

AC_AOC

RWTH Neubau Anorganische und Organische Chemie Aachen

Kapitel 2

Lastannahmen

2 Lastannahmen

2.1 Vorbemerkungen

Nachfolgend werden die global gültigen Lastannahmen zusammengestellt. Diese Lastannahmen werden bei der Berechnung der Bauteile entsprechend der Gültigkeit eingeführt. Die Ermittlung der Einwirkungen erfolgt auf Basis der europäischen Normen DIN EN 1991-1-x sowie der jeweiligen nationalen Anhänge. Bauteilabweichende Annahmen oder Varianten der Globalannahmen werden bei der entsprechenden Berechnungsposition gesondert dargestellt.

- Angaben zu den Lastansätzen/Einwirkungen sind auch auf den Positions- bzw. Lastenplänen vermerkt bzw. aus den statischen Berechnungspositionen ersichtlich.
- Nachfolgend werden die wesentlichen Ausbau- und Nutzlasten des Gebäudes zusammengestellt. Sie geben Hinweise bzw. dienen der Erläuterung. Die genauen Zuordnungen sind aus den Positions- bzw. Lastenplänen sowie den Ausdrucken des 3D-Modells ersichtlich.
- Die Eigenlasten der Konstruktion werden nicht gesondert angegeben, da sie i. d. R. in den Berechnungsprogrammen intern berücksichtigt werden.
- Bei den aufgeführten Lasten handelt es sich um die charakteristischen Werte der Einwirkungen.
- Die Planung der Fußbodenaufbauten ist entsprechend der Nutzlastanforderung durch den Architekten in Abstimmung mit Nutzer/Bauherr auszulegen. Bei Festlegung von Nutzlasten $> 5,0 \text{ kN/m}^2$ und $> 4,0 \text{ kN}$ Einzellast sind Sachverständige für die Planung hinzuzuziehen.

2.2 Ständige Einwirkungen

2.2.1 Eigenlasten

Eigenlasten des Tragwerkes werden, wenn nicht anders erwähnt, programmintern erfasst.

2.2.2 Dachdecken über 3. OG und über 2. OG

Als Dach wird ein Flachdach (Stahlbetondecken) mit extensiver Begrünung auf Dichtung und Gefälledämmung (kein Gefälleestrich bzw. keine Rohdecken-OK im Gefälle) lt. Angabe Architekt angenommen.¹ Die Last des Dachaufbaus wurde mit **2,50 kN/m²** (DE ü. 3. OG) bzw. **3,50 kN/m²** (DE ü. 2. OG) abgestimmt.²

Windsogsicherung insbesondere bei Flachdächern z. B. für Abdichtungen für Innen-, Rand- und Eckbereiche (vgl. EC bzw. FlachdachRiLi) durch Auflast (Gehwegplatten o. ä.) bzw. durch Kies oder aber mechanische Befestigungen ist durch Architekt zu planen und in der Ausführung sicherzustellen. Nachweise zur Sogbefestigung sind im Zuge der Werkstattplanung durch den Ausführenden zu erbringen und entsprechend auszuschreiben.

Hinweis:

Der nach DIN EN 1991 Pkt. 2.1 geforderte Ansatz des Eigengewichtes des Dachaufbaus als veränderliche Einwirkung vorzuhalten, erfolgt hier nicht, um die Zuordnung der Berechnungsergebnisse nachvollziehbar zu gestalten. Das vermeintlich dadurch geringere Sicherheitsniveau wird durch einen etwas reichlicher gewählten Nutzlastansatz kompensiert.

2.2.3 Fußbodenaufbauten (FBA) Bodenplatte und Geschossdecken

Für die Lasten der Fußbodenaufbauten werden entsprechend der aktuellen Planung Architekt³ **2,50 kN/m²** bzw. **3,50 kN/m²** (Bereiche sh. abgestimmte Lastenpläne der TWP) angesetzt.

2.2.4 Unterhangdecken inkl. Installationslasten

Eigenlasten für Unterhangdecken und abgehangene Installation werden gem. Vorgabe Architekt/TGA-Planer/Brandschutzplaner generell mit **1,00 kN/m²** angesetzt. Bei der Decke über UG werden **1,50 kN/m²** angesetzt (große Installationsdichte).

Die Abhanglasten können den abgestimmten Lastenplänen der TWP entnommen werden.

2.2.5 Lasten Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Für die RWA-Anlagen in den Decken über 3. OG bzw. über 2. OG werden folgende Lasten angenommen:

$g_{RWA} = 2,00 \text{ kN/m}$

$q_{RWA} = 1,00 \text{ kN/m}$

¹ Dachaufbauten sh. Pläne „2124_FAR_3_DE_GE_FAS_6101_-“ und „2124_FAR_3_DE_GE_FAS_6102_-“ von Architekt, Stand 05.05.2023 (/02.01.2025)

² vgl. Lastenpläne TWP Abgabe LP3

³ Fußbodenaufbauten inkl. Lastangaben sh. Plan „2124_FAR_3_DE_GE_---_9000_B_“ von Architekt, Stand 05.05.2023 (/02.01.2025)

2.2.6 Lasten aus nichttragenden Trennwänden

Leichte Trennwände (LTW) mit Lasten $\leq 300 \text{ kg/lfm}$ am Wandfuß sind bei Nutzlasten unter $5,0 \text{ kN/m}^2$ mit einem Trennwandzuschlag $\text{TWZ} = 0,80 \text{ kN/m}^2$ und LTW bis 500 kg/lfm am Wandfuß mit einem $\text{TWZ} = 1,20 \text{ kN/m}^2$ zu berücksichtigen.

Schwere Wände z. B. Mauerwerkswände entsprechender Höhe müssen als nichttragende Trennwände mit Eigenlasten $> 300 \text{ kg/lfm}$ bzw. 500 kg/lfm je nach Last und gewähltem Trennwandzuschlag in der statischen Berechnung als Linienlast ortskonkret berücksichtigt und die Lasten separat erfasst werden. Sie sind demzufolge in Lage und Ausbildung genau festzulegen.

Ausgenommen davon sind schwere Trennwände, welche direkt auf der Bodenplatte abgesetzt werden. Bei üblichen Mauerwerksdicken und Qualitäten sowie Geschosshöhen gilt hierfür keine Last einschränkung für direkt auf die Gründung abgesetzte schwere Mauerwerkstrennwände.

Wände, welche als Linienlast anzusetzen sind, werden im Positionsplan mit der genauen Lage gekennzeichnet.

Schacht-MW:

- KS-Mauerwerk, $b = 11,5 \text{ cm}$, $\text{RDK} \leq 2,0 + 0,5 \text{ kN/m}^2$ Putz/WDVS/Verkl./Install. etc.
 3. OG = Last auf DE ü. 2. OG ($h = 3,97 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,115 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,97 \text{ m} = 11,12 \text{ kN/m}$$

→ 12 kN/m
- 2. OG/1. OG/EG = Last auf DE ü. 1. OG/EG/UG ($h = 4,20 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,115 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 4,20 \text{ m} = 11,76 \text{ kN/m}$$

→ 12 kN/m
- KS-Mauerwerk, $b = 24,0 \text{ cm}$, $\text{RDK} \leq 2,0 + 0,5 \text{ kN/m}^2$ Putz/WDVS/Verkl./Install. etc.
 3. OG = Last auf DE ü. 2. OG ($h = 3,97 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,240 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,97 \text{ m} = 21,04 \text{ kN/m}$$

→ 22 kN/m
- 2. OG/1. OG/EG = Last auf DE ü. 1. OG/EG/UG ($h = 4,20 \text{ m} - 1,10 \text{ m (OZ)} = 3,10 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,240 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,10 \text{ m} = 16,43 \text{ kN/m}$$

→ 17 kN/m

Weitere MW-Wände:

- KS-Mauerwerk, $b = 17,5 \text{ cm}$, $\text{RDK} \leq 2,0 + 0,5 \text{ kN/m}^2$ Putz/WDVS/Verkl./Install. etc.
 EG = Last auf DE ü. UG ($h = 4,20 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,175 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 4,20 \text{ m} = 16,80 \text{ kN/m}$$

→ 17 kN/m
- UG = Last auf BoPl ($h = 3,25 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,175 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,25 \text{ m} = 13,00 \text{ kN/m}$$

→ 13 kN/m
- KS-Mauerwerk, $b = 24,0 \text{ cm}$, $\text{RDK} \leq 2,0 + 0,5 \text{ kN/m}^2$ Putz/WDVS/Verkl./Install. etc.
 3. OG = Last auf DE ü. 2. OG ($h = 3,97 \text{ m}$):

$$g_{\text{STW}} = (20 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,240 \text{ m} + 0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot 3,97 \text{ m} = 21,04 \text{ kN/m}$$

→ 22 kN/m

Grundsätzlich sind alle nichttragenden Wände (Kalksandstein-Wände und Trockenbauwände) mit beweglichen Wand- und Deckenanschlüssen an der tragenden Konstruktion als Stand der Technik zu befestigen.

2.2.7 Fassadenlasten/Verglasungen

Durch den Architekten ist eine geschossweise am Rohbau befestigte Profilglasfassade, an der Dachzentrale eine Stahlfassade und im Eingangsbereich Foyer (Ostflanke) eine Glasfassade als Pfosten-Riegel-Konstruktion geplant.

Es wird pauschal über die ganze Länge der Außenwände ein Lastansatz von $1,00 \text{ kN/m}^2$ mal die Geschosshöhe angenommen.

$$g_{\text{Fassade}} = 1,00 \text{ kN/m}^2$$

2.2.8 Lasten Geländer

- Leichte Ausführung als Füllstabgeländer: $g_k = 0,50 \text{ kN/m}$
- Schwere Ausführung als Blechgeländer: $g_k = 2,00 \text{ kN/m}$

2.2.9 Treppenlast

Treppen und Treppenpodeste werden, soweit sie nicht an die Decke anschließen, gesondert im Kap. 8 Treppen und Treppenpodeste behandelt. Die Treppenläufe, welche an das Hauptpodest anschließen, werden mit einer pauschalen Linienlast von $g_k = 20 \text{ kN/m}$ und $q_k = 10 \text{ kN/m}$ (Treppenhäuser) bzw. $g_k = 30 \text{ kN/m}$ und $q_k = 10 \text{ kN/m}$ (Foyer) berücksichtigt.

Für die **Stahltreppe** auf dem Dach werden je Auflagerpunkt $G_k = 15 \text{ kN}$ und $Q_k = 25 \text{ kN}$ angesetzt.

2.3 Nutzlastkonzept und -annahmen

(nach DIN EN 1991-1-1:2010-12 und DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12)

Die Nutzlasten können den abgestimmten Lastenplänen der TWP entnommen werden.

Es sind die Legenden und erläuternden Texte zu beachten.

Grundlagen zur Festlegung der Nutzlasten

- Mindestnutzlasten nach DIN EN 1991-1-1
- Nutzlastanforderungen des Nutzers
- Nutzlastanforderungen aus Technikplanung – TGA/ELT

2.3.1 Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone – Neubau Mindestnutzlasten nach dem Nationalen Anhang DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12 und Lasten infolge Nutzerbedingungen (Ausstattung, wissenschaftliche Geräte etc.)

Die Angaben beziehen sich auf Tabelle 6.1DE – Lotrechte Nutzlasten für Decken, Treppen und Balkone – des Nationalen Anhangs DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12.

Kategorie	Nutzung	Beispiele	q_k kN/m ²	Q_k kN	zzgl. $q_{TW}^*)$ kN/m ²
B (B1)	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	Flure in Bürogebäuden, Büroflächen, Aufenthaltsräume	2,0	2,0	0,8**)
B (B3)	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure	wie B1, <u>jedoch mit schwerem Gerät</u>	5,0	4,0	-
C (C1)	Räume, Versammlungsräume, ...	Flächen mit Tischen; z.B.: Café, ...	3,0	4,0	0,8**)
C (C2)	Räume, Versammlungsräume, ...	Flächen mit fester Bestuhlung, ... Hörsäle, Versammlungsräume, ...	4,0	4,0	0,8**)
C (C3)	Räume, Versammlungsräume, ...	Frei begehbare Flächen; z.B.: Museumsflächen, Ausstellungsflächen, Eingangsbereiche in öffentlichen Gebäude, Flure in den Kategorien C1 bis C3	5,0	4,0	-
D (D2)	Verkaufsräume	Flächen in Einzelhandelsgeschäften ...	5,0	4,0	-
E (E1.1)	Lager, Fabriken und Werkstätten, ..., Zugänge	Flächen in Werkstätten*** mit leichtem Betrieb	5,0	4,0	-
E (E1.2)	Lager, Fabriken und Werkstätten, ..., Zugänge	allgemeine Lagerflächen einschl. Bibliotheken****	6,0	7,0	-
E (E2.1)	Lager, Fabriken und Werkstätten, ..., Zugänge	Flächen in Werkstätten*** mit mittlerem oder schwerem Betrieb	7,5	10,0	-

T (T2)	Treppen und Treppenpodeste	Treppen und Treppenpodeste sowie alle Treppen, die als <u>Fluchtweg</u> dienen	5,0	2,0	-
Z	Zugänge, Balkone und Ähnliches	Dachterrassen, Balkone *****, Ausstiegspodeste	4,0	2,0	-
	*)	Trennwandzuschlag			
	**)	für Trennwände mit einer Eigenlast bis $g_{TW} = 3,0 \text{ kN/m}^2$ am Wandfuß			
	***)	Nutzlasten gelten als vorwiegend ruhend			
	****)	nur Handausleihe			
	*****)	Balkon dient dann nicht als Fluchtbalkon			

Gemäß Pkt. 6.3.1.2 der o. a. Norm sind bei Nutzlasten von $5,0 \text{ kN/m}^2$ (und mehr) keine Trennwandzuschläge erforderlich.

Es wurde verfassenseits in LP3 vorgeschlagen, für die lotrechten Nutzlasten in den Büros und in den Seminarräumen des BVs AOC Aachen einen Nutzlastansatz in Analogie zu den Laborräumen in Aufgriff der Kategorien **B** (B3), **C** (C3) bzw. **E** (E1.1) anzusetzen, um im Sinne der Nachhaltigkeit für diese Flächen die Nachrüstung/Nutzung als Labor zu ermöglichen. Dem Vorschlag wird gefolgt.

Kategorie	Nutzung	Beispiele	q_k kN/m ²	Q_k kN	zzgl. $q_{TW}^*)$ kN/m ²
	Büroflächen, Arbeitsflächen, Flure, Fabriken und Werkstätten, Labore, Zugänge	Eingangspforte, Seminarraum, Besprechungsraum, Auswerterraum, Sozialraum, Büro, Kopier- und Druckerraum, Serverraum, Treppen und Treppenpodeste, Besprechungsraum	5,0	4,0	-
	*)	Trennwandzuschlag			

Die gesonderten Lasten der Haustechnik (Gerätelasten) wurden bei der Haustechnikplanung abgefragt. Es sind im Tragwerk die folgenden Lasten als lotrechte Lasten auf den Decken anzusetzen:

Kategorie	Nutzung	q_k kN/m ²	Q_k kN	zzgl. $q_{TW}^*)$ kN/m ²
	Last TGA in TGA Zentralen (Aufdach, EG, UG) inkl. für Maschinenfundamente ($d_{\max} = 10 \text{ cm}$)	10,0	4,0	-
	Traforaum	20,0	-	-
	Dachauflast infolge Photovoltaik	0,30		
	*)	Trennwandzuschlag		

Erhöhte Nutzlasten für Bereiche mit gesondertem Experimentalbetrieb:

Bereich mit Gerätelasten für schwerere Geräte EG, Achse 1-13⁵/A-C (nicht unterkellerten Bereich):

Kategorie	Nutzung	q_k kN/m ²	Q_k kN	zzgl. $q_{TW}^*)$ kN/m ²
	Last schwere Geräte	12,5	4,0	-
	*)	Trennwandzuschlag		

2.3.2 Dachflächen allgemein

Flächenlast $q = 2,0 \text{ kN/m}^2$, kein TWZ, max. Einzellast $Q_k = 1,0 \text{ kN}$

Für die nicht frei begehbare Dachdecke über 3. OG bzw. über 2. OG wird eine Nutzlast von $2,0 \text{ kN/m}^2$ für Wartung und Installation in Ansatz gebracht. Dies deckt Wasseraufstau bzw. Schnee und lokale Schneeanhäufungen mit ab.

Eine maximale Wasseraufstauhöhe von i. M. 15 cm ist zu planen und durch Notüberlaufsysteme oder gleichwertiges vom Objekt- bzw. Haustechnikplaner sicherzustellen!

2.4 Windlasten

(nach DIN EN 1991-1-4:2010-12 und DIN EN 1991-1-4/NA:2010-12)

Eingabedaten und Ergebnisse :

Wind- und Schneelasten (V.29.2) nach EC1 - NA Deutschland

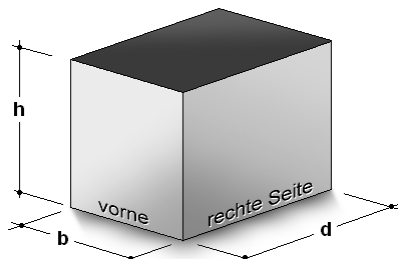
Standortdaten :

Ort = Aachen - Stadt
Postleitzahl = 52074
Kreis = Aachen - Stadt
Regierungsbezirk = Köln
Bundesland = Nordrhein-Westfalen
Telefon-Vorwahl = 0241

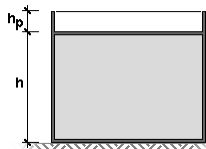
Höhe A über NN = 208 m
Schneelastzone = 2
Windzone = 2

Bauwerksdaten :

Dachform = Flachdach
Gebäudehöhe $h = 17,6$ m
Gebäudebreite $b = 21,3$ m
Gebäuelänge $d = 60,7$ m
Dachneigung $\alpha < 5^\circ$



Höhe h_p der Attika = 0,540 m



Windlasten EC1-1-4:

Lage des Gebäudes = Binnenland

Geschwindigkeitsdruck $q_{b,0} = 0,39$ kN/m²

Winddruck $q_p = 0,80$ kN/m²

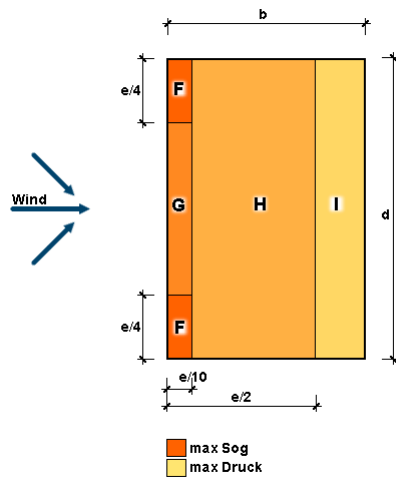
--> Windlasten werden nach vereinfachtem Verfahren ermittelt ($h \leq 25$ m) !

Windlasten für Dach unter Anströmung von rechts (Theta = 0°):

$$e/10 = 3,52 \text{ m}$$

$$e/4 = 8,80 \text{ m}$$

$$e/2 = 17,60 \text{ m}$$



cpe-Werte für Dachneigung $\alpha < 5^\circ$

Bereich F: $c_{pe,10} = -1,55$ | $c_{pe,1} = -2,15$

Bereich G: $c_{pe,10} = -1,05$ | $c_{pe,1} = -1,75$

Bereich H: $c_{pe,10} = -0,70$ | $c_{pe,1} = -1,20$

Bereich I (+): $c_{pe,10} = 0,20$ | $c_{pe,1} = 0,20$

Bereich I (-): $c_{pe,10} = -0,60$ | $c_{pe,1} = -0,60$

Windlasten $w_{e,k}$ für Dachneigung $\alpha < 5^\circ$ (für $c_{pe,10}$ -Werte)

Bereich F: $w_{e,k} = -1,24 \text{ kN/m}^2$

Bereich G: $w_{e,k} = -0,84 \text{ kN/m}^2$

Bereich H: $w_{e,k} = -0,56 \text{ kN/m}^2$

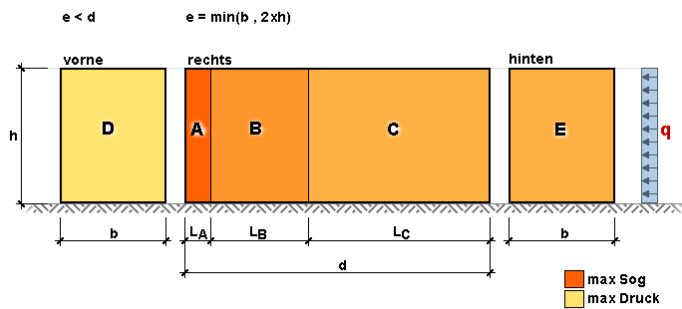
Bereich I (+): $w_{e,k} = 0,16 \text{ kN/m}^2$

Bereich I (-): $w_{e,k} = -0,48 \text{ kN/m}^2$

Windlasten für Wände unter Anströmung von vorne:

Geschwindigkeitsdruck $q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$

Winddruck $q_p = 0,80 \text{ kN/m}^2$



$$e = 21,30 \text{ m}$$

$$L_A = 4,260 \text{ m}$$

$$L_B = 17,040 \text{ m}$$

$$L_C = 39,400 \text{ m}$$

cpe-Werte für Wände

Bereich A: $c_{pe,10} = -1,20$ | $c_{pe,1} = -1,40$

Bereich B: $c_{pe,10} = -0,80$ | $c_{pe,1} = -1,10$

Bereich C: $c_{pe,10} = -0,50$ | $c_{pe,1} = -0,50$

Bereich D: $c_{pe,10} = 0,71$ | $c_{pe,1} = 1,00$

Bereich E: $c_{pe,10} = -0,31$ | $c_{pe,1} = -0,50$

Windlasten $w_{e,k}$ für Wände (für $c_{pe,10}$ -Werte)

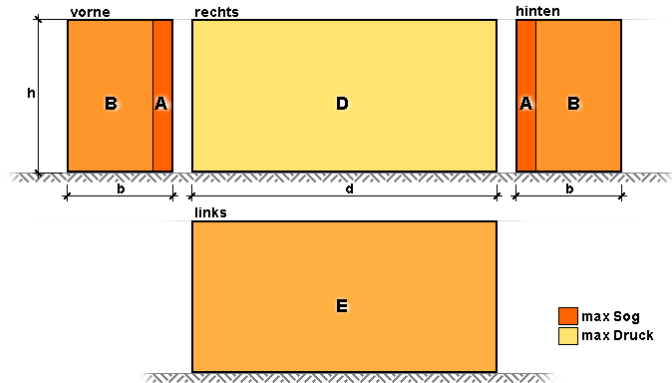
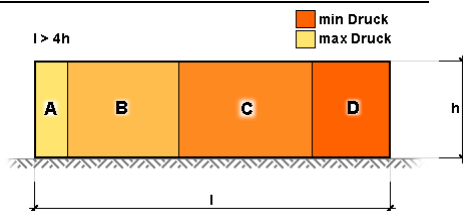
Bereich A: $w_{e,k} = -0,96 \text{ kN/m}^2$

Bereich B: $w_{e,k} = -0,64 \text{ kN/m}^2$

Bereich C: $w_{e,k} = -0,40 \text{ kN/m}^2$

Bereich D: $w_{e,k} = 0,56 \text{ kN/m}^2$

Bereich E: $w_{e,k} = -0,25 \text{ kN/m}^2$

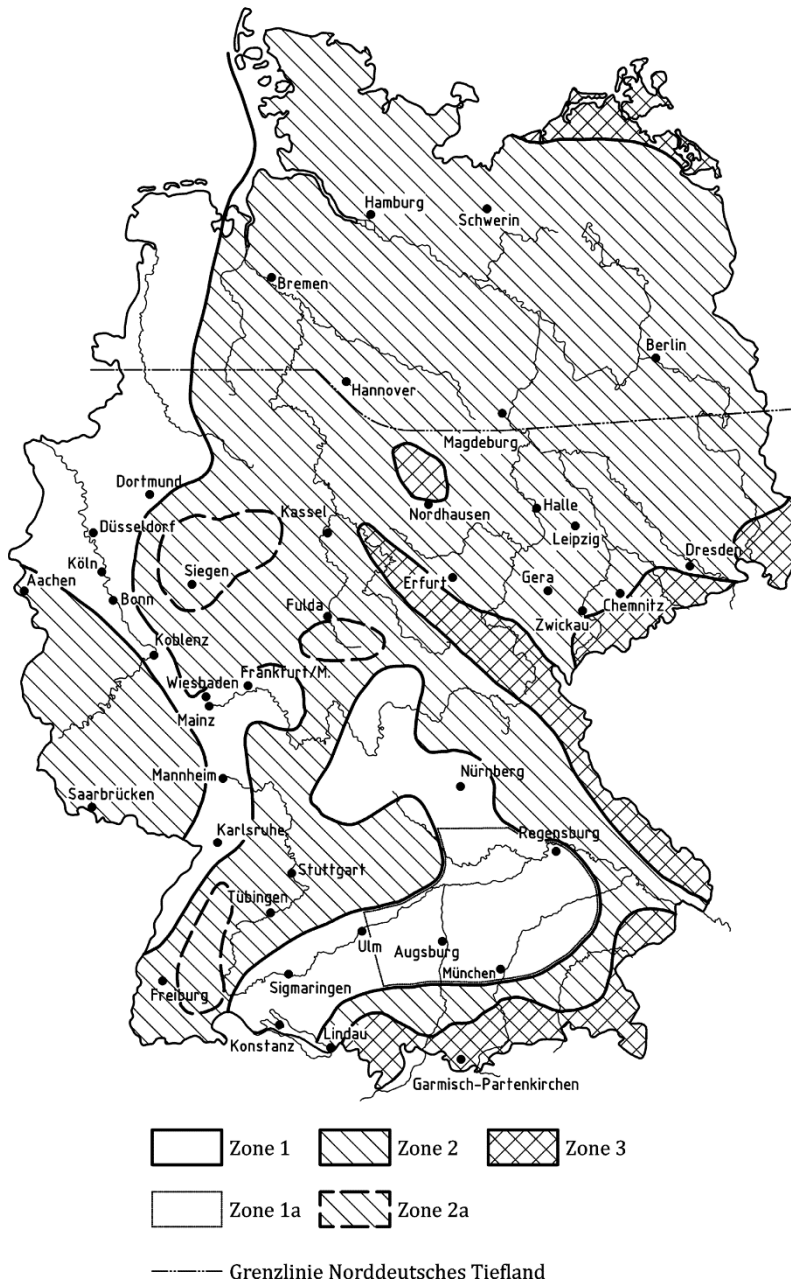
Windlasten für Wände unter Anströmung von rechts:Geschwindigkeitsdruck $q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$ Winddruck $q_p = 0,80 \text{ kN/m}^2$ $b \leq e \leq 5b$ $e = \min(d, 2 \cdot x_h)$  $e = 35,20 \text{ m}$ $l_A = 7,040 \text{ m}$ $l_B = 14,260 \text{ m}$ cpe-Werte für WändeBereich A: $c_{pe,10} = -1,20$ | $c_{pe,1} = -1,40$ Bereich B: $c_{pe,10} = -0,80$ | $c_{pe,1} = -1,10$ Bereich D: $c_{pe,10} = 0,78$ | $c_{pe,1} = 1,00$ Bereich E: $c_{pe,10} = -0,45$ | $c_{pe,1} = -0,50$ Windlasten $w_{e,k}$ für Wände (für $c_{pe,10}$ -Werte)Bereich A: $w_{e,k} = -0,96 \text{ kN/m}^2$ Bereich B: $w_{e,k} = -0,64 \text{ kN/m}^2$ Bereich D: $w_{e,k} = 0,62 \text{ kN/m}^2$ Bereich E: $w_{e,k} = -0,36 \text{ kN/m}^2$ Windlasten für freistehende Wände:Länge der Wand $l = 21,300 \text{ m}$ Höhe der Wand $h = 1,600 \text{ m}$ Bezugshöhe der Wand $z = 13,400 \text{ m}$ (bis UK Wand)Völligkeitsgrad $\Phi = 1,00$ Winddruck $q_p(h) = 0,80 \text{ kN/m}^2$ Bereich A (Länge $l_A = 0,480 \text{ m}$): $c_{p,net} = 3,40$ [-], $q(A) = 2,72 \text{ kN/m}^2$ Bereich B (Länge $l_B = 2,720 \text{ m}$): $c_{p,net} = 2,10$ [-], $q(B) = 1,68 \text{ kN/m}^2$ Bereich C (Länge $l_C = 3,200 \text{ m}$): $c_{p,net} = 1,70$ [-], $q(C) = 1,36 \text{ kN/m}^2$ Bereich D (Länge $l_D = 14,900 \text{ m}$): $c_{p,net} = 1,20$ [-], $q(D) = 0,96 \text{ kN/m}^2$

Für die globale Betrachtung des Tragwerkes werden die vertikalen Windlasten auf das Dach vernachlässigt. Für Dachaufbauten (z. B. Haustechnikgeräte) müssen diese Lastansätze entsprechend durch die Fachplanungen berücksichtigt werden.

2.5 Schneelasten

(nach DIN EN 1991-1-3:2010-12 und DIN EN 1991-1-3/NA:2019-04)

- nennenswerten Höhengsprünge an Dächern: ja
- Einschätzung: übliche Verhältnisse (Außergewöhnliche Verhältnisse sind nach derzeitiger Kenntnis nicht zu erwarten)
- Gebäude liegt nicht innerhalb der Norddeutschen Tieflandzone



Spezielle Ansätze z. B. für Tonnendächer usw. und Betrachtungen zu Schneesackbildungen sowie Schneeüberwehungen sind bei den Bemessungspositionen in der Statik zusätzlich zu berücksichtigen.

Eislasten bzw. Lasten aus Vereisung z. B. von Ablaufinnen werden nicht speziell für Tragwerksteile in Ansatz gebracht. Jedoch ist ausreichende örtliche Stabilität und Befestigung sicherzustellen.

Sämtliche Schneelasten, auch Verwehungskeile⁴, sind durch den Nutzlastansatz in Höhe von 2,0 kN/m² abgedeckt.

⁴ Verwehungskeile: Mittelwert < 2,0 kN/m² → durch Nutzlastansatz abgedeckt

Eingabedaten und Ergebnisse :

Wind- und Schneelasten (V.29.2) nach EC1 - NA Deutschland

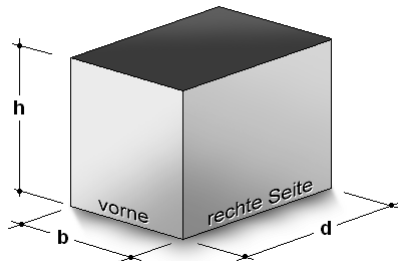
Standortdaten :

Ort = Aachen - Stadt
Postleitzahl = 52074
Kreis = Aachen - Stadt
Regierungsbezirk = Köln
Bundesland = Nordrhein-Westfalen
Telefon-Vorwahl = 0241

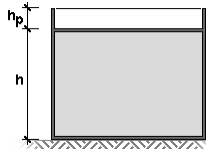
Höhe A über NN = 208 m
Schneelastzone = 2
Windzone = 2

Bauwerksdaten :

Dachform = Flachdach
Gebäudehöhe $h = 17,6$ m
Gebäudebreite $b = 21,3$ m
Gebäuelänge $d = 60,7$ m
Dachneigung $\alpha < 5^\circ$



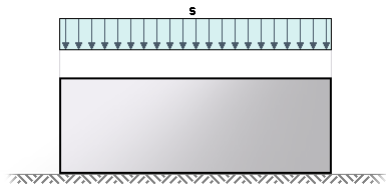
Höhe h_p der Attika = 0,540 m



Schneelasten nach EC1-1-3:

Schneelast $s_k = 0,85 \text{ kN/m}^2$

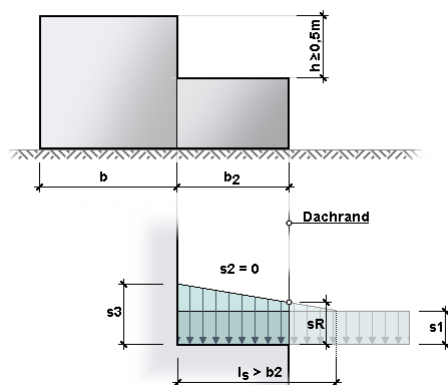
Schneelasten für das Dach (Normalfall):



$m = 0,80 [-]$

$s = 0,68 \text{ kN/m}^2$

Schneelasten an Höhengsprüngen:



Höhenunterschied $h = 4,220 \text{ m}$

Breite Anbau $b_2 = 5,040 \text{ m}$

$m_1 = 0,80 [-]$

$m_S = 0,00 [-]$ (Schneefang oberes Dach --> kein Abrutschen möglich)

$m_W = 3,12 [-]$

$m_4 = 2,40 [-]$ (Begrenzung $0,8 \leq m_{ue,w} \leq 2,4$) --> weil $m_{ue,s} = 0$

Schneelast $s_1 = 0,680 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s_3 = 2,040 \text{ kN/m}^2$

Schneelast $s_R = 1,228 \text{ kN/m}^2$ am Dachrand des Anbaus

Länge Verwehungskeil $l_s = 8,440 \text{ m} > \text{Breite Anbau}$

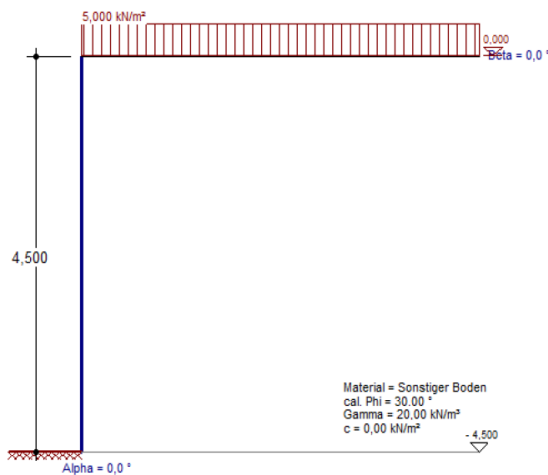
2.6 Erddruck

Angenommen wird ein Verfüllmaterial mit einer Wichte von $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$ und einem Reibungswinkel von 30° ⁵. Angesetzt wird ein aktiver erhöhter Erddruck mit 50 % Erdruhedruck.

Die Berechnungen zum Erddruck aus Bodeneigengewicht und einer Auflast $p = 5 \text{ kN/m}^2$ (Bereiche, in denen keine Befahrung der Fläche erlaubt ist) ergeben sich zu:

Position: 1 Erddruck mit Auflast 5

Erddruckberechnung für erhöhten aktiven Erddruck (mit Verdichtungserddruck)



Höhe der Wand:	4,500 m
Wandneigung Alpha:	0,00 °
Geländeneigung Beta:	0,00 °
Wandreibungswinkel Delta:	20,00 °
Bodenart:	Sonstiger Boden
Gamma Boden:	20,00 kN/m³
cal. Phi (Scherwinkel):	30,0 °
cal. c (Kohäsion):	0,00 kN/m²
Kein Grundwasser vorhanden.	

Ansatz des Verdichtungserddruckes für folgende Parameter:

- Breite B des zu verfüllenden Raumes = 2,500 m
- nachgiebige Wand
- Abstand $z_p = 0,417 \text{ m}$ (vom Programm ermittelt)
- Abstand $z_a = 2,000 \text{ m}$ (vom Programm ermittelt)
- Verdichtungserddruck $evgh = 25,0 \text{ kN/m}^2$ (vom Programm ermittelt)

Anteil des Ruhedruckes k_0 am erhöht aktiven Erddruck = 50,0 %

Bei Kohäsion wird der Mindesterddruck mit berücksichtigt!

⁵ Vgl. dazu Baugrund 2023-05-11.

Nr.	Lastart	Einwirkung	Lastgröße [kN/m ² o. kN/m]	Abstand [m]	Lastlänge [m]	in Tiefe [m]
1	Gleichlast	veränderlich	5,000	0,000	unbegrenzt	0,000

Erddruckwerte:

Kgh = 0,390 [-]

Kch = 0,922 [-]

Kph = 0,390 [-]

Theta = 55,98 [°]

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdruddruck, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

z [m]	e(z),g [kN/m ²]	e(z),d [kN/m ²]	e(z),q [kN/m ²]	e(z),c [kN/m ²]	e(z),w [kN/m ²]	e(z),res [kN/m ²]
0,000	0,000	0,000	1,948	0,000	0,000	1,948
0,900	7,014	0,000	1,948	0,000	0,000	25,000
1,800	14,029	0,000	1,948	0,000	0,000	25,000
2,700	21,043	0,000	1,948	0,000	0,000	22,992
3,600	28,058	0,000	1,948	0,000	0,000	30,006
4,500	35,072	0,000	1,948	0,000	0,000	37,021

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 78,91 kN/m bei h = 1,500 m vom Wandfuß.

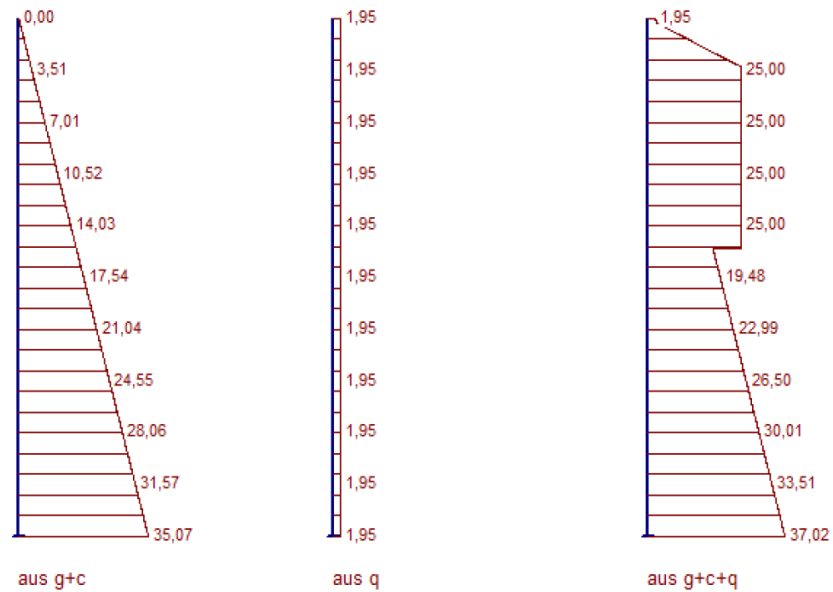
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 28,72 kN/m.

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 8,77 kN/m bei h = 2,250 m vom Wandfuß.

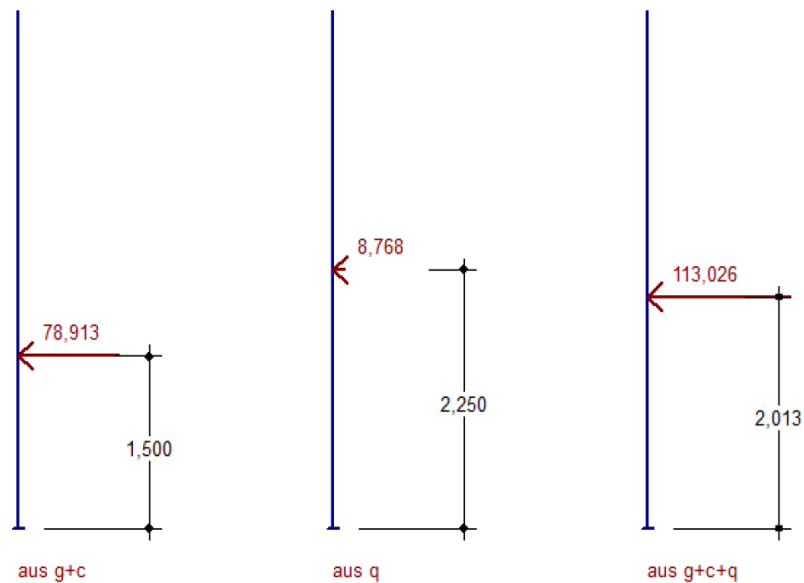
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 3,19 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 113,03 kN/m bei h = 2,013 m vom Wandfuß.

Erddruckverläufe (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m²]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdruks)



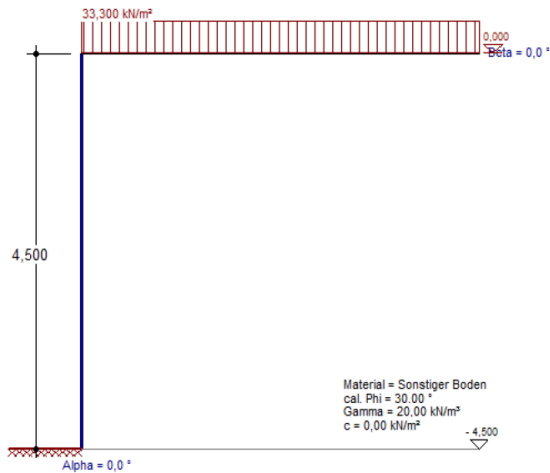
Resultierende Erddrücke (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdruks)



Die Berechnungen zum Erddruck aus Bodeneigengewicht und einer Auflast $p = 33,3 \text{ kN/m}^2$ (Bereiche, in denen Befahrung (Annahme: max. SLW 60) erlaubt ist) ergeben sich zu:

Position: 1 Erddruck mit Auflast 33.3

Erddruckberechnung für erhöhten aktiven Erddruck (mit Verdichtungserddruck)



Höhe der Wand:	4,500 m
Wandneigung Alpha:	0,00 °
Geländeneigung Beta:	0,00 °
Wandreibungswinkel Delta:	20,00 °
Bodenart:	Sonstiger Boden
Gamma Boden:	20,00 kN/m³
cal. Phi (Scherwinkel):	30,0 °
cal. c (Kohäsion):	0,00 kN/m²
Kein Grundwasser vorhanden.	

Ansatz des Verdichtungserddruckes für folgende Parameter:

- Breite B des zu verfüllenden Raumes = 2,500 m
- nachgiebige Wand
- Abstand $z_p = 0,417 \text{ m}$ (vom Programm ermittelt)
- Abstand $z_a = 2,000 \text{ m}$ (vom Programm ermittelt)
- Verdichtungserddruck $ev_{gh} = 25,0 \text{ kN/m}^2$ (vom Programm ermittelt)

Anteil des Ruhedruckes k_0 am erhöht aktiven Erddruck = 50,0 %

Bei Kohäsion wird der Mindesterdruk mit berücksichtigt!

Nr.	Lastart	Einwirkung	Lastgröße [kN/m ² o. kN/m]	Abstand [m]	Lastlänge [m]	in Tiefe [m]
1	Gleichlast	veränderlich	33,300	0,000	unbegrenzt	0,000

Erddruckwerte:

Kgh = 0,390 [-]

Kch = 0,922 [-]

Kph = 0,390 [-]

Theta = 55,98 [°]

Index: g = ständig, d = Delta wg. Mindesterdruk, q = veränderlich, c = Kohäsion, w = Wasserdruck, res = Überlagerung

z [m]	e(z),g [kN/m ²]	e(z),d [kN/m ²]	e(z),q [kN/m ²]	e(z),c [kN/m ²]	e(z),w [kN/m ²]	e(z),res [kN/m ²]
0,000	0,000	0,000	12,977	0,000	0,000	12,977
0,900	7,014	0,000	12,977	0,000	0,000	25,000
1,800	14,029	0,000	12,977	0,000	0,000	27,006
2,700	21,043	0,000	12,977	0,000	0,000	34,020
3,600	28,058	0,000	12,977	0,000	0,000	41,035
4,500	35,072	0,000	12,977	0,000	0,000	48,049

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (g) = 78,91 kN/m bei h = 1,500 m vom Wandfuß.

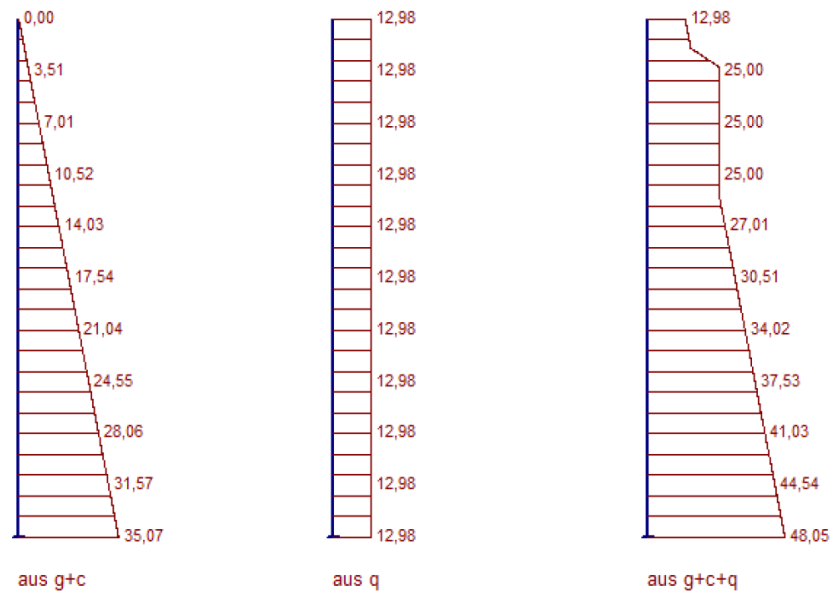
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (g) = 28,72 kN/m.

Resultierende horizontale Last aus Erddruck (q) = 58,40 kN/m bei h = 2,250 m vom Wandfuß.

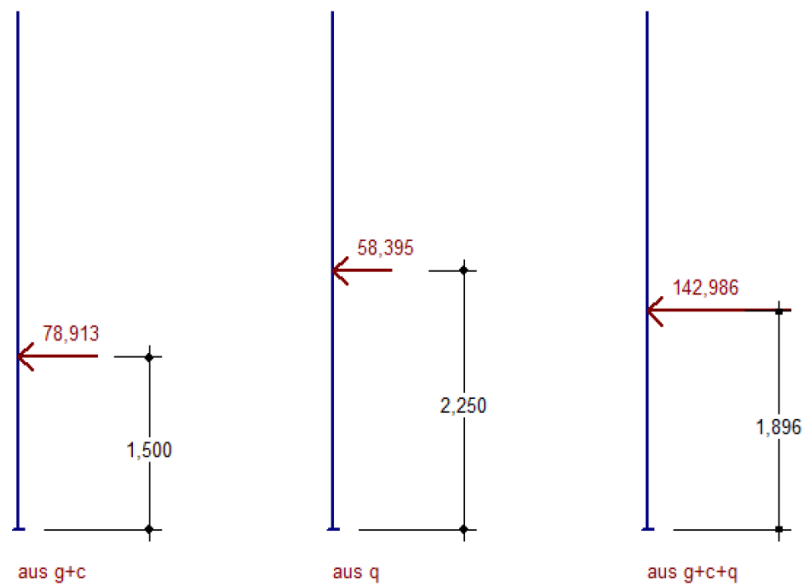
Resultierende vertikale Last aus Erddruck (q) = 21,25 kN/m.

Resultierende horizontale Last (g+q) = 142,99 kN/m bei h = 1,896 m vom Wandfuß.

Erddruckverläufe (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m²]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdendrucks)



Resultierende Erddrücke (horizontale Komponente, nach Einwirkungen + Überlagerung) [kN/m]
(bei Kohäsion unter Berücksichtigung des Mindesterdendrucks)



2.7 Sonstige Lasten

2.7.1 Erdbeben

Aufgrund des Standortes müssen nach DIN EN 1998 bzw. DIN 4149 Erdbebenlasten berücksichtigt werden:

- Erdbebenzone: 2 nach DIN 4149:2005-04, Pkt. 5.1 - Bild 2
- Baugrundklasse: B
- Untergrundklasse: R⁶
- Bodenbeschleunigung: $a_g = 0,6 \text{ m/s}^2$ nach DIN 4149:2005-04, Tab. 2;
gewählt nach DIN 4149:2005-04, Abs. 8.2 (6):
 $a_g = 0,72 \text{ m/s}^2$
- Bedeutungskategorie: III
→ Bedeutungsbeiwert: $\gamma_I = 1,2$ nach DIN 4149:2005-04, Tab. 3
- Reaktionsparameter: $S = 1,25$; $T_B = 0,05$; $T_C = 0,25$; $T_D = 2,00$

Die Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung wird im 3D-Modell nicht berücksichtigt und ggf. nur bei losgelösten Einzelsystemen getrennt ermittelt und angesetzt (z. B. Abfangträger).

Duktilitätsklassen:

Die Bemessung und Konstruktion erfolgt entsprechend der Duktilitätsklasse 1 (DCL 1) bei gleichzeitiger Erhöhung der Erdbebenbeanspruchung um 20 % nach DIN 4149:2005-04, Abs. 8.2 (6). Folgende Anforderungen sind damit verbunden:

- Schnittgrößenermittlung erfolgt linear elastisch
- Beton mind. C16/20
- Verwendung Betonstahl B500B (hochduktil)
- Ansonsten gelten die Regeln des EC2

2.7.2 Photovoltaikanlage auf Dach

Unter Berücksichtigung der Angaben Fachplaner Haustechnik () wird die Photovoltaikanlage einschließlich aller Aufbaukonstruktionen, mit einer Last von $0,3 \text{ kN/m}^2$ angesetzt.

2.7.3 Lasten auf Gelände bzw. auf Außenbereich

Z. T. planmäßige angrenzende Befahrbarkeit mit PKW und LKW. Für Feuerwehr und Anlieferverkehr wird ein Lastansatz in Anlehnung an DIN 1072 mit SLW 60 für ausreichend erachtet.

Ansatz der Auflast aus Fahrverkehr auf dem Gelände bzw. Verkehrsflächen für die Auslegung von Neubauteilen z. B. für Wände mit Erddruck oder ggf. befahrbare Decken (z. B. Tunnel oder Kanäle o. ä.) erfolgt für Fahrverkehr gemäß STVO für Fahrzeuge z. B. Feuerwehrfahrzeuge, Anlieferverkehr bzw. für Fahrverkehr bei späteren Baumaßnahmen **bis 40 t Fahrzeuggewicht mit Ersatzflächenlast $q_{ek} \approx 33,3 \text{ kN/m}^2$ auf $3 \times 6 \text{ m}$ nach EC1 (SLW 60: $p' = 33,3 \text{ kN/m}^2$).**

Befahrene Flächen SLW 60 $p' = 33,3 \text{ kN/m}^2$

Nicht befahrene Flächen $p' = 5,0 \text{ kN/m}^2$

⁶ Vgl. dazu Baugrund 2020-09-28, Baugrund 2021-05-21, Baugrund 2021-06-02 und Baugrund 2021-08-30, aber auch Tragwerk 2021-09-07.

2.7.4 Anpralllasten/Lasten aus Fahrverkehr

Auf dem Gelände um das Gebäude ist mit ruhigem Fahrverkehr z. B. zum Erreichen der Parkplätze sowie mit geringem Rangier- und Zulieferverkehr für Be- und Entladung (z. B. bei Austausch von Geräten bzw. für Ver- und Entsorgung) mit Schrittgeschwindigkeit zu rechnen. Hier muss mit einem Schwerlastverkehr eines 40 to schweren Lastwagens gerechnet werden. Auch in Annäherung des Gebäudes werden die entsprechende Lastansätze im Zuge des Erddruckansatzes berücksichtigt.

Lasten innerhalb des Gebäudes durch Anlieferverkehr sind nicht vorgesehen.

Entsprechend der beschriebenen Verkehrereignisse muss der Anprall infolge unkontrollierter Fahrzeugfahrt nach Norm berücksichtigt werden. Wesentlich wird dabei die normativ anzusetzende Anpralllast infolge Fahrt des LKW vorgesehen. Beim AOC muss nach Angabe Freianlagenplaner in den Bereichen Achse 18/A-C, Achse A/15-18 sowie Achse G/15,5-18 Anprall berücksichtigt werden; bei Achse 18/C-G wird ein Anprall durch die Treppenanlage verhindert.

LKW:

Anpralllast nach DIN EN 1991-1-7/NA:

Tabelle NA.2-4.1 — Äquivalente statische Anprallkräfte aus Straßenfahrzeugen			
	1	2	3
	Kategorie	Statisch äquivalente Anprallkraft in MN	
		F_{dx} in Fahrtrichtung	F_{dy} rechtwinklig zur Fahrtrichtung
1	Straßen außerorts	1,5	0,15
2	Straßen innerorts bei $v \geq 50 \text{ km/h}^a$	1,0	0,5
	Straßen innerorts bei $v < 50 \text{ km/h}^{a,b}$		
3	— an ausspringenden Gebäudeecken	0,5	0,5
4	— in allen anderen Fällen	0,25	0,25
5	Für Lkw befahrbare Verkehrsflächen (z. B. Hof-räume) bzw. Gebäude mit Pkw-Verkehr $> 30 \text{ kN}$	0,1	0,1
6	Für Pkw befahrbare Verkehrsflächen	0,050	0,025
7	— bei Geschwindigkeitsbeschränkung für $v \leq 10 \text{ km/h}$	0,015	0,008
8	Tankstellenüberdachungen ^{b,c}	0,1	0,1
	Parkgaragen für Pkw $\leq 30 \text{ kN}^b$		
9	— Einzel-/Doppel-Garage, Carports	0,01	0,01
10	— in allen anderen Fällen	0,04	0,025
^a Nur anzusetzen, wenn stützende Bauteile der unmittelbaren Gefahr des Anpralls von Straßenfahrzeugen ausgesetzt sind, d. h. im Allgemeinen im Abstand von weniger als 1 m von der Bordschwelle. ^b Nur anzusetzen, wenn bei Ausfall der stützenden Bauteile die Standsicherheit von Gebäude/Überdachung/Decke gefährdet ist. ^c Nur anzusetzen, wenn die stützenden Bauteile nicht am fließenden Verkehr liegen, sonst wie Zeile 1 bis 4.			

NDP zu 4.3.1(3), Bedingungen für den Anprall infolge Straßenfahrzeugen

Die statisch äquivalenten Anprallkräfte wirken bei Lkw in einer Höhe $h = 1,25 \text{ m}$ und bei Pkw in $h = 0,5 \text{ m}$ über der Fahrbahnoberfläche. Die Anprallflächen betragen maximal $b \times h = 0,5 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$.

→ Ersatzlast: $F = 100 \text{ kN}$ (in Höhe 1,25 m über GOK)

Im Bemessungsregelfall geht der PKW-Anprall unter diesem Ereignis unter.

In Teilbereichen innerhalb des Gebäudes ist ggf. das Vorkommen von Flurförderzeugen/Hubwagen zu erwarten. Entsprechende Lastansätze von 20 kN als Einzellast/Wanderlast (wiederholter Ansatz) sind zu berücksichtigen (sh. Nutzlasten).

2.7.5 Lasten aus mobilen Trennwänden

Nach derzeitigen Angaben Architektur sind keine mobilen Trennwände geplant.

2.7.6 Lasten aus Aufzügen

Zur Zeit der Erstellung der Genehmigungsstatik lag noch keine Aufzugsplanung vor.

Die Belastung an der Schachtkopfdecke wird pauschal mit $Q = 50 \text{ kN}$ als Einzellast in Ansatz gebracht.

Aufpralllasten aus Aufzügen auf Bodenplatte bzw. Unterfahrt müssen/werden aufgrund der direkten Einleitung in den Baugrund als auch aufgrund der gewählten Bodenplattendicken nicht näher untersucht.

2.7.7 Lasten aus schweren Geräten bzw. Einzelausbauten (Haustechnik, Maschinen, ...)

Die Lage und Massen der Geräte inkl. evtl. notwendiger Fundamente wurden mit der TGA-Planung abgestimmt und werden, sofern vorhanden, in die Positions- und Lastpläne der Tragwerksplanung übernommen und sind für die statische Berechnung zu berücksichtigen.

2.7.8 Lasten aus Wasserdruck/Auftrieb

Gemäß Baugrundgutachten des Büros vom 22.10.2021 ist im Baubereich erst in mehr als 15 m Tiefe Grundwasser zu erwarten, d. h. es ist nicht mit dauerhaftem drückendem Grundwasser zu rechnen. Damit wird kein Wasserdruck bei der Bemessung berücksichtigt und kein Nachweis gegen Auftrieb geführt.

2.7.9 Horizontale Nutzlasten infolge von Personen auf Absturzsicherung

Einstufung und damit Ansatz und Auslegung nach Zeile 2:

Tabelle 6.12DE — Horizontale Lasten auf Zwischenwände und Absturzsicherungen

Spalte	1	2
Zeile	Belastete Fläche nach Kategorie	Horizontale Nutzlast q_k kN/m
1	A, B1, H, F1 ^b bis F4 ^b , T1, Z ^a	0,5
2	B2, B3, C1 bis C4, D, E1.1 ^c , E1.2 ^c , E2.1 ^c bis E2.5 ^c , FL1 ^b bis FL6 ^b , HC, T2, Z ^a	1,0
3	C5, C6, T3	2,0
^a Für Kategorie Z ist die Zuordnung in Zeile 1 bzw. Zeile 2 entsprechend der zugehörigen maßgeblichen Nutzungskategorie nach Tabelle 6.1DE vorzunehmen. ^b Anprall wird durch konstruktive Maßnahmen ausgeschlossen. ^c Bei Flächen der Kategorie E1.1, E1.2, E2.1 bis E2.5, die nur zu Kontroll- und Wartungszwecken begangen werden, sind die Lasten in Abstimmung mit dem Bauherrn festzulegen, jedoch mindestens 0,5 kN/m.		

(2) Die horizontalen Nutzlasten nach Tabelle 6.12 DE sind in Absturzrichtung in voller Höhe und in der Gegenrichtung mit 50 %, mindestens jedoch 0,5 kN/m, anzusetzen.

Es wird generell eine horizontale Nutzlast (Holmlast) von 1,0 kN/m angesetzt.

2.7.10 Verfüllung/Bodenaustausch

Eigenlast verdichtungsfähiges Verfüllmaterial wie Kies bzw. Schotter max. $\leq 20 \text{ kN/m}^3$ (ohne chemischem Angriffsgrad Expositionsklasse X0)

- lagenweise verdichtet $\geq 98 \%$ Proctordichte $E_{v2} \geq 80 \text{ MN/m}^2$ mit Nachweis $\Phi = 30^\circ$

2.8 Lasten aus Imperfektionen

Dach/ Decken

Deckenbereich 1									Deckenbereich 2							
Deckenbereich 1									Deckenbereich 2							
Ebene	Bereich Bezeichn	Fläche A [m ²]	ständige Last g _k [kN/m ²]	Nutzlast q _k [kN/m ²]	Last G _{1,k} [MN]	Last Q _{1,k} [MN]	Schwerpunkt x _s [m]	Schwerpunkt y _s [m]	Bereich Bezeichn	Fläche A [m ²]	Flächenlast g _k [kN/m ²]	Flächenlast q _k [kN/m ²]	Last G _{1,k} [MN]	Last Q _{1,k} [MN]	Schwerpunkt x _s [m]	Schwerpunkt y _s [m]
E03		660	11,00	2,50	7,26	1,65										
E02		1250	12,00	7,50	15,00	9,38										
E01		750	12,00	5,00	9,00	3,75			Labor	560,00	13,25	5,00	7,42	2,80		
EG		650	12,00	5,00	7,80	3,25			Labor	560,00	13,25	5,00	7,42	2,80		

Deckenbereich 3								
Ebene	Bereich Bezeichn	Fläche A [m ²]	Flächenlast g _k [kN/m ²]	Flächenlast p _k [kN/m ²]	Last G _{1,k} [MN]	Last Q _{1,k} [MN]	Schwerpunkt x _s [m]	Schwerpunkt y _s [m]
E03							0,00	0,00
E02							0,00	0,00
E01							0,00	0,00
EG							0,00	0,00
0							0,00	0,00
0							0,00	0,00
0							0,00	0,00
0							0,00	0,00

Gesamtlasten aus Decken				
Gesamtlast G _k [MN]	Gesamtlast Q _k [MN]	Gesamtlast G+Q [MN]	Gesamtmass x _{ms} [m]	Gesamtmass y _{ms} [m]
7,26	1,65	8,91		
15,00	9,38	24,38		
16,42	6,55	22,97		
15,22	6,05	21,27		
53,90	23,70	77,60		

Zusammenstellung Vertikale Gesamtlasten

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Ebene	Dach/Decke G _{DA,DE,k} [MN]	Dach/Decke Q _{DA,DE,k} [MN]	schwere Trennwände G _{TW,k} [MN]	tragende Wände G _{WA,k} [MN]	Stützen G _{ST,k} [MN]	weitere Zusatziasten G _{Z,k}	Summe G _{DA,DE,k} +G _{TW,k} +G _{WA,k} +G _{ST,k} +G _{Z,k} G _{summe} [MN]	Zuschlag für Konstruktion (Wände Stützen Fassade, Aufzugslasten für ständ. Last G)	Last je Ebene G _{Ebene,k} [MN]	Last bis Ebene Σ G _k [MN]	Last bis Ebene Σ Q _k [MN]	Gesamtlast je Ebene Σ Q+G _{Ebene,k} [MN]	Gesamtlast bis Ebene Σ Q+G _k [MN]	Schwerpunkt geom. gemittelt x _s y _s [m] [m]	
E03	7,26	1,65					7,26	1,15	8,35	8,35	1,65	10,00	10,00		
E02	15,00	9,38					15,00	1,15	17,25	25,60	11,03	26,63	36,63		
E01	16,42	6,55					16,42	1,15	18,89	44,49	17,58	25,44	62,07		
EG	15,22	6,05					15,22	1,15	17,51	62,00	23,63	23,56	85,63		
0								1,15							
0								1,15							
0								1,15							
0															
Summe	53,90	23,63	0,00	0,00	0,00	0,00	53,90		62,00			85,63		0,00	0,00

Horizontallasten aus Schiefstellung für lotrechte Aussteifungselemente

nach EC2 Abschn 5.2 sowie TB Schneider BT 20. Aufl. S. 5.37

Ebene	Aussteifungsebenen (x)	Geschoßhöhe h [m]	Anzahl Stützen, Wände mit mind >70% Lastaufnahme m (Minimum) [Stück]	α_m	Winkel Schiefstellung θ_i	Gesamtlast je Ebene $\Sigma E_{k,Ebene}$ [MN]	Gesamtlast bis Ebene $\Sigma E_{k,Gesamt}$ [MN]	Horizontallast aus Schiefstellung ΔH [kN]	Lastangriffspunkt	
									x_s [m]	y_s [m]
E03	x	4,30	10	0,742	0,0018	10,00	10,00	18,0		
E02	x	4,50	10	0,742	0,0018	26,63	36,63	47,9		
E01	x	4,50	10	0,742	0,0018	25,44	62,07	45,8		
EG	x	4,50	10	0,742	0,0018	23,56	85,63	42,4		

Zuschlag Höhe [m] = z.B. bis Einspannebene

H (gesamt) = L [m] = 17,800

 $\alpha_h = 0,474$ $\theta_0 = 1/200$

$$\theta_i = \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m$$

 θ_0 der Grundwert; Allgemein: $\theta_0 = 1/200$ mit $0 \leq \alpha_h = 2/\sqrt{l} \leq 1$ α_h der Abminderungsbeiwert für die Höhe: $0 \leq \alpha_h = 2/\sqrt{l} \leq 1$; α_m der Abminderungsbeiwert für die Anzahl der Bauteile: $\alpha_m = \sqrt{0,5 \cdot (1 + 1/m)}$; l die Länge oder Höhe [m], siehe (6); m die Anzahl der vertikalen Bauteile, die zur Gesamtauswirkung beitragen.