm)

c_{nom} Nennmaß der Betondeckung (mm)

$$c_{min} = \max \{c_{min, b}; c_{min, dur} + \Delta c_{dur, \gamma}; 10 \text{ mm}\}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$$

Die Mindestwerte aus der Verbundanforderung für $c_{min, b}$ wurden nach voraussichtlichen maximalen Bewehrungsstabdurchmessern bei einer Gesteinskörnung ≤ 32 mm ermittelt. Sofern im Rahmen der weiteren Tragwerksplanung abweichende Werte für den maximalen Stabdurchmesser und die Größe der Gesteinskörnung ermittelt werden, ist die in Tabelle 1 aufgeführte Mindestbetondeckung ggf. zu korrigieren.

4.2 Materialkennwerte

Aus den in Abschnitt 4.1 aufgeführten Expositionsklassen ergeben sich nach DIN EN 1992-1-1 [5] folgende Mindestbetonfestigkeitsklassen der einzelnen Bauteile.

C30/37	Dach oben
	Sohlplatte oben (Halle 1)
	Sohlplatte unten
	Außenwände
	Bohrpfähle
C20/25	Dach unten
	Dachbinder
	Sohlplatte oben (Halle 2)
	Innenwände

Für die Bodenplatte, Wände und Bohrpfähle ist aufgrund der Bauteilabmessungen die DAfStb-Richtlinie „Massige Bauteile aus Beton“ [8] maßgebend.

Je nach statischen Erfordernissen können auch höhere Betonfestigkeitsklassen für einzelne Bauteile erforderlich werden.

Als Bewehrungsstahl wird ein hochduktiler Betonstahl B500B nach DIN 488-1 [9] verwendet. Weiterhin werden in der Konstruktion der TBH-KBR Baustähle entsprechend der DIN EN 1993-1-1:2010 [10] eingesetzt.

4.3 Brandschutzbemessungen

Die Bemessung des Tragwerks für den Brandfall erfolgt nach DIN EN 1991-1-2 [11], DIN EN 1991-1-2/NA [12], DIN EN 1992-1-2 [13] sowie DIN EN 1992-1-2/NA [14].

4.4 WU-Konzept

Für den Lagerbereich (Pfahlkopfplatte im Bereich der Halle 2 und aufgehende Wände von Halle 2 (Außenwände in den Achsen 0, A und C sowie Abschirmwand Achse 12)) wird die Nutzungsklasse A (keine Feuchtstellen durch Wasserdurchtritt und keine - auch nicht temporäre - wasserführenden Rissen und Fugen), die Beanspruchungsklasse 1 (ständig und zeitweise drückendes Wasser) und der Entwurfsgrundsatz a entsprechend DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ [43] festgelegt. Dies schließt den außergewöhnlichen Lastfall Überflutung des Geländes infolge plötzlichen Deichbruchs mit ein.

Grundsätzlich wird die Konstruktion so gewählt, dass keine bzw. nur wenige Trennrisse in den Bauteilen auftreten. Sollten Trennrisse auftreten, so werden diese vor Beginn der Ausbauarbeiten abgedichtet.

Konkrete Angaben zur Bauausführung der massigen Bauteile und WU-Bauteile des Lagergebäudes werden in einem gesonderten Bericht [15] verfasst und im Bauverfahren nach LBO vorgelegt.

5. EINWIRKUNGEN AUF DIE TRAGWERKE

Für die Nachweise der Standsicherheit und der Gebrauchstauglichkeit sind Einwirkungen aus ständigen und veränderlichen Lasten sowie außergewöhnliche Einwirkungen zu berücksichtigen.

- Eigengewichts- und Nutzlasten werden unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-1 [16] bzw. DIN EN 1991-1-1/NA [17] festgelegt.
- Kranlasten werden nach DIN EN 1991-3 [18] und DIN EN 1991-3/NA [19] festgelegt.
- Schneelasten werden entsprechend den DIN EN 1991-1-3 [20] festgelegt.
- Regenspende an Starkregen gemäß DIN 1986-100:2016-12 [21].
- Windlasten werden entsprechend der DIN EN 1991-1-4 [22] festgelegt.
- Temperatureinwirkungen werden entsprechend der DIN EN 1991-1-5 [23] festgelegt.
- Einwirkungen während der Bauphase werden nach DIN EN 1991-1-6 [24] berücksichtigt.
- Außergewöhnliche Einwirkungen wie Hochwasser, Erdbeben, Druckwelle und Fahrzeuganprall und Behälterabsturz werden gemäß DIN 25449 [25], DIN EN 1991-1-7 [26] berücksichtigt.

5.1 Ständige Lasten

Ständige Lasten berücksichtigen das Eigengewicht der Baustrukturen, wie z. B.:

- Massivbauteile,
- Fertigteilelemente,
- Abschirmwände,
- Wärmedämmung und Dachabdichtung sowie
- Fassadenkonstruktionen.

Die ständigen Lasten werden im Rahmen der weiteren Tragwerksplanung ermittelt. Als Lastvorsorge für Deckeninstallationen (z. B. Kabel, Leuchten usw.) werden über den gesamten Gebäudegrundriss des Lagergebäudes $q^u = 0,20 \text{ kN/m}^2$ gemäß Belastungsplan (siehe Anhang) berücksichtigt.

5.2 Veränderliche Lasten

5.2.1 Nutzlasten

Nach DIN EN 1991-1-1 [16] sind die anzusetzenden Nutzlasten verschiedenen Nutzungskategorien zugeordnet.

Werte für lotrechte Nutzlasten sind für die unterschiedlichen Gebäudebereiche in DIN EN 1991-1-1/NA [17] aufgeführt. Im Lagergebäude sind abweichend zur DIN EN 1991-1-1 [16] und DIN EN 1991-1-1/NA [17] höhere lotrechte Nutzlasten zu berücksichtigen. In Tabelle 2 sind die entsprechenden Werte aufgeführt.

Bei der statischen Auslegung wurden folgende Teilbelegungszustände in einem FE-Modell auf einer Teilfläche von 18,0 x 18,0 m betrachtet.

- Flächennutzlast von 250 kN/m² in verschiedenen, am Bohrfahraster orientierten Lastverteilungen.
- Container Typ II in 4-facher Stapelung in Anordnungen 1x1 / 2x2 / 3x3 / 4x4
- Container Typ IV in 5-facher Stapelung in Anordnungen 1x1 / 2x2 / 3x3
- Container Typ V in 4-facher Stapelung in Anordnungen 1x1 / 2x2 / 3x3

Weitere Informationen sind der Statik der TBH-KBR zu entnehmen, welche im Baugenehmigungsverfahren nach LBO vorgelegt wird.

Verkehrslasten

In Anlehnung an DIN EN 1991-2 [27] und DIN EN 1991-2/NA [28] wird unter Berücksichtigung von Radlasten in Halle 1 aus dem Lastmodell 1 eine Doppelachse mit einer

Achslast von jeweils 300 kN und einem Achsabstand von 1,20 m und einer Spurweite von 2,00 m für die Bodenplatte angesetzt. Jede Doppelachse verfügt über zwei identische Räder mit einer Aufstandsfläche von 40 x 40 cm. Die Radlast beträgt demzufolge $0,5 \times 300 \text{ kN} = 150 \text{ kN}$.

Das Lastmodell 1 für die Belastung der Verkehrsflächen ist in der folgenden Abbildung 1 dargestellt.

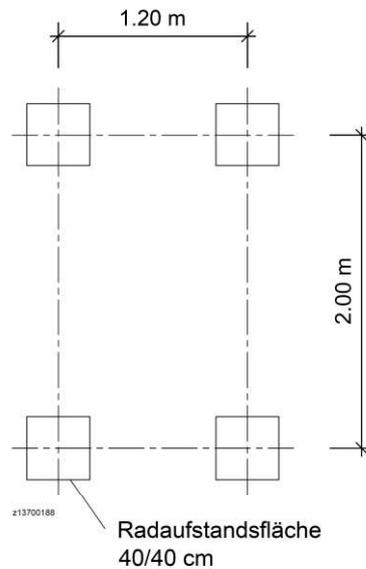


Abbildung 1: Lastmodell Nutzlasten für Verkehrsflächen

Abschnitt	Kategorie	Beschreibung	Nutzlasten
Halle 2 (Lagerbereich)	E1.2	Lagern und Stapeln von Behältern mit radioaktiven Abfällen	$q_{kV} = 250 \text{ kN/m}^2$ bzw. $q_{kV} = 5 \text{ kN/m}^2$ in 1 m breitem Streifen am Rand, $Q_{kV} = 10 \text{ kN}$
Halle 1 (Verladebereich)	G	Befahren mit Transportfahrzeug	$q_{kV} = 100 \text{ kN/m}^2$ $Q_{kV} = 300 \text{ kN}$ (je Achse)
Dächer	H	Instandhaltung, Reparaturen	$Q_{kV} = 1 \text{ kN}$

Tabelle 2: Anzusetzende Nutzlasten

5.2.2 Lasten durch das Abschirmtor

Aus dem Verschieben des Abschirmtores ist eine Horizontalkraft von 10 kN am Puffer zu berücksichtigen.

Die Anschlusslasten aus dem Abschirmtor werden im Zuge der Tragwerksplanung berücksichtigt.

5.2.3 Kranlasten

Die Krananlage (elektrisch betriebener Brückenkrane) hat ihre Parkposition in Halle 1. Der Kran fährt auf Kranschiene, die auf Kranbahnträgern liegen. Der Lastabtrag erfolgt über Einzelkonsolen, die an den Gebäudelängsseiten angeordnet sind. An den Kranbahnenden an den Gebäude Stirnseiten sind Pufferanschlüsse befestigt. Die wesentlichen Daten der Krananlage sind:

Spannweite:	ca. 25,1 m
Radabstand:	ca. 4,5 m
Traglast:	32 t
Eigengewicht Kran:	460 kN
davon Katze:	120 kN
davon Kranbrücke:	340 kN
Kranfahrgeschwindigkeit:	20,0 m/min
Hubklasse:	HC 2 DIN EN 1991-3 [18]
Beanspruchungsgruppe:	S4 nach DIN EN 1991-3 [18]

In Tabelle 3 sind die maximalen und minimalen Radlasten der Krananlage aufgeführt.

	Rad 11, Rad 12 jeweils [kN]		Rad 21, Rad 22 jeweils [kN]	
	max	min	max	min
Eigengewicht Kranbrücke + Katze	150	90	150	90
Hublast	160	0	160	0

Tabelle 3: Radlasten der Krananlage

Die Zuordnung der Radlasten ist der folgenden Übersichtszeichnung (siehe Abbildung 2) zu entnehmen:

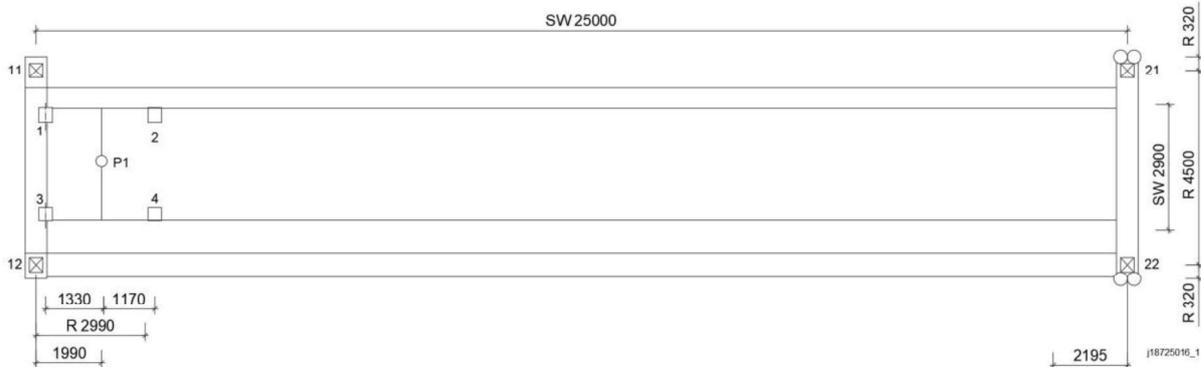


Abbildung 2: Prinzipskizze Zweiträgerbrückenkrans

Darüber hinaus sind folgende Lasten zu berücksichtigen:

- Schräglauf des Krans: $F_{YO} = \pm 47,3 \text{ kN}$
 $F_{YU} = \pm 6,6 \text{ kN}$
- Massenkräfte aus Antrieb (Krananfahren/-bremsen):
 - Horizontal, in Fahrbahnrichtung: $F_X = \pm 9,2 \text{ kN}$
 - Horizontal, quer zur Fahrbahn: $F_{YO} = \pm 21,7 \text{ kN}$
 $F_{YU} = \pm 3,2 \text{ kN}$
- Max. Pufferstoß: $F_X = \pm 34,4 \text{ kN}$

Die Kranlasten sind im Zuge der weiteren Objektplanung zu überprüfen.

5.2.4 Windlasten

Die Ermittlung der einwirkenden Windlasten erfolgt nach DIN EN 1991-1-4 [22] und DIN EN 1991-1-4/NA [29].

Die TBH-KBR befindet sich in Windzone 3 (Küste) und Geländekategorie II (Gebiete mit niedriger Vegetation und einzelnen Hindernissen wie Bäumen oder Gebäuden). Das Gebäude ist nicht schwingungsanfällig.

Aufgrund des großen Abstandes zu höheren Nachbargebäuden ist ein Einfluss auf die Windbelastung der TBH-KBR nicht zu berücksichtigen. Das Brennelemente-Zwischenlager Brokdorf (BZF) hat auf die Windbelastung der TBH-KBR allenfalls eine günstige Wirkung infolge möglicher Abschattungseffekte.

Ungünstige Windeinflüsse durch Interferenzen treten u. U. bei hintereinander angeordneten hohen Bauwerken mit Eigenfrequenzen < 1 Hz auf (vgl. DIN EN 1991-1-4 [22]), zu denen das BZF und die TBH-KBR mit ihren gedrunenen Baukörpern nicht zählen.

Für die Ermittlung des Böengeschwindigkeitsdruckes q_p auf die TBH-KBR können gemäß DIN EN 1991-1-4/NA [29] vereinfachte Annahmen getroffen werden. Der Böengeschwindigkeitsdruck q_p wird über die gesamte Bauwerkshöhe konstant angenommen.

Für die TBH-KBR beträgt der Geschwindigkeitsdruck:

$$q_p = 1,20 \text{ kN/m}^2 \text{ (für Gebäude mit einer Gebäudehöhe von } 10 \text{ m} < h \leq 18 \text{ m)}$$

Der anzusetzende Winddruck W_e errechnet sich aus der Multiplikation des Geschwindigkeitsdruckes q_p mit dem Außendruckbeiwert c_p .

$$W_e = q_p \times c_{pe}$$

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

Für die verschiedenen Gebäudeabschnitte sind die jeweiligen Druckbeiwerte nach DIN EN 1991-1-4 [22] zu ermitteln.

Außendruck

Die Außendruckbeiwerte c_{pe} sind abhängig von der Größe der Lasteinflussfläche. Für die Bemessung kleinerer Bauteile und deren Verankerungen (z. B. Verkleidungen, Dachelemente) mit einer Lasteinflussfläche $\leq 10 \text{ m}^2$ sind abdeckend die Werte für $c_{pe,1}$ zu verwenden. Für die Bemessung von Bauteilen mit einer Lasteinflussfläche $> 10 \text{ m}^2$ sowie bei der Bemessung des gesamten Tragwerkes werden die Werte für $c_{pe,10}$ angesetzt.

Gemäß DIN EN 1991-1-4 [22] sind die Werte für den Außenwinddruck für verschiedene Wand- und Dachbereiche zu ermitteln. Hierdurch werden die höheren Windbelastungen in Rand- und Eckbereichen berücksichtigt. Die Einteilung der unterschiedlichen Wand- und Dachbereiche erfolgt in Abhängigkeit der Gebäudegeometrie.

Die Ermittlung der unterschiedlichen Werte für den Außenwinddruck erfolgt im Rahmen der Tragwerksplanung.

Innendruck

Für die Bemessung wird davon ausgegangen, dass die Türen und das Tor der TBH-KBR bei Sturm geschlossen sind. Somit sind keine Winddrücke innerhalb des Gebäudes zu berücksichtigen.

Bauzustand

Für den Bauzustand wird ein um 30 % geminderter Winddruck berücksichtigt. Dies entspricht gemäß DIN EN 1991-1-4/NA [29] einer Bauzeit < 24 Monate ohne zusätzliche Sturmsicherungsmaßnahmen.

5.2.5 *Schneelasten*

Die Schneelasten werden nach DIN EN 1991-1-3 [20] unter Berücksichtigung von DIN EN 1991-1-3/NA [30] angesetzt:

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

Der Standort Brokdorf gehört zur Schneelastzone 2 und liegt weniger als 285 m ü. d. M. Damit ergibt sich die charakteristische Schneelast zu $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$.

Die auf dem Dach anzusetzende Schneelast wird unter Berücksichtigung der Dachform sowie Umgebung und Temperaturkoeffizienten im Rahmen der weiteren Tragwerksplanung ermittelt. Dabei wird auch berücksichtigt, dass der Standort Brokdorf in des Norddeutschen Tieflands liegt und außergewöhnliche Schneelasten von $s_{AD} = C_{esl} \cdot s_k$ ($C_{esl} = 2,3$) anzusetzen sind.

Die umlaufende Attika am Dachrand des Lagergebäudes verhindert das Abrutschen von Schneemassen auf tiefer liegende Dächer. Zusätzlich zu den normalen Dachabläufen wird eine entsprechende Notentwässerung vorgesehen, um z. B. anfallendes Tauwasser abzuführen.

5.2.6 *Starkregen*

Das Gebäude wird zusätzlich zur Normalentwässerung mit einer Notentwässerung ausgeführt. Sollte das anfallende Niederschlagwasser z. B. im Falle eines Starkregenereignisses nicht über die Normalentwässerung abgeleitet werden können, kann dieses sicher über die Notentwässerung abgeführt werden. Die Notentwässerung wird entsprechend den Ausführungen der DIN 1986-100 [21] ausgeführt. Zusätzliche Lasten sind somit nicht zu berücksichtigen.

5.2.7 *Temperatureinwirkung*

Die Beanspruchung des Tragwerkes durch Temperaturdifferenzen werden durch die Vorgaben der DIN EN 1991-1-5 [23] und DIN EN 1991-1-5/NA [31] berücksichtigt.

Für die Bemessung werden folgende Temperaturwerte berücksichtigt:

Innentemperatur Lagergebäude

Sommer $T_{in} = +20^{\circ} \text{ C}$

Winter $T_{in} = +5^{\circ} \text{ C}$ (abweichend von $+25^{\circ} \text{ C}$ nach DIN EN 1991-1-5, Tab. 5.1 [23] aufgrund der Auslegung des Lagergebäudes)

Außentemperatur

Sommer:

$T_{out} = T_{max} + T4 = 37^{\circ} \text{ C} + 30^{\circ} \text{ C} = 67^{\circ} \text{ C}$ (helle Oberflächen, z. B. Fassaden)

$T_{out} = T_{max} + T5 = 37^{\circ} \text{ C} + 42^{\circ} \text{ C} = 79^{\circ} \text{ C}$ (dunkle Oberflächen, z. B. Dach)

Winter:

$T_{out} = T_{min} = -24^{\circ} \text{ C}$

5.3 Außergewöhnliche Einwirkungen

Die Ermittlung der außergewöhnlichen Einwirkungen erfolgt – soweit zutreffend – nach DIN 25449 [25] sowie DIN EN 1991-1-7 [26] und DIN EN 1991-1-7/NA [32]. Folgende außergewöhnliche Einwirkungen werden berücksichtigt:

- Anpralllasten (Fahrzeuganprall),
- Behälterabsturz,
- Bemessungserdbeben,
- Explosionsdruckwelle und
- Hochwasser.

Die außergewöhnlichen Einwirkungen Differenzdruck, Strahlkraft, Temperatur, Verankerungskräfte sind nicht anzusetzen.

Der Flugzeugabsturz wurde in der Störfallanalyse [33] als die Auslegung überschreitend dem Restrisiko zugeordnet. Die TBH-KBR wird nicht gegen Flugzeugabsturz ausgelegt.

5.3.1 Anpralllasten

Anpralllasten außen

Gemäß DIN EN 1991-1-7/NA [32] werden für die Gebäudewände im Bereich von Verkehrsflächen statisch äquivalente Anprallkräfte in Fahrtrichtung (F_{dx}) und quer zur Fahrtrichtung (F_{dy}) angesetzt. Für LKW-befahrte Verkehrsflächen beträgt die äquivalente Anprallkraft $F_{xd} = F_{yd} = 100$ kN. Die statisch äquivalenten Anprallkräfte wirken in einer Höhe von 1,25 m über der Fahrbahnoberfläche auf die zu bemessenden Außenwände ein. Die Anprallfläche beträgt 0,5 m x 0,2 m.

Anpralllasten innen

Für die Bemessung der Wände in Halle 1 werden ebenfalls die o. g. Anpralllasten aus Fahrzeugverkehr angesetzt. Zusätzlich werden in Halle 1 Anpralllasten aus Gabelstaplerverkehr berücksichtigt. Gemäß DIN EN 1991-1-7 [34] beträgt die statische Ersatzlast aus Gabelstapler $F = 5 \times W$, wobei W die Summe aus Eigenlast und Hublast des zum Einsatz kommenden Gabelstaplers ist. Die statische Eigenlast greift in einer Höhe von 0,75 m über der Fußbodenoberkante an. Für die Bemessung wird ein Gabelstapler der Gabelstaplerklasse FL4 nach DIN EN 1991-1-1 [16] berücksichtigt.

- Eigengewicht: 60 kN
- Hublast: 40 kN
- Statische Ersatzlast: $5 \times (60 \text{ kN} + 40 \text{ kN}) = 500 \text{ kN}$

Für Gabelstapler oberhalb der Gabelstaplerklassen FL4 werden die Transporte in Halle 1 mit geringer Geschwindigkeit kontrolliert durchgeführt. Beim Transportvorgang fährt der Stapler vorsichtig vorwärts in Halle 1, stellt die Last langsam ab und fährt nachfolgend vorsichtig und langsam rückwärts wieder aus der Halle 1. Somit wird kein erhöhter Fahrzeuganprall auf die Wände berücksichtigt.

5.3.2 Behälterabsturz

Im Rahmen der statischen Auslegung der Bodenplatte wird als außergewöhnliche Einwirkung der Absturz eines Abfallgebindes untersucht. Es ist der Nachweis zu führen, dass die Funktion der Bodenplatte als Abdichtung gegen drückendes Wasser auch nach einem Behälterabsturz gewährleistet ist. Folgende Anforderungen werden bei der Nachweisführung berücksichtigt:

- Klassifizierung des Lastfalls Behälterabsturz in die Anforderungsklasse A3 nach DIN 25449 [25] (geringe Eintrittswahrscheinlichkeit $\leq 10^{-4}$ /Jahr, einmaliges Auftreten während der Nutzungsdauer wird unterstellt),

- Bodenplatte muss nach einem Behälterabsturz weiterhin standsicher sein,
- Berücksichtigung der Anforderungen gemäß Kapitel 5.3.5,
- Lokale Schäden an der Oberfläche der Bodenplatte wie z. B. Betonabplatzungen und Schäden an der oberen Bewehrungslage sind zulässig,
- Die untere Bewehrungslage darf keine plastische Verformung aufweisen.
- Mögliche Beschädigungen sind lokal zu begrenzen und
- Möglichkeit zur Reparatur der Schäden am Beton und der Bewehrung der Bodenplatte muss gegeben sein.

Die Art der Abfallbinde mit ihren jeweiligen Massen und Fallhöhen wird in der statischen Berechnung berücksichtigt (vgl. [35]). Dabei werden der Absturz eines Konrad-Container Typ II mit einer Masse von 20 t und einer Fallhöhe von 7,8 m sowie der Gussbehälter Typ II mit einer Masse von 10,5 t und einer Fallhöhe von 5 m auf die Bodenplatte der TBH-KBR beurteilt.

5.3.3 Bemessungserdbeben

Die tragenden Baustrukturen des Lagergebäudes, die Krananlage in Parkposition ohne Last und das Abschirmtor in geschlossener und verriegelter Stellung werden erdbebensicher ausgeführt.

Folgende Bemessungsgrößen für den Standort KBR wurden im seismologischen Gutachten [36] berücksichtigt:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| - Intensität am Standort | V-VI MSK-Skala (6,0) |
| - Bodenbeschleunigung | |
| • Horizontale Komponente | $a_H = 0,42 \text{ m/s}^2$ |
| • Horizontale Resultierende | $a_R = 0,50 \text{ m/s}^2$ |
| • Vertikale | $a_V = 0,25 \text{ m/s}^2$ |
| - Starkbebendauer | 4,0 s |

In Abbildung 3 ist der Verlauf der Freifeldantwortspektren dargestellt.

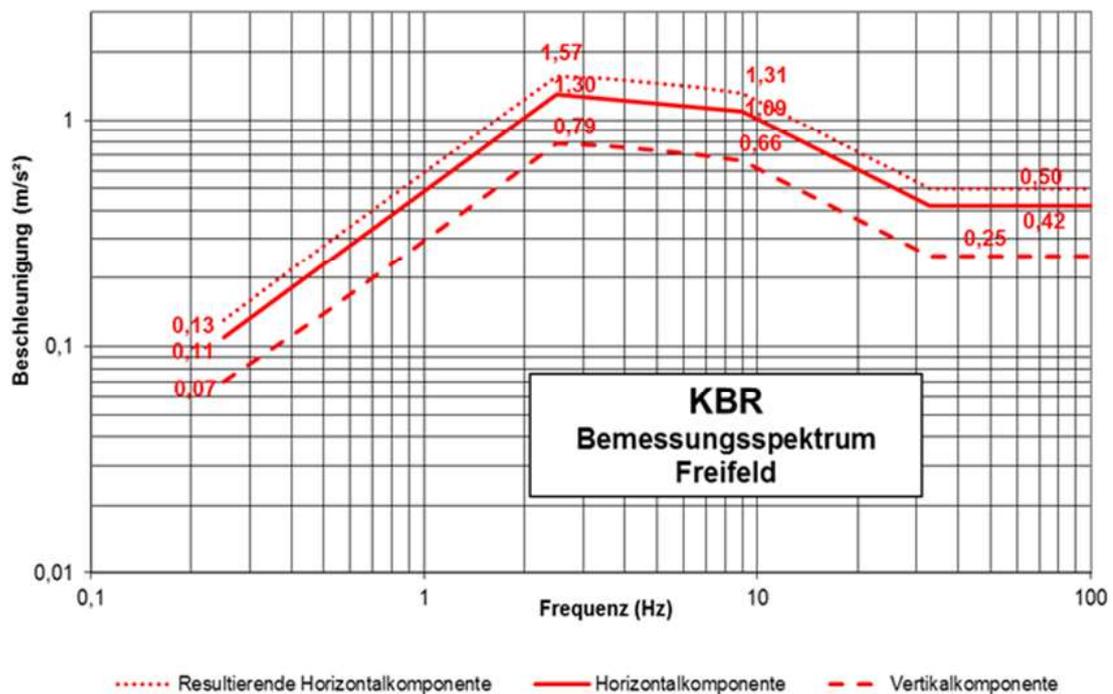


Abbildung 3: Freifeldantwortspektren für den Standort Brokdorf [36]

5.3.4 Explosionsdruckwelle

Für die Bemessung der tragenden Baukonstruktion wird eine maximal auftretende Druckbeanspruchung in den Berichten „Druckwelle infolge Gasexplosion“ [37] und „Explosionsdruckwelle aus Betrachtungen zur Planung von Terminals für Liquid Natural Gas (LNG)“ [38] ermittelt. Der ermittelte maximale Gesamtüberdruck liegt unterhalb von 150 mbar an der TBH-KBR.

Daher wird konservativ als Explosionsdruck p gem. DIN 25449 eine statische Ersatzlast von 150 mbar = 15 kN/m² berücksichtigt. Die Last wird orthogonal auf die Hallenwände und die Hallendecke wirkend angesetzt. Ein Überdruck auf der Leseite bleibt konservativ unberücksichtigt.

5.3.5 Hochwasser

Der Hochwasserschutz des Standortes ist mit einer Ausbauhöhe des Deiches auf +8,40 m NN sichergestellt. In einem Abschnitt von 800 m am Standort Brokdorf ist der Deich besonders wehrhaft ausgeführt. Das Betriebsgelände ist auf ca. +1,50 m NN aufgeschüttet.

Der Wasserstand auf dem Betriebsgelände bei einem 100-jährlichen Hochwasser infolge Deichbruch läge bei +1,80 m NN. Bei einem 10.000-jährlichen Hochwasser mit

unterstelltem fortschreitenden Deichbruch läge der Wasserstand bei +2,24 m NN und bei unterstelltem plötzlichem Deichbruch bei +2,85 m NN; d. h. das Betriebsgelände wäre 1,35 m überflutet. Zusätzlich könnte ein Wellenaufschlag durch Wind von max. 0,5 m entstehen. Da die Bodenplatte auf +1,50 m NN angeordnet ist, werden Vorkehrungen vor einer Überflutung der Halle 2 (Lagerbereich) getroffen. Eine Überflutung der Halle 1 (Verladebereich) ist zulässig. Für Halle 2 (Lagerbereich) sind folgende Maßnahmen abdeckend getroffen:

- Die Transportöffnung in der Abschirmwand besitzt eine mindestens 1,65 m (+3,15 m NN) hohe Schwelle.
- Die gesamte Bodenplatte sowie die umfassenden Wände des Lagergebäudes werden bis zu einer Höhe von 1,65 m (+3,15 m NN) in WU-Beton hergestellt.
- Die Türen zur Halle 2 werden aus Gründen des Hochwasserschutzes nicht auf 1,5 m NN (OK Bodenplatte), sondern auf mindestens 1,65 m (+3,15 m NN) angeordnet.

Die von Halle 2 in den Außenbereich führende Tür wird durch temporäre Maßnahmen gegen Wasser aufgrund von Wellenschlag gesichert. An der Transportöffnung und der Tür zwischen Halle 1 und Halle 2 muss kein Wellenschlag unterstellt werden.

Damit sind die Halle 2 und die darin abgestellten Abfallgebinde und Gebinde vor einer Überflutung geschützt (s. a. D-18 Störfallanalyse [33]).

6. NACHWEIS DER BAUKONSTRUKTION

Das Tragwerk ist gemäß DIN EN 1990 [4] grundsätzlich so zu planen und auszuführen, dass es während der Errichtung und der vorgesehenen Nutzungszeit mit angemessener Zuverlässigkeit und Wirtschaftlichkeit den möglichen Einwirkungen und Einflüssen standhält und die geforderten Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit eines Bauwerks oder eines Bauteils erfüllt.

6.1 Bemessungssituation

Im Rahmen der Bemessung des Bauwerks und der Bauteile werden die Nachweise geführt, dass alle gestellten Anforderungen erfüllt und sogenannte Grenzzustände nicht überschritten werden.

Es werden die Grenzzustände der Tragfähigkeit (GZT) und die Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit (GZG) unterschieden. Für verschiedene Bauteile ist darüber hin-

aus der Nachweis der Dauerhaftigkeit (z. B. Ermüdungsnachweis) zu führen. Die Grenzzustände GZT und GZG sind für verschiedene Bemessungssituationen nachzuweisen. Die verschiedenen Bemessungssituationen werden wie folgt unterteilt:

- Ständige Bemessungssituationen (P),
- Vorübergehende Bemessungssituationen (T),
- Außergewöhnliche Einwirkungen (A) und
- Einwirkungen infolge Erdbeben (E).

In den verschiedenen Bemessungssituationen werden unterschiedliche Lastfälle in Anlehnung an DIN 25449 [25] miteinander kombiniert. Die zu berücksichtigenden Einwirkungen werden in Abhängigkeit ihrer zeitlichen Einwirkungsdauer und Auftretenswahrscheinlichkeiten unterteilt (Vergleiche Kapitel 5):

- Ständige Einwirkungen (G),
- Veränderliche Einwirkungen (Q),
- Außergewöhnliche Einwirkungen (A) und
- Einwirkungen infolge Erdbeben (A_E).

6.2 Bemessung im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Grenzzustände der Tragfähigkeit sind Grenzzustände, die die Sicherheit von Personen und/oder die Sicherheit des Tragwerkes betreffen. Gemäß DIN EN 1990 [4] sind unterschiedliche Grenzzustände der Tragfähigkeit zu untersuchen. Es ist nachzuweisen, dass die folgenden Grenzzustände nicht überschritten werden:

- Der Verlust der Lagesicherheit des als starrer Körper betrachteten Tragwerkes oder eines seiner Teile,
- das Versagen durch übermäßige Verformungen bzw. Übergang des Bauwerks oder seiner Teile einschließlich der Lager und Gründungen in einen kinematischen Zustand, einen Bruchzustand oder eine instabile Lage sowie
- das Versagen des Tragwerkes oder eines seiner Teile durch Materialermüdung oder andere zeitabhängige Auswirkungen.

Die Bemessung wird mit geeigneten Modellen für das Tragsystem und die Belastung durchgeführt. Die Bemessung erfolgt mit den Bemessungswerten für die Einwirkungen, die Baustoffeigenschaften oder die Produkt- und Bauteileigenschaften und die geometrischen Maße. Die Bemessungswerte werden hierbei durch Multiplikation der charakte-

ristischen Werte mit den zugehörigen Teilsicherheitsbeiwerten gebildet. Für die verschiedenen Grenzzustände der Tragfähigkeit sind gemäß DIN EN 1990 [4] unterschiedliche Teilsicherheitsbeiwerte (γ) zu verwenden. Darüber hinaus werden die Bemessungswerte der veränderlichen Einwirkungen mit unterschiedlichen Kombinationsbeiwerten (ψ) multipliziert. Die anzuwendenden Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte sind in der DIN EN 1990/NA [39] und DIN EN 1990/NA/A1 [40] enthalten.

Für geotechnische Nachweise sind weitere Anforderungen an die Nachweisführung im Grenzzustand der Tragfähigkeit in der DIN EN 1997-1 [34] und DIN EN 1997-1/NA [41] geregelt. Die Zahlenwerte der Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen bzw. Beanspruchungen, geotechnische Kenngrößen und Widerstände in den einzelnen Grenzzuständen und Bemessungssituationen sind der DIN 1054 [42] zu entnehmen. Die spezifischen Zahlenwerte der Teilsicherheitsbeiwerte für die Bestimmung des Tragwiderstandes sind in DIN EN 1992 bis DIN EN 1999 (Normenreihe zur Bemessung und Konstruktion mit den Materialien Beton, Stahl, Verbundtragwerken, Holz, Mauerwerk, Aluminium sowie zur Bemessung in der Geotechnik und zur Erdbebenauslegung) angegeben.

Die Überlagerung der Schnittgrößen und die Bemessung der Bauteile erfolgt entsprechend den Regelungen der DIN EN 1990 [4] bzw. DIN EN 25449 [25] für Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit in

(1) ständige und vorübergehende Bemessungssituation (BS-P)

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

(2) außergewöhnliche Bemessungssituation (BS-A)

$$E_{dA} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_d + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

(3) Bemessungssituation infolge von Erdbeben (BS-A_E)

$$E_{dAE} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + A_{Ed} + \sum_{j > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

6.3 Bemessungszustand im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind Grenzzustände, die die Funktion des Tragwerks oder eines seiner Teile unter normalen Gebrauchsbedingungen, das Wohlbefinden der Nutzer oder das Erscheinungsbild des Bauwerks betreffen. Gemäß

DIN EN 1990 [4] werden jeweils unter den Kriterien Erscheinungsbild, Wohlbefinden der Nutzer und Funktion des Tragwerks Nachweise für folgende Grenzzustände geführt:

- Verformungen und Verschiebungen,
- Schwingungen und
- Schäden am Tragwerk.

In Analogie zum Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit sind auch für Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit geeignete Modelle für das Tragsystem und die Belastung zu bilden. Für die Bildung von Bemessungswerten werden ebenfalls Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte verwendet. Die in den Nachweisen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit anzuwendenden Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte sind in DIN EN 1990 [4] und DIN EN 1990/NA [39] enthalten. Teilsicherheits- und Kombinationsbeiwerte für geotechnische Nachweise enthält die DIN 1054 [42]. In Abhängigkeit der jeweils untersuchten Baustoffe und Materialien (z. B. Stahl, Beton usw.) sind darüber hinaus die spezifischen Vorschriften in DIN EN 1992 bis DIN EN 1999 in ihrer jeweils gültigen Fassung anzuwenden.

Die Überlagerung der Schnittgrößen und Auslegung der Bauteile erfolgt entsprechend den Regelungen von DIN EN 1990 [4] bzw. DIN EN 25449 [25]:

(1) charakteristische Einwirkungen

$$E_{d,char} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} * Q_{k,i}$$

(2) häufige Einwirkungen

$$E_{d,freq} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \psi_{1,1} * Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

(3) quasi-ständige Einwirkungen

$$E_{d,perm} = \sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P_k + \sum_{j > 1} \psi_{2,i} * Q_{k,i}$$

Die Ausbildung als Weiße Wanne erfolgt nach DAfStb-Richtlinie „Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton“ (WU-Richtlinie) [43] (siehe Kapitel 4.4).

7. BAUTOLERANZEN

Die Maßtoleranzen für Bauteile gemäß DIN 18202 [44] im Allgemeinen, für Fertig-teile gemäß DIN EN 13369 [45] sowie für Betonbauteile gemäß DIN EN 13670 [46] sind einzuhalten.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

	Seite
Abbildung 1: Lastmodell Nutzlasten für Verkehrsflächen	13
Abbildung 2: Prinzipskizze Zweiträgerbrückenkran	15
Abbildung 3: Freifeldantwortspektren für den Standort Brokdorf [36]	21

TABELLENVERZEICHNIS

	Seite
Tabelle 1: Expositionsclassen und Mindestbetondeckung für das Lagergebäude	9
Tabelle 2: Anzusetzende Nutzlasten	13
Tabelle 3: Radlasten der Krananlage	14

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlung
StrlSchG - Strahlenschutzgesetz
vom 27. Juni 2017
zuletzt geändert am 03.01.2022,
BGBl. I Nr. 1 vom 11.01.2022 S. 15

- [2] Kernkraftwerk Brokdorf, KBR
Neubau der Transportsbereitstellungshalle
TBH-KBR
1. Bericht
Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung
Grundbauingenieure Steinfeld und Partner
Stand: 14.02.2019

- [3] DIN 4020
Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke -
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2
Dezember 2010

- [4] DIN EN 1990
Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010
Oktober 2021

- [5] DIN EN 1992-1-1
Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und
Spannbetontragwerken -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
Januar 2011

- [6] DIN EN 1992-1-1/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und
Spannbetontragwerken -
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau
April 2013

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [7] DIN 1045-2
Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
Anwendungsregeln zur DIN 206-1
August 2008
- [8] DAfStB Richtlinie
Massige Bauteile aus Beton
Ausgabe: 2010-04
- [9] DIN 488-1
Betonstahl -
Teil 1: Stahlsorten, Eigenschaften, Kennzeichnung
August 2009
- [10] DIN EN 1993-1-1
Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln für den Hochbau
Deutsche Fassung EN 1993-1-1:2005 + AC:2009
Dezember 2010
- [11] DIN EN 1991-1-2
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-2: Allgemeine
Einwirkungen -
Brandeinwirkungen auf Tragwerke
Deutsche Fassung EN 1991-1-2:2002 + AC:2009
Dezember 2010
- [12] DIN EN 1991-1-2/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-2: Allgemeine Einwirkungen -
Brandeinwirkungen auf Tragwerke
September 2015
- [13] DIN EN 1992-1-2
Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und
Spannbetontragwerken - Teil 1-2: Allgemeine Regeln -
Tragwerksbemessung für den Brandfall;
Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008
Dezember 2010

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [14] DIN EN 1992-1-2/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter
Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und
Spanntragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für
den Brandfall
Dezember 2010
- [15] Max Streicher GmbH & Co. KG aA
WU-Konzept
Neubau einer Transportbereitstellungshalle
(TBH) zur Lagerung von radioaktiven Abfällen
und radioaktiven Reststoffen
Rev. C, 05.04.2022
- [16] DIN EN 1991-1-1
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke -
Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau;
Deutsche Fassung EN 1991-1-1:2002 + AC:2009
Dezember 2010
- [17] DIN EN 1991-1-1/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke -
Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau
Dezember 2010
- [18] DIN EN 1991-3
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 3: Einwirkungen infolge von Kranen und Maschinen;
Deutsche Fassung EN 1991-3:2006
Dezember 2010
- [19] DIN EN 1991-3/NA
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter -
Teil 3: Einwirkungen infolge Kran und Maschinen
Februar 2019

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [20] DIN EN 1991-1-3
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten;
Deutsche Fassung EN 1991-1-3:2003 + AC:2009
Dezember 2010
- [21] DIN 1986-100
Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
Dezember 2016
- [22] DIN EN 1991-1-4
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten;
Deutsche Fassung EN 1991-1-4:2005 + A1:2010 + AC:2010
Dezember 2010
- [23] DIN EN 1991-1-5
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen;
Deutsche Fassung EN 1991-1-5:2003 + AC:2009
Dezember 2010
- [24] DIN EN 1991-1-6
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-6: Allgemeine Einwirkungen – Einwirkungen während der
Bauausführung;
Deutsche Fassung EN 1991-1-6:2005 + AC:2008
Dezember 2010
- [25] DIN 25449
Bauteile aus Stahl- und Spannbeton in kerntechnischen Anlagen -
Sicherheitskonzept, Einwirkungen, Bemessung und Konstruktion
April 2016
- [26] DIN EN 1991-1-7
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, außergewöhnliche Einwirkungen;
Deutsche Fassung EN 1991-1-7:2006 + AC:2010
Dezember 2010

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [27] DIN EN 1991-2
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken;
Deutsche Fassung EN 1991-2:2003 + AC:2010
Dezember 2010
- [28] DIN EN 1991-2/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 2: Verkehrslasten auf Brücken
August 2012
- [29] DIN EN 1991-1-4/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen, Windlasten
Dezember 2010
- [30] DIN EN 1991-1-3/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten;
April 2019
- [31] DIN EN 1991-1-5/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen
Dezember 2010
- [32] DIN EN 1991-1-7/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter -
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke -
Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen, außergewöhnliche Einwirkungen
September 2019

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [33] Preussen Elektra GmbH
TBH-KBR, D-18 - Störfallanalyse -
Rev. 1

- [34] DIN EN 1997-1
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik -
Teil 1: Allgemeine Regeln;
Deutsche Fassung EN 1997-1:2004 + AC:2009 + A1:2013
März 2014

- [35] HOCHTIEF
TBH-KBR, D-23 - Dimensionierung und Beurteilung der Bodenplatte für
postulierten Behälterabsturz –
Rev. 0

- [36] Seismotec GmbH Beratene Ingenieure
Seismische Lastannahmen für das Zwischenlager Brokdorf
Stand: Dezember 2000

- [37] WTI
TBH-KBR, D-21 - Druckwelle infolge Gasexplosion -
Rev. 1

- [38] PreussenElektra GmbH
TBH-KBR, D-21a - Explosionsdruckwelle aus Betrachtungen zu Planungen
von Terminals für Liquid Natural Gas (LNG) –
Rev. 1

- [39] DIN EN 1990/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter –
Eurocode Grundlagen der Tragwerksplanung
Dezember 2010

- [40] DIN EN 1990/NA/A1
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter –
Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung
August 2012

LITERATURVERZEICHNIS (FORTSETZUNG)

- [41] DIN EN 1997-1/NA
Nationaler Anhang -
National festgelegte Parameter
Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik
Teil 1: Allgemeine Regeln
Dezember 2010

- [42] DIN 1054
Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau -
Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
April 2021

- [43] DAfStB-Richtlinie
Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton
(WU-Richtlinie)
Ausgabe: Dezember 2017

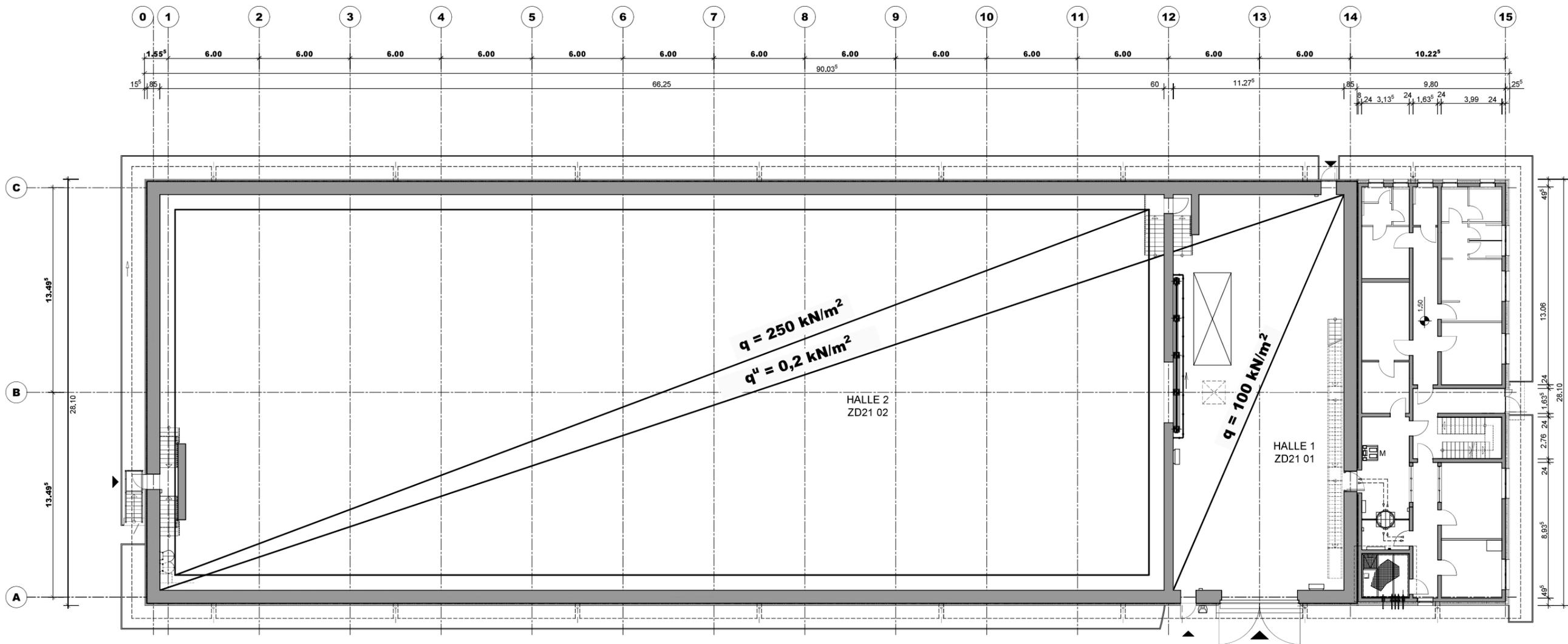
- [44] DIN 18202
Toleranzen im Hochbau -
Bauwerke
Juli 2019

- [45] DIN EN 13369
Allgemeine Regeln für Betonfertigteile;
Deutsche Fassung EN 13369:2018
August 2018

- [46] DIN EN 13670
Ausführung von Tragwerken aus Beton;
Deutsche Fassung EN 13670:2009
März 2011

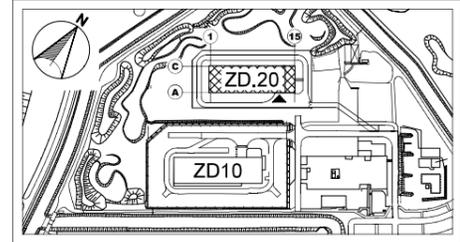
ANHANG

- **Belastungsplan**
Zeichnungs-Nr.: F18725-009, Index: 1
Stand: 12.04.2022



ERDGESCHOSS

LASTANGABEN FÜR DAS FUNKTIONSGEBÄUDE
SIND IM RAHMEN DER WEITEREN PLANUNG FESTZULEGEN.
(ARCHIVE, LÜFTUNG, E-TECHNIK/LEITTECHNIK)



ERLÄUTERUNG DER LASTANGABEN

q = VERTIKALE FLÄCHENLAST AUF 1,50 m NN
q'' = VERTIKALE ABGEHÄNGTE FLÄCHENLAST
FÜR GRUNDRISSFLÄCHEN OHNE ANGABEN GILT q = 5 kN/m²

WEITERE LASTANGABEN ENTSPRECHEND BERICHT
WT/10/19 "BAUTECHNISCHE AUSLEGUNGSANFORDERUNGEN"

RAUM	BEZEICHNUNG	HÖHENKOTE
ZD21 01	HALLE 1	1,50 m NN
ZD21 02	HALLE 2	1,50 m NN
ZD21 03	STRAHLENSCHUTZ AUSRÜSTUNG	1,50 m NN
ZD21 04	FLUR 1	1,50 m NN
ZD21 05	STRAHLENSCHUTZ BÜRO	1,50 m NN
ZD21 06	TREPPE	1,50 m NN
ZD21 07	FLUR 2	1,50 m NN
ZD21 08	AUFENTHALTSRAUM	1,50 m NN
ZD21 09	UMKLEIDE HERREN	1,50 m NN
ZD21 10	WC HERREN	1,50 m NN
ZD21 11	WC DAMEN	1,50 m NN
ZD21 12	UMKLEIDE DAMEN	1,50 m NN
ZD21 13	KRANTECHNIK	1,50 m NN
ZD21 14	KRANBEDIENUNG	1,50 m NN
ZD21 15	ZUGANG	1,50 m NN
ZD21 16	HAUSANSCHLUSS	1,50 m NN
ZD21 17	PUTZMITTELRAUM	1,50 m NN
ZD22 01	TREPPE	5,325 m NN
ZD22 02	FLUR 1	5,325 m NN
ZD22 03	ARCHIV 2	5,325 m NN
ZD22 04	ARCHIV 1	5,325 m NN
ZD22 05	ZBV	5,325 m NN
ZD22 06	FLUR 2	5,325 m NN
ZD22 07	BÜRO 1	5,325 m NN
ZD22 08	BÜRO 2	5,325 m NN
ZD23 01	TREPPE	9,135 m NN
ZD23 02	LÜFTUNG	9,135 m NN
ZD23 03	E-TECHNIK/LEITTECHNIK	9,135 m NN
ZD23 04	NOTBELEUCHTUNG	9,135 m NN
ZD23 05	BMA	9,135 m NN
ZD23 06	EMA	9,135 m NN
ZD23 07	ELA	9,135 m NN
ZD24 01	DACH	14,60 m NN
ZD25 01	DACH	18,52 m NN

OK Fertigfußboden Halle 1 und 2 = 1.50 m NN

01	Finalisierung	12.04.2022		
00	Ersterstellung	03.09.2019		

PreussenElektra GmbH

Entz. für: ersetzt durch: Maßstab: 1:100 Format: A 0 Zeichnungs-Nr. (PLE): F18725-009 Index: 01

Projektkennwort: **TBH - KBR** CAD-Nr.: F18725009F Übergreifendes Dokument

Firmenstempel (PLE): **wii** (Logo) **BELASTUNGSPLAN** AKZ: **ZD.20**

Für die Unterlagen behalten wir uns alle Rechte vor (Schutzvermerk § 102, 103 UrhG beachten) 18725

Gebäude: **TRANSPORTBEREITSTELLUNGSHALLE** UAB: **UE**

PreussenElektra (Logo)

Die Zeichnung, die zugehörigen Anlagen, Berechnungen, Bemessungen, Daten usw. und ihr Inhalt sind unser geistiges Eigentum. Sie dürfen nicht ohne unsere Genehmigung ververvielfältigt, verbreitet, Dritten zur Einsicht überlassen werden oder sonstwie zugänglich oder an andere Personen als die dem Empfänger anerkannt sind, weitergegeben werden. Sie sind auf Verlangen zurückzugeben.