



Vorbemerkungen

Inhalt

Vorlagen für statische Nachweise im Mauerwerksbau nach DIN EN 1996

Hinweise zu Anwendung

Die rechenfähigen Vorlagen können mit VCmaster interaktiv genutzt werden.

Alle Vorlagen sind mit hinterlegten Tabellen verknüpft. Das erfolgt mit der TAB()- oder GEW()-Funktion. In diesem Dokument werden die Verknüpfungen dargestellt. Beim Anwenden einer Vorlage können diese Funktionen ausgeblendet werden.

Was kann VCmaster?

VCmaster wurde speziell als Dokumentationswerkzeug für Ingenieure entwickelt. In das einzigartige Softwarekonzept werden sämtliche Statik- und CAD-Programme nahtlos eingebunden. Universelle Schnittstellen gewährleisten die Datenübertragung, so dass die Ausgaben sämtlicher Programme übernommen werden können.

VCmaster bietet neben den Funktionen zur Dokumentation ein intuitives Konzept, das Ingenieuren ermöglicht, Berechnungen auszuführen. Die Eingabe von mathematischen Formeln erfolgt in natürlicher Schreibweise direkt im Dokument. Hunderte vorgefertigte Berechnungsvorlagen ergänzen das Programm. Die ausführlich kommentierten Rechenblätter automatisieren das Erstellen von Einzelnachweisen.

Diese PDF-Datei wurde komplett mit VCmaster erstellt.

Systemvoraussetzung

VCmaster ab Version 2016
Windows 7 oder höher

Entwicklung und Rechte

Entwickelt in Deutschland
VCmaster ist eine registrierte Marke
© Veit Christoph GmbH
www.VCmaster.com



Vorlagen nach EC6 sowie für Poroton und Wienerberger

Die Vorlagenbibliothek wird in zwei Versionen ausgeliefert:

a) Vorlagen nach DIN EN 1996 und

b) Vorlagen für Mauerwerk mit Poroton- und Wienerberger-Ziegeln

In den Vorlagen nach DIN EN 1996 werden die Nachweise entsprechend der Norm geführt. Allerdings spielen im Mauerwerksbau oft die Berechnungsverfahren der Zulassungen eine entscheidende Rolle.

In Zusammenarbeit von VCmaster mit Poroton und Wienerberger wurde daher eine umfangreiche Vorlagensammlung für Mauerwerksnachweise nach DIN EN 1996 mit den entsprechenden Anpassungen an die gültigen Zulassungen erstellt. Alle Vorlagen sind mit den Materialdaten von Poroton und Wienerberger verknüpft, so dass das manuelle Nachschlagen dieser Werte entfällt.

Da der Leistungsumfang beider Bibliotheken nahezu identisch ist, werden in diesem Katalog nur die Nachweise nach DIN EN 1996 dargestellt. Kunden, die diese Bibliothek erwerben, erhalten automatisch und ohne Aufpreis die Vorlagen für Poroton und Wienerberger.

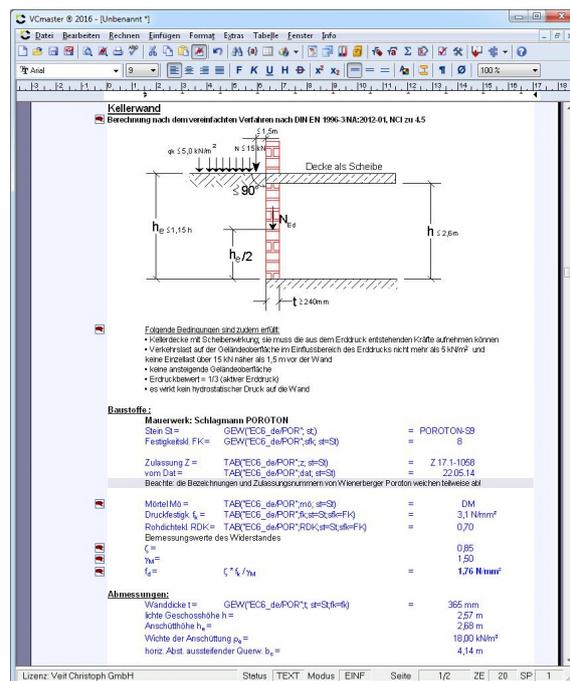


Bild: Die ausführlich kommentierten VCmaster-Vorlagen sind ein wertvolles Werkzeug, um die zum Teil sehr umfangreichen Einzelnachweise schnell und effizient zu erstellen.



Inhalt

Vorbemerkungen	1
Vorlagen nach EC6 sowie für Poroton und Wienerberger	2
Inhalt	3
Kapitel Vereinfachtes Verfahren	5
VCmaster-WIKI - Vereinfachtes Verfahren (Übersicht)	5
Innenwand, 2-seitig gehalten	7
Innenwand, 3-seitig gehalten	9
Innenwand, 4-seitig gehalten	11
Innenwand aus Elementmauerwerk, 3-seitig gehalten	13
Innenwand aus Elementmauerwerk, 4-seitig gehalten	15
Innenwand (allgemein)	17
Außenwand, 2-seitig gehalten	20
Außenwand, 3-seitig gehalten	22
Außenwand, 4-seitig gehalten	25
Außenwand aus Elementmauerwerk, 3-seitig gehalten	28
Außenwand aus Elementmauerwerk, 4-seitig gehalten	31
Außenwand, (allgemein)	34
Kellerwand	37
Kellerwand mit Einzellast	39
Kellerwand aus Elementmauerwerk	41
Haustrennwand, 2-schalig	43
Haustrennwand, 2-schalig ($t < 150$ mm)	46
Mauerwerkswand unbewehrt	48
Kapitel Genaueres Verfahren nach EC6-1-1	50
VCmaster-WIKI - Verfahren nach EC6-1-1 (Übersicht)	50
Innenwand, 2-seitig gehalten	53
Innenwand, 3-seitig gehalten	55
Innenwand, 4-seitig gehalten	57
Aussteifungswand, innen	59
Aussteifungswand, innen nach Kragarmmodell	66
Innenwand, 2-seitig gehalten (Schubtragfähigkeit)	69
Außenwand, 2-seitig gehalten	73
Außenwand, 3-seitig gehalten	76
Außenwand, 4-seitig gehalten	79



Außenwand im Dachgeschoss	82
Außenwand im Zwischengeschoß	85
Aussteifungswand, aussen	89
Giebelwand	96
Innenwandknoten	102
Innenwandknoten im Dachgeschoss	106
Aussenwandknoten	109
Aussenwandknoten im Dachgeschoss	113
Wände mit Teilflächenlasten	116
Wände mit Teilflächenlasten (nach NCI)	117
Querkrafttragfähigkeit bei Scheibenschub	119
Kellerwand	122
Kellerwand mit vertikalen Aussteifungsbalken	125
Kapitel Wand-Decken-Knoten	127
VCmaster-WIKI - Wand-Decken-Knoten	127
Außenwandknoten Dachdecke (Typ A)	129
Außenwandknoten Dachdecke (Typ C)	131
Innenwandknoten Dachdecke (Typ E)	134
Innenwandknoten Dachdecke (Typ E ')	137
Innenwandknoten Zwischendecke (Typ F)	140
Innenwandknoten Zwischendecke (Typ F')	142
Innenwandknoten Zwischendecke (Typ B)	144
Innenwandknoten Zwischendecke (Typ D)	147
Knoten mit Kragplatte (Zwischendecke)	149
Knoten mit Kragplatte (Dachdecke)	151
Kapitel Sonstige Nachweise	154
VCmaster-WIKI - Sonstige Nachweise für Mauerwerk	154
Vorbemessung nach DIN EN 1996-3 Anhang A	154
Trennwandzuschlag für nicht tragende Wände	155
Trennwandzuschlag für schwere, nicht tragende Wände	156
Aussenwand - Biegemomente aus Wind	159
Vorwiegend windbelastete, nichttragende Ausfachungswände	160
Vereinfachte Momentenermittlung (5 % - Regel)	161

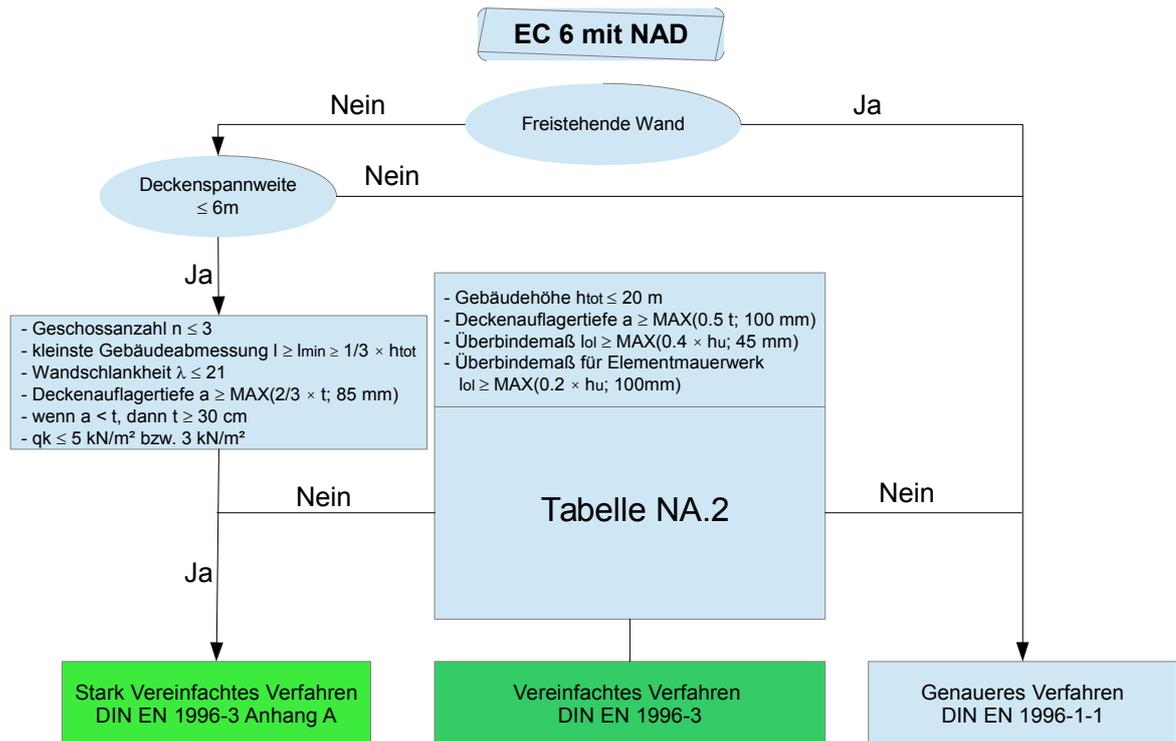


Kapitel Vereinfachtes Verfahren

VCmaster-WIKI - Vereinfachtes Verfahren (Übersicht)

Hinweis: **Dieses Wiki mit seinen Verlinkungen "öffnen" kann nur in VCmaster interaktiv genutzt werden.**

Allgemein - Bemessungsverfahren mit Anwendungsbedingungen



a) Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu Anhang A bei Gebäuden mit höchstens 3 Geschossen

Wand - stark vereinfachtes Verfahren [öffnen](#)

b) Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Außenwand allgemein (Bestimmung der seittl. Halterung durch Geometrievorgaben in der Vorlage) [öffnen](#) Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{ol} \geq 45 \text{ mm}$

Außenwand zweiseitig gehalten [öffnen](#) s.o.

Außenwand dreiseitig gehalten [öffnen](#) s.o.

Außenwand vierseitig gehalten [öffnen](#) s.o.



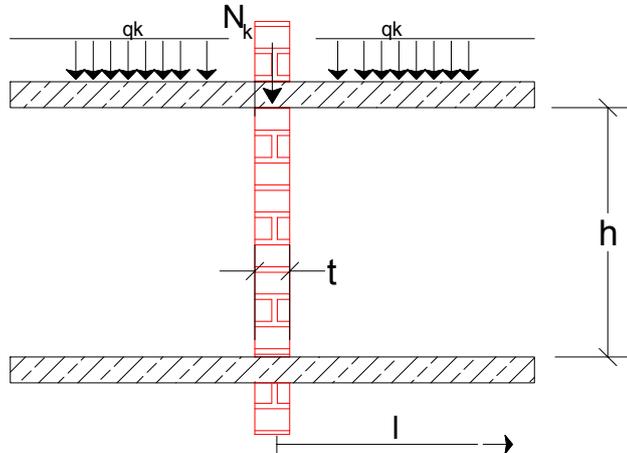
Innenwand allgemein (Bestimmung der seitl. Halterung durch Geometrievorgaben in der Vorlage)	öffnen	s.o.
Innenwand zweiseitig gehalten	öffnen	s.o.
Innenwand dreiseitig gehalten	öffnen	s.o.
Innenwand vierseitig gehalten	öffnen	s.o.
Haustrennwand 2-schalig	öffnen	s.o.
Haustrennwand 2-schalig, dünn $t < 150 \text{ mm}$	öffnen	s.o. Geschoßanzahl ohne ausgebautes Dachgeschoss ≤ 2 ; Abstand der aussteifenden Querwände $\leq 4,50 \text{ m}$ bzw. Randabstand von einer Öffnung $\leq 2,0 \text{ m}$.
Elementmauerwerk - Außenwand dreiseitig gehalten	öffnen	<i>Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,2$ bzw. $l_{o1} \geq 125 \text{ mm}$</i>
Elementmauerwerk - Außenwand vierseitig gehalten	öffnen	s.o.
Elementmauerwerk - Innenwand dreiseitig gehalten	öffnen	s.o.
Elementmauerwerk - Innenwand vierseitig gehalten	öffnen	s.o.
Kelleraußenwand	öffnen	<u>Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:</u> <ul style="list-style-type: none">• Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können• Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als 5 kN/m^2 und keine Einzellast über 15 kN näher als $1,5 \text{ m}$ vor der Wand• keine ansteigende Geländeoberfläche• Erddruckbeiwert = $1/3$ (aktiver Erddruck)• es wirkt kein hydrostatischer Druck auf die Wand
Kelleraußenwand mit Einzellast	öffnen	s.o.
Elementmauerwerk Kellerwand	öffnen	s.o.



Innenwand, 2-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{0l} \geq 45$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $l_w =$	1,00 m
max. Stützweite Decke $l =$	6,000 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	45,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	4,5 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,55 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	211 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	203 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	203 kN/m



Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,66 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,81 \leq 1$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$h_{ef} = \rho_2 * h = 2,06 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,44 \leq 1$$

Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 175 \text{ mm}$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,70$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = l_w * t * 10^{-3} = 0,175 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

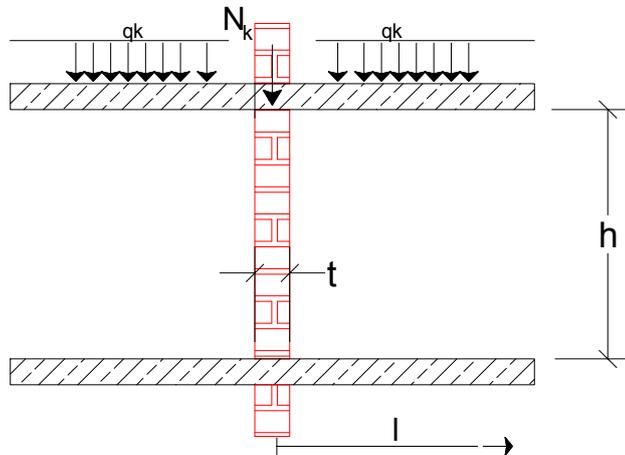
$$N_{Rd} = \Phi_2 * f_d * t * \text{faktor} = 312 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,65 \leq 1$$

Innenwand, 3-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{ol} \geq 45$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b_{\text{Strich}} =$	2,00 m
max. Stützweite Decke $l =$	6,000 m
Gebäudehöhe (Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	45,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st; mw=MW)	=	Hbl. Hbn
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk"; sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk"; mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk"; fk; mw=MW; st=St; sfk=FK; mö=Mö)	=	3,7 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,10 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	211 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	203 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	203 kN/m



Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge
 $\max_{b_{\text{Strich}}} = 15 * t * 10^{-3} = 2,63 \text{ m}$
 $b_{\text{Strich}} / (15 * t * 10^{-3}) = 0,76 \leq 1$
- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,66 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,81 \leq 1$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = 1,0$$

Schlankheit λ :

$$h_{\text{ef}} = \text{MAX}\left(\frac{1}{1 + \left(\alpha_3 * \frac{\rho_2 * h}{3 * b_{\text{Strich}}}\right)^2} * \rho_2 * h; 0,3 * h\right) = 1,84 \text{ m}$$

$$h_{\text{ef}} * 10^3 / (t * 27) = 0,39 \leq 1$$

Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 175 \text{ mm}$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{\text{ef}} * 10^3 / t)^2 = 0,73$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b_{\text{Strich}} * t * 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{\text{Rd}} = \Phi_2 * f_d * t * \text{faktor} = 268 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{Ed}} / N_{\text{Rd}} = 0,76 \leq 1$$

Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

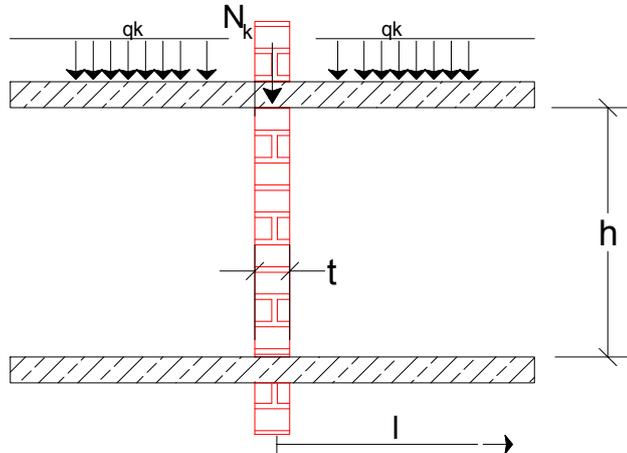
$$l_{\text{min}} = 0,2 * h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\text{min}} = \text{MAX}(1/3 * t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Innenwand, 4-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{o1} \geq 45$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b =$	2,00 m
max. Stützweite Decke $l =$	6,000 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
Normalkraft Wandfuß $N_{Gk} =$	45,0 kN/m
Normalkraft Wandfuß $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	4,5 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,55 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	211 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	203 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	203 kN/m



Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge
 $\max_b = 30 \cdot t \cdot 10^{-3}$ = 5,25 m
 $b / (30 \cdot t \cdot 10^{-3}) = 0,38 \leq 1$
- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,66 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,81 \leq 1$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef1} = \frac{1}{2 \cdot \rho_2 \cdot h} = 1,84 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_4 \cdot \frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot b} \right)$$

$$h_{ef} = \text{WENN}(\alpha_4 \cdot h / b > 1; \alpha_4 \cdot b / 2; h_{ef1}) = 1,00 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} \cdot 10^3 / (t \cdot 27) = 0,21 \leq 1$$

Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 175 \text{ mm}$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot (a/t) - 0,0011 \cdot (h_{ef} \cdot 10^3 / t)^2 = 0,81$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi_2 \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} = 361 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,56 \leq 1$$

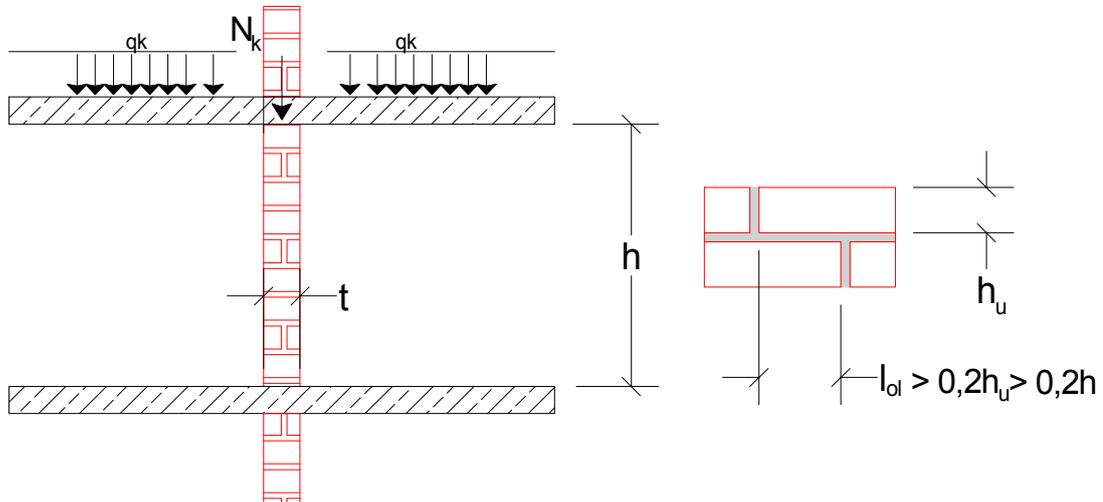
e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

$$l_{\min} = 0,2 \cdot h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\min} = \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Innenwand aus Elementmauerwerk, 3-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

 Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,2$ bzw. $l_{ol} \geq 125$ mm


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b =$	2,00 m
Überbindemaß $l_{ol} =$	200 mm
Steingeometrie $h_u, \text{zul}_u =$ GEW("EC6_de/elmnt";huzulu;)	$= 0,625$
Steinhöhe $h_u =$	378 mm
max. Stützweite Decke $l =$	6,000 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	45,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS XL
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	7,3 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$	0,85
$\gamma_M =$	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M = 4,14$ N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	$= 211$ kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	$= 203$ kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0; N_{Ed2}; N_{Ed1}$)	$= 203$ kN/m



Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Wand dreiseitig gehalten, wenn $b \leq b_{\min}$

$$b_{\min} = 15 \cdot t \cdot 10^{-3} = 2,63 \text{ m}$$

$$b / b_{\min} = 0,76 \leq 1$$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = \text{TAB}(\text{"EC6_de/elmnt"}; a; h_{uzulu} = h_{uzulu}; Sf=3) = 0,90$$

$$\alpha_3 = \text{WENN}(\ddot{u} \geq 0,2 \text{ UND } \ddot{u} < 0,4; \alpha_3; 1,0) = 1,00$$

Schlankheit λ :

$$h_{\text{ef}} = \text{MAX}\left(\frac{1}{1 + \left(\alpha_3 \cdot \frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot b}\right)^2} \cdot \rho_2 \cdot h; 0,3 \cdot h\right) = 1,84 \text{ m}$$

$$h_{\text{ef}} \cdot 10^3 / (t \cdot 27) = 0,39 \leq 1$$

Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 175 \text{ mm}$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot (a/t) - 0,0011 \cdot (h_{\text{ef}} \cdot 10^3 / t)^2 = 0,73$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{\text{Rd}} = \Phi_2 \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} = 529 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{Ed}} / N_{\text{Rd}} = 0,38 \leq 1$$

Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

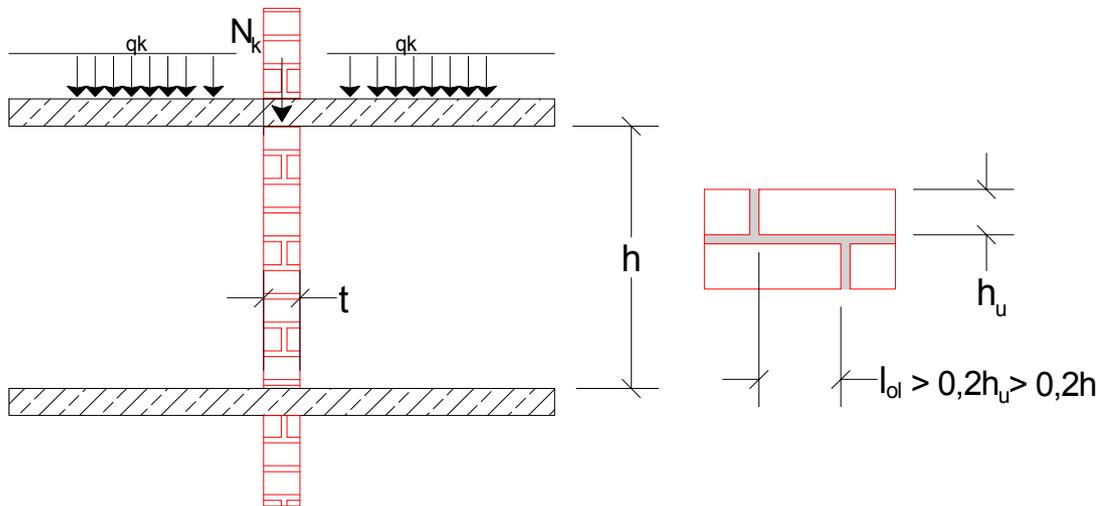
$$l_{\min} = 0,2 \cdot h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\min} = \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Innenwand aus Elementmauerwerk, 4-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,2$ bzw. $l_{ol} \geq 125$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b =$	2,00 m
Überbindemaß $l_{ol} =$	150 mm
Steingeometrie h_u zu $l_u =$ GEW("EC6_de/elmnt";huzulu;Sf=3)	= 0,625
Steinhlhöhe $h_u =$	498 mm
max. Stützweite Decke $l =$	6,000 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
Normalkraft Wandfuß $N_{Gk} =$	45,0 kN/m
Normalkraft Wandfuß $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	4,5 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,55 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.		
$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	= 211 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	= 203 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	= 203 kN/m



Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge

$$\begin{aligned} \max_b &= 30 * t * 10^{-3} &= & 5,25 \text{ m} \\ b / (30 * t * 10^{-3}) & &= & \mathbf{0,38 \leq 1} \end{aligned}$$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_4 = \text{TAB}(\text{"EC6_de/elmnt"}; a; h_{uzulu} = h_{uzulu}; Sf=4) = 0,75$$

$$\alpha_4 = \text{WENN}(\ddot{u} \geq 0,2 \text{ UND } \ddot{u} < 0,4; \alpha_4; 1,0) = 0,75$$

$$h_{ef1} = \frac{1}{1 + \left(\alpha_4 * \frac{\rho_2 * h}{3 * b} \right)^2} * \rho_2 * h = 1,93 \text{ m}$$

$$h_{ef} = \text{WENN}(\alpha_4 * h / b > 1; \alpha_4 * b / 2; h_{ef1}) = 0,75 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = \mathbf{0,16 \leq 1}$$

Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 175 \text{ mm}$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,83$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b * t * 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi_2 * f_d * t * \text{faktor} = \mathbf{370 \text{ kN/m}}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = \mathbf{0,55 \leq 1}$$

Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

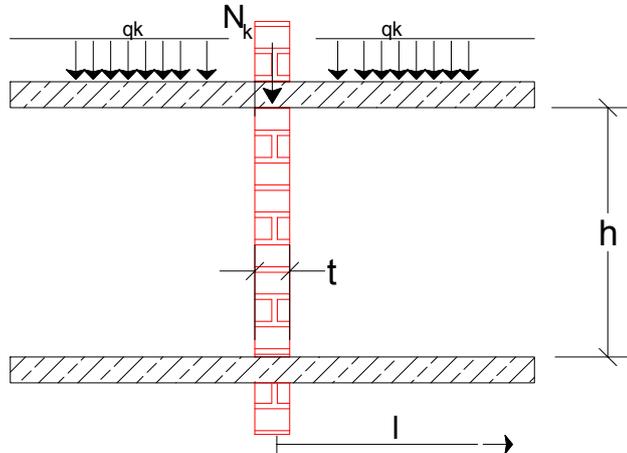
$$l_{\min} = 0,2 * h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\min} = \text{MAX}(1/3 * t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Innenwand (allgemein)

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{o1} \geq 45$ mm; vollaufliegend!



Abmessungen:

Wanddicke $t =$		150 mm
Wandlänge $l_w =$		0,60 m
gehalten Art =	GEW("EC6_de/Art"; Art;)	= 2-seitig gehalten
max. Stützweite Decke $l =$		6,00 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$		16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$		2,75 m

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$		2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$		45,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$		100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	= Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	= V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	= 8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	= NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	= 4,5 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		0,85
$\gamma_M =$		1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	= 2,55 N/mm²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	= 211 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	= 203 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	= 203 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,77 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,81 \leq 1$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$h_{ef,2} = \rho_2 * h = 2,06 \text{ m}$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = 1,0$$

$$h_{ef,3} = \text{MAX}\left(\frac{1}{2} * \rho_2 * h; 0,3 * h\right) = 0,89 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_3 * \frac{\rho_2 * h}{3 * l_w}\right)$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{\text{max}} = 30 * t * 10^{-3} = 4,50 \text{ m}$$

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef,41} = \frac{1}{2} * \rho_2 * h = 0,16 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_4 * \frac{\rho_2 * h}{l_w}\right)$$

$$h_{ef,4} = \text{WENN}(\alpha_4 * h / l_w > 1; \alpha_4 * l_w / 2; h_{ef,41}) = 0$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} = \text{WENN}(\text{Art}=2; h_{ef,2}; \text{WENN}(\text{Art}=3; h_{ef,3}; h_{ef,4})) = 2,06 \text{ m}$$

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,51 \leq 1$$



c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$a = t = 150 \text{ mm}$$
$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,64$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = l_w * t * 10^{-3} = 0,090 \text{ m}^2$$

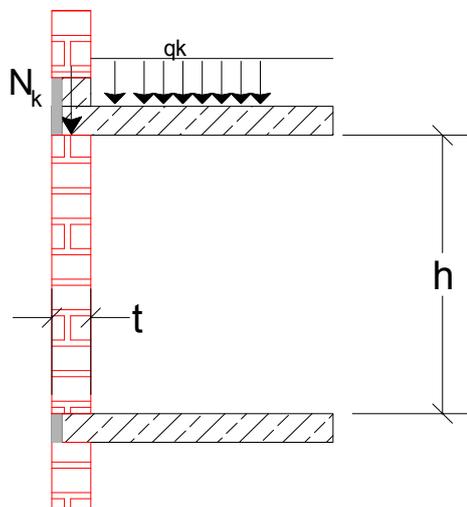
$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 0,8$$

$$N_{Rd} = \Phi_2 * f_d * t * \text{faktor} = 196 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = \underline{1,04} \leq 1$$

Außenwand, 2-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

 Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{ol} \geq 45$ mm


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
Wandlänge $l_w =$	0,74 m
Auflagertiefe $a =$	240 mm
max. Stützweite Decke $l =$	5,800 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	9,46 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen: (charakteristisch)

Belastung Decke $q_k =$	2,75 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	80,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	34,9 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	2,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	1,8 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,02 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	160 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	161 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0; N_{Ed2}; N_{Ed1}$)	=	161 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 0,32 \leq 1$$

- Gebäudehöhe über Gelände

$$h_a / 20 = 0,47 \leq 1$$

- Stützweite der aufliegenden Decke

Einhaltung $l \leq 6,00$ m nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.

$$l / 6 = 0,97 \leq 1$$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 1,00$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 1,00$$

$$h_{ef} = \rho_2 * h = 2,75 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,28 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(fk \geq 1,8; 1,6 - l/6; 1,6 - l/5); 0,9 * a/t)) = 0,592$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,496$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,496$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = l_w * t * 10^{-3} = 0,270 \text{ m}^2$$

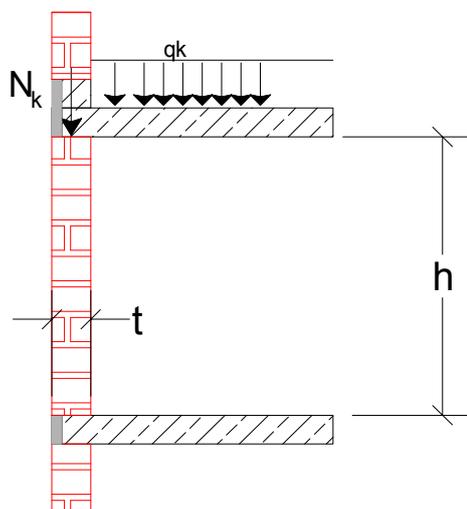
$$\text{faktor} = \text{WENN}(A < 0,1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi * f_d * t * \text{faktor} = 185 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,87 \leq 1$$

Außenwand, 3-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

 Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{0l} \geq 45$ mm


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b_{\text{Strich}} =$	2,00 m
Auflagertiefe $a =$	175 mm
max. Stützweite Decke $l =$	5,700 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen: (charakteristisch)

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	90,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	160,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	6,1 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	3,46 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	362 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	350 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0; N_{Ed2}; N_{Ed1}$)	=	350 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge als 3-seitig gehaltene Wand

$$\max_{b_{\text{Strich}}} = 15 * t * 10^{-3} = 2,63 \text{ m}$$

$$b_{\text{Strich}} / (15 * t * 10^{-3}) = 0,76 \leq 1$$

- Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 0,66 \leq 1$$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = 1,0$$

$$h_{\text{ef}} = \text{MAX}\left(\frac{1}{1 + \left(\alpha_3 * \frac{\rho_2 * h}{3 * b_{\text{Strich}}}\right)^2} * \rho_2 * h; 0,3 * h\right) = 1,84 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{\text{ef}} * 10^3 / (t * 27) = 0,39 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8; 1,6 - l/6; 1,6 - l/5); 0,9 * a/t)) = 0,650$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{\text{ef}} * 10^3 / t)^2 = 0,728$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,65$$



d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b_{\text{Strich}} \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{\text{Rd}} = \Phi \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} = 394 \text{ kN/m}$$

$$N_{\text{Ed}} / N_{\text{Rd}} = \underline{0,89} \leq 1$$

e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

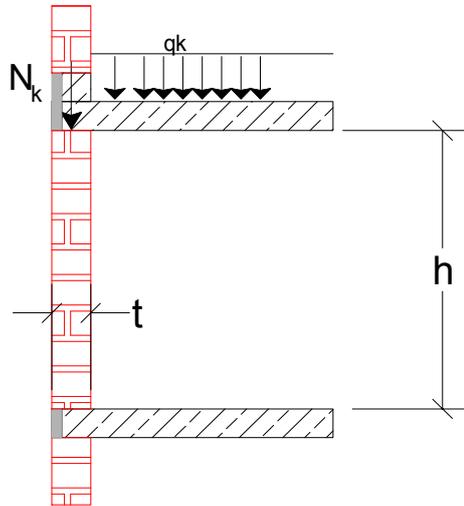
$$l_{\text{min}} = 0,2 \cdot h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\text{min}} = \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Außenwand, 4-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{0l} \geq 45$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	150 mm
Wandlänge $b =$	4,50 m
Auflagertiefe $a =$	150 mm
max. Stützweite Decke $l =$	5,30 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,45 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,75 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	22,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	12,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein $St =$	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. $FK =$	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel $Mö =$	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	LM21
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	2,8 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$	0,85
$\gamma_M =$	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M = 1,59$ N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	48 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	48 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0; N_{Ed2}; N_{Ed1}$)	=	48 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge als 4-seitig gehaltene Wand

$$b_{\max} = 30 \cdot t \cdot 10^{-3} = 4,50 \text{ m}$$

$$b / b_{\max} = 1,00 \leq 1$$

- Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 0,77 \leq 1$$

- Gebäudehöhe über Gelände

$$h_a / 20 = 0,81 \leq 1$$

- Stützweite der aufliegenden Decke

Einhaltung $l \leq 6,00 \text{ m}$ nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.

$$l / 6 = 0,88 \leq 1$$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef1} = \frac{1}{1 + \left(\alpha_4 \cdot \frac{\rho_2 \cdot h}{b} \right)^2} \cdot \rho_2 \cdot h = 1,57 \text{ m}$$

$$h_{ef} = \text{WENN}(\alpha_4 \cdot h / b > 1; \alpha_4 \cdot b / 2; h_{ef1}) = 1,57 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} \cdot 10^3 / (t \cdot 27) = 0,39 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8; 1,6 - l/6; 1,6 - l/5); 0,9 \cdot a/t)) = 0,717$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot (a/t) - 0,0011 \cdot (h_{ef} \cdot 10^3 / t)^2 = 0,729$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,72$$



d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,675 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} = 172 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = \underline{0,28 \leq 1}$$

e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

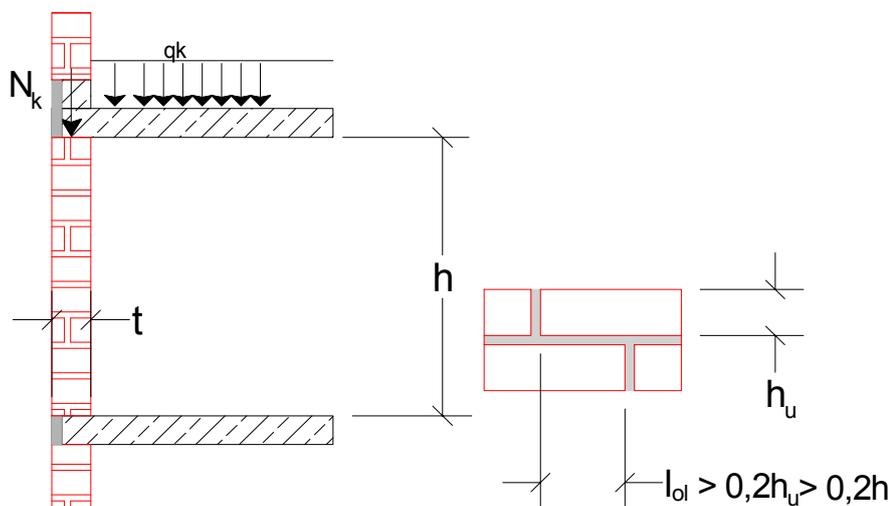
$$l_{\min} = 0,2 \cdot h = 0,49 \text{ m}$$

$$t_{\min} = \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Außenwand aus Elementmauerwerk, 3-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,2$ bzw. $l_{ol} \geq 125$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b_{\text{Strich}} =$	2,00 m
Steinformat des Elementmauerwerks	
Überbindemaß $l_{ol} =$	200 mm
Steingeometrie $h_u \text{ zu } l_u =$ GEW("EC6_de/elmnt";huzulu;)	= 0,625
Steinhöhe $h_u =$	374 mm
Auflagertiefe $a =$	175 mm
max. Stützweite Decke $l =$	5,700 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen: (charakteristisch)

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	90,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	160,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS XL
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	7,3 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	4,14 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.			
$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	362 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	350 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	350 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge als 3-seitig gehaltene Wand

$$\max_{b_{\text{Strich}}} = 15 \cdot t \cdot 10^{-3} = 2,63 \text{ m}$$

$$b_{\text{Strich}} / (15 \cdot t \cdot 10^{-3}) = 0,76 \leq 1$$

- Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 0,66 \leq 1$$

- Gebäudehöhe über Gelände

$$h_a / 20 = 0,81 \leq 1$$

- Stützweite der aufliegenden Decke

Einhaltung $l \leq 6,00 \text{ m}$ nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.

$$l / 6 = 0,95 \leq 1$$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = \text{TAB}(\text{"EC6_de/elmnt"; } a; h_{uzul_u}; S_f = 3) = 0,90$$

$$\alpha_3 = \text{WENN}(\ddot{u} \geq 0,2 \text{ UND } \ddot{u} < 0,4; \alpha_3; 1,0) = 1,00$$

$$h_{\text{ef}} = \text{MAX}\left(\frac{1}{2} \cdot \rho_2 \cdot h; 0,3 \cdot h\right) = 1,84 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_3 \cdot \frac{\rho_2 \cdot h}{3 \cdot b_{\text{Strich}}}\right)$$

Schlankheit λ :

$$h_{\text{ef}} \cdot 10^3 / (t \cdot 27) = 0,39 \leq 1$$



c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S="Ja";0,333;\text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8;1,6-l/6;1,6-l/5);0,9 \cdot a/t)) = 0,650$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot (a/t) - 0,0011 \cdot (h_{ef} \cdot 10^3/t)^2 = 0,728$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,65$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b_{\text{Strich}} \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,350 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} = 471 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = \underline{0,74 \leq 1}$$

e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

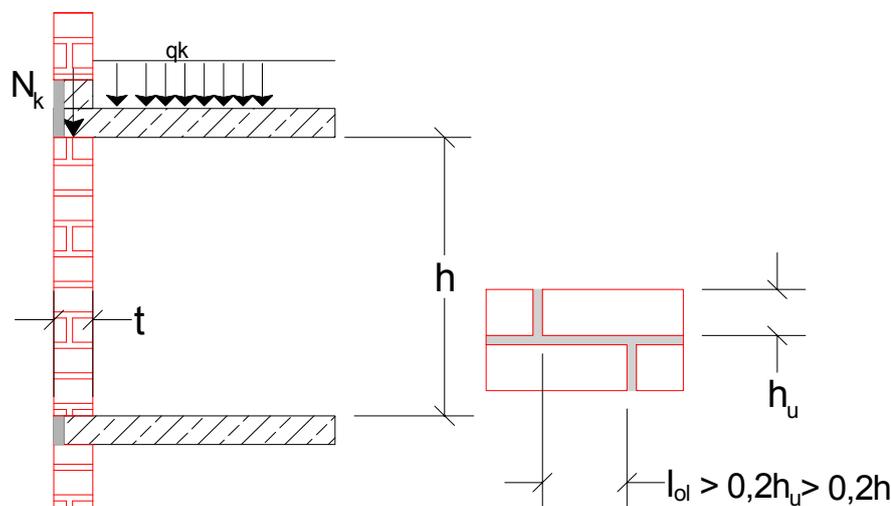
$$l_{\text{min}} = 0,2 \cdot h = 0,55 \text{ m}$$

$$t_{\text{min}} = \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Außenwand aus Elementmauerwerk, 4-seitig gehalten

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,2$ bzw. $l_{ol} \geq 125$ mm



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	150 mm
Wandlänge $b =$	4,50 m
Auflagertiefe $a =$	150 mm
Steinformat des Elementmauerwerks	
Überbindemaß $l_{ol} =$	130 mm
Steingeometrie $h_u, z_{ul_u} =$ GEW("EC6_de/elmnt";huzulu;Sf=3)	= 0,625
Steinhöhe $h_u =$	374 mm
max. Stützweite Decke $l =$	5,30 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$	16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,45 m
OG / Dachdecke $S =$ GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,75 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	22,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	12,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	LM21
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	2,8 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,59 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	48 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	48 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0; N_{Ed2}; N_{Ed1}$)	=	48 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- zulässige Wandlänge als 4-seitig gehaltene Wand

$$b_{\max} = 30 \cdot t \cdot 10^{-3} = 4,50 \text{ m}$$

$$b / b_{\max} = 1,00 \leq 1$$

- Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 0,77 \leq 1$$

- Gebäudehöhe über Gelände

$$h_a / 20 = 0,81 \leq 1$$

- Stützweite der aufliegenden Decke

Einhaltung $l \leq 6,00 \text{ m}$ nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.

$$l / 6 = 0,88 \leq 1$$



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_4 = \text{TAB}(\text{"EC6_de/elmnt"}; a; h_{uzulu} = h_u; \text{Sf}=4) = 0,75$$

$$\alpha_4 = \text{WENN}(\ddot{u} \geq 0,2 \text{ UND } \ddot{u} < 0,4; \alpha_4; 1,0) = 0,75$$

$$h_{ef1} = \frac{1}{1 + \left(\alpha_4 \cdot \frac{\rho_2 \cdot h}{b} \right)^2} \cdot \rho_2 \cdot h = 1,68 \text{ m}$$

$$h_{ef} = \text{WENN}(\alpha_4 \cdot h / b > 1; \alpha_4 \cdot b / 2; h_{ef1}) = 1,68 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} \cdot 10^3 / (t \cdot 27) = 0,41 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(fk \geq 1,8; 1,6 - l/6; 1,6 - l/5); 0,9 \cdot a/t)) = 0,717$$

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot (a/t) - 0,0011 \cdot (h_{ef} \cdot 10^3 / t)^2 = 0,712$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,71$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands



$$\begin{aligned} A &= b \cdot t \cdot 10^{-3} &= 0,675 \text{ m}^2 \\ \text{faktor} &= \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) &= 1,0 \\ N_{Rd} &= \Phi \cdot f_d \cdot t \cdot \text{faktor} &= 169 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

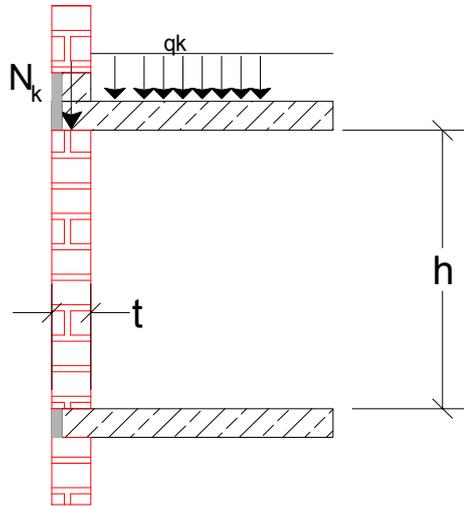
$$N_{Ed} / N_{Rd} = \underline{0,28 \leq 1}$$

e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

$$\begin{aligned} l_{\min} &= 0,2 \cdot h &= 0,49 \text{ m} \\ t_{\min} &= \text{MAX}(1/3 \cdot t; 115) &= 115 \text{ mm} \end{aligned}$$

Außenwand, (allgemein)

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

 Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{ol} \geq 45$ mm


Abmessungen:

Wanddicke $t =$		150 mm
Wandlänge $l_w =$		4,25 m
gehalten Art =	GEW("EC6_de/Art"; Art;) =	2-seitig gehalten
Auflagertiefe $a =$		150 mm
max. Stützweite Decke $l =$		5,150 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$		16,25 m
lichte Geschosshöhe $h =$		2,50 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) =	Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$		2,75 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$		20,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$		8,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L-P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,6 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		0,85
$\gamma_M =$		1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	= 3,17 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	39,0 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	39,2 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	39,2 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,77 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,81 \leq 1$
- Stützweite der aufliegenden Decke
Einhaltung $l \leq 6,00$ m nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.
 $l / 6 = 0,86 \leq 1$



b) Schlankheit

Knicklänge, Wand 2-seitig gehalten

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

$$h_{ef,2} = \rho_2 * h = 1,88 \text{ m}$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = 1,0$$

$$h_{ef,3} = \text{MAX}\left(\frac{1}{2} * \rho_2 * h; 0,3 * h\right) = 1,84 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_3 * \frac{\rho_2 * h}{3 * l_w}\right)$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{\text{max}} = 30 * t * 10^{-3} = 4,50 \text{ m}$$

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef,41} = \frac{1}{2} * \rho_2 * h = 1,57 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_4 * \frac{\rho_2 * h}{l_w}\right)$$

$$h_{ef,4} = \text{WENN}(\alpha_4 * h / l_w > 1; \alpha_4 * l_w / 2; h_{ef,41}) = 1,57 \text{ m}$$



Schlankheit λ :

$$h_{ef} = \text{WENN}(\text{Art}=2; h_{ef,2}; \text{WENN}(\text{Art}=3; h_{ef,3}; h_{ef,4})) = 1,88 \text{ m}$$

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 12,53$$

$$\lambda / 27 = 0,46 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S="Ja"; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8; 1,6-l/6; 1,6-l/5); 0,9 * a/t)) = 0,742$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,677$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,677$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$A = l_w * t * 10^{-3} = 0,637 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(0,1/A < 1; 1; 0,8) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi * f_d * t * \text{faktor} = 322 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,12 \leq 1$$

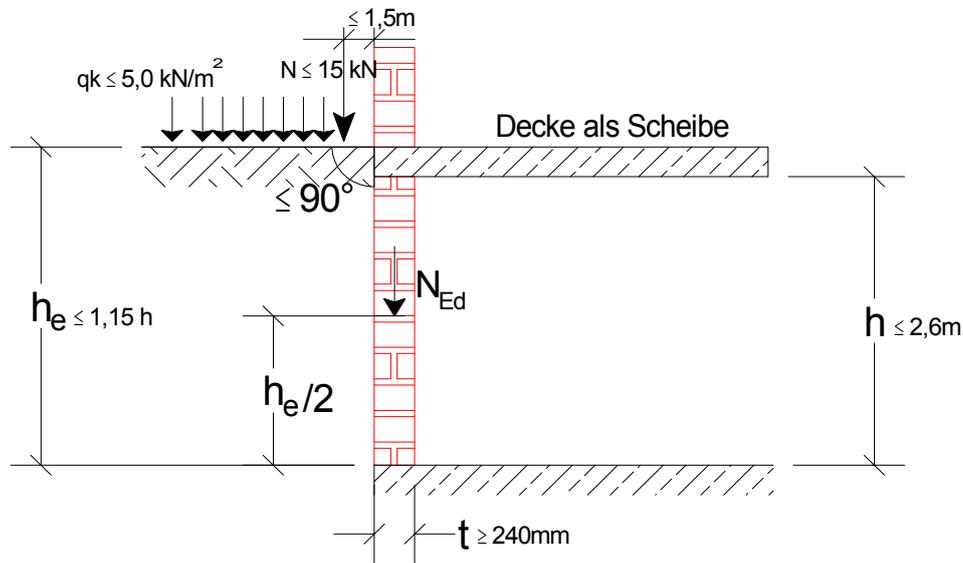
e) Mindestmaße der aussteifenden Querwände:

$$l_{min} = 0,2 * h = 0,50 \text{ m}$$

$$t_{min} = \text{MAX}(1/3 * t; 115) = 115 \text{ mm}$$

Kellerwand

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01, NCI zu 4.5



Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:

- Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als 5 kN/m^2 und keine Einzellast über 15 kN näher als $1,5 \text{ m}$ vor der Wand
- keine ansteigende Geländeoberfläche
- Erddruckbeiwert = $1/3$ (aktiver Erddruck)
- es wirkt kein hydrostatischer Druck auf die Wand

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,57 m
Anschütthöhe $h_e =$	2,68 m
Wichte der Anschüttung $\rho_e =$	$18,00 \text{ kN/m}^3$
horiz. Abst. aussteifender Querw. $b_c =$	4,14 m

Einwirkungen:

Bemessungswert der Wandnormalkraft aus dem Lastfall max N bzw. min N in halber Anschütthöhe

Normalkraft $N_{Ed,min} =$	72,5 kN/m
Normalkraft $N_{Ed,max} =$	121,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Ziegel
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	HLzA.HLzB
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa

Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	$5,0 \text{ N/mm}^2$
-----------------------	--	---	----------------------

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	$2,83 \text{ N/mm}^2$



Überprüfung der Voraussetzungen zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens
gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01

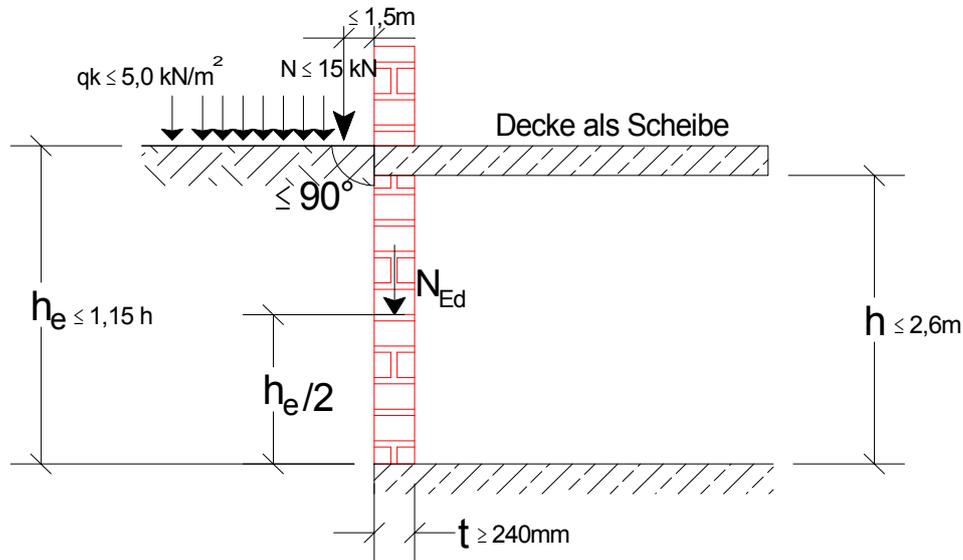


Nachweis

$$\begin{aligned}\beta &= \text{WENN}(b_c \leq h; 40; \text{WENN}(b_c \geq 2 \cdot h; 20; 60 - 20 \cdot b_c / h)) &= & 27,78 \\ N_{Rd,max} &= 1/3 \cdot 1,0 \cdot t \cdot f_d &= & 344 \text{ kN/m} \\ N_{Ed,max} / N_{Rd,max} & &= & \underline{0,35 \leq 1} \\ N_{Rd,min} &= \frac{\rho_e \cdot 1,0 \cdot h \cdot h_e^2}{\beta \cdot t} \cdot 10^3 &= & 32,8 \text{ kN/m} \\ N_{Rd,min} / N_{Ed,min} & &= & \underline{0,45 \leq 1}\end{aligned}$$

Kellerwand mit Einzellast

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01, NCI zu 4.5



Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:

- Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als 5 kN/m^2 und keine Einzellast über 15 kN näher als $1,5 \text{ m}$ vor der Wand
- keine ansteigende Geländeoberfläche
- Erddruckbeiwert = $1/3$ (aktiver Erddruck)
- es wirkt kein hydrostatischer Druck auf die Wand

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,57 m
horiz. Abst. aussteifender Querw. $b_c =$	7,14 m
Deckendicke $h_c =$	0,18 m
Stützenbreite (Einzellast) $b_{St} =$	0,17 m
Anschütthöhe $h_e =$	1,52 m
Wichte der Anschüttung $\rho_e =$	18,00 kN/m ³

Einwirkungen:

aus Kellerdecke / aufgehender Wand	
ständige Last $n_{gk} =$	25,9 kN/m
Nutzlast $n_{qk} =$	4,9 kN/m
aus Einzellast (z.b. Stütze)	
ständige Last $N_{St,gk} =$	161,3 kN
Nutzlast Last $N_{St,qk} =$	51,3 kN
Wandeigenlast $g_k =$	6,40 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	4,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	3,0 N/mm ²



Bemessungswerte des Widerstandes

$$\begin{aligned}\zeta &= 0,85 \\ \gamma_M &= 1,50 \\ f_d &= \zeta * f_k / \gamma_M = 1,70 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Überprüfung der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01



Nachweis

Bemessungswerte der Wandnormalkraft in halber Höhe der Anschüttung

Anteil aus Wandeigenlast

$$g_{wk} = g_k * (h - h_e/2) / h = 4,51 \text{ kN/m}$$

Anteil aus Einzellast

(Lastverteilung unter 45° in der Kellerdecke und unter 60° im Mauerwerk)

$$l = b_{St} + 2 * h_c + 2 * (h - h_e/2) * 1 / \text{TAN}(60) = 2,62 \text{ m}$$

$$N_{Ed,max} = 1,35 * (N_{St,gk} + (n_{gk} + g_{wk}) * l) + 1,5 * (N_{St,qk} + n_{qk} * l) = 421,5 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,min} = 1,0 * (N_{St,gk} + (n_{gk} + g_{wk}) * l) = 241,0 \text{ kN}$$

$$\beta = \text{WENN}(b_c \leq h; 40; \text{WENN}(b_c \geq 2 * h; 20; 60 - 20 * b_c / h)) = 20,00$$

$$N_{Rd,max} = 1/3 * l * t * f_d = 541,9 \text{ kN}$$

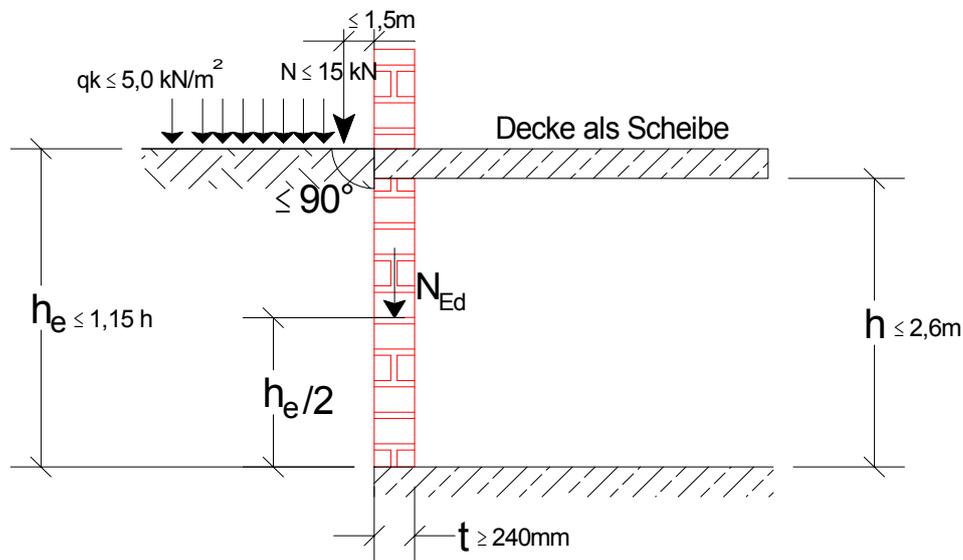
$$N_{Ed,max} / N_{Rd,max} = 0,78 \leq 1$$

$$N_{Rd,min} = \frac{\rho_e * l * h * h_e^2}{\beta * t} * 10^3 = 38,4 \text{ kN/m}$$

$$N_{Rd,min} / N_{Ed,min} = 0,16 \leq 1$$

Kellerwand aus Elementmauerwerk

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01, NCI zu 4.5



Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:

- Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als 5 kN/m² und keine Einzellast über 15 kN näher als 1,5 m vor der Wand
- keine ansteigende Geländeoberfläche
- Erddruckbeiwert = 1/3 (aktiver Erddruck)
- es wirkt kein hydrostatischer Druck auf die Wand

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,57 m
Anschütthöhe $h_e =$	2,68 m
Wichte der Anschüttung $\rho_e =$	18,00 kN/m ³
horiz. Abst. aussteifender Querw. $b_c =$	4,14 m
Steinformat des Elementmauerwerks	
Überbindemaß $l_{ol} =$	125 mm
Steingeometrie $h_u \text{ zu } l_u =$ GEW("EC6_de/elmnt";huzulu;)	= 0,625
Steinhöhe $h_u =$	374 mm

Einwirkungen:

Bemessungswert der Wandnormalkraft aus dem Lastfall max N bzw. min N in halber Anschütthöhe	
Normalkraft $N_{Ed,min} =$	72,5 kN/m
Normalkraft $N_{Ed,max} =$	121,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS XL
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	7,3 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$	0,85
$\gamma_M =$	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M =$ 4,14 N/mm ²



Überprüfung der Voraussetzungen zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens
gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01



Nachweis

$$\beta = \text{WENN}(b_c \leq h; 40; \text{WENN}(b_c \geq 2 \cdot h; 20; 60 - 20 \cdot b_c / h)) = 27,78$$

$$\beta = \text{WENN}(\bar{u} \geq 0,2 \text{ UND } \bar{u} < 0,4; 20; \beta) = 20,00$$

$$N_{Rd,max} = 1/3 \cdot 1,0 \cdot t \cdot f_d = 504 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed,max} / N_{Rd,max} = \underline{0,24 \leq 1}$$

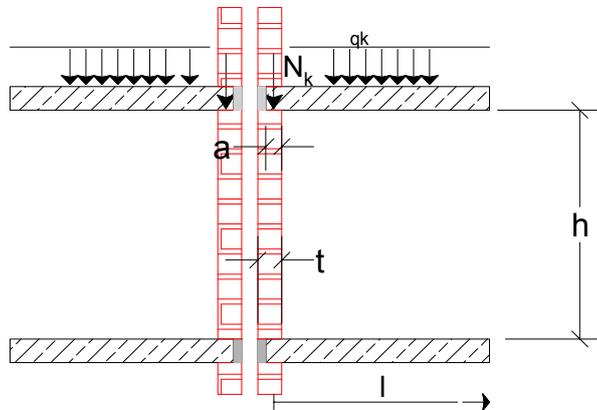
$$N_{Rd,min} = \frac{\rho_e \cdot 1,0 \cdot h \cdot h_e^2}{\beta \cdot t} \cdot 10^3 = 45,5 \text{ kN/m}$$

$$N_{Rd,min} / N_{Ed,min} = \underline{0,63 \leq 1}$$

Haustrennwand, 2-schalig

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01

Annahme: Aussteifung sichergestellt, planmäßiges Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$ bzw. $l_{0l} \geq 45$ mm



Zweischalige Haustrennwand

Abmessungen:

Wanddicke $t =$		175 mm
Wandlänge $l_w =$		4,59 m
gehalten Art =	GEW("EC6_de/Art"; Art;) =	4 -seitig gehalten
Auflagertiefe $a =$		175 mm
max. Stützweite Decke $l =$		5,100 m
Gebäudehöhe(Mittel First-Traufe) $h_a =$		10,10 m
lichte Geschosshöhe $h =$		2,75 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) =	Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$		2,75 kN/m ²
Normalkraft $n_{Gk} =$		50,0 kN/m
Normalkraft $n_{Qk} =$		20,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein $St =$	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. $FK =$	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel $Mö =$	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM II

Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,9 N/mm ²
-----------------------	--	---	-----------------------

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		0,85	
$\gamma_M =$		1,50	
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,21 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$n_{Ed1} =$	$1,35 * n_{Gk} + 1,50 * n_{Qk}$	=	98 kN/m
$n_{Ed2} =$	$1,40 * (n_{Gk} + n_{Qk})$	=	98 kN/m
$n_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; n_{Ed2} ; n_{Ed1})	=	98 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Überprüfung der Wanddicke
 $115 / t = 0,66 \leq 1$
- Gebäudehöhe über Gelände
 $h_a / 20 = 0,51 \leq 1$
- Stützweite der aufliegenden Decke
Einhaltung $l \leq 6,00$ m nur erforderlich, wenn die Biegemomente nicht durch konstruktive Maßnahmen begrenzt werden.
 $l / 6 = 0,85 \leq 1$



b) Schlankheit

Knicklänge, Wand 2-seitig gehalten

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

$$h_{ef,2} = \rho_2 * h = 2,06 \text{ m}$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$\alpha_3 = 1,0$$

$$h_{ef,3} = \text{MAX}\left(\frac{1}{2} * \rho_2 * h; 0,3 * h\right) = 2,02 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_3 * \frac{\rho_2 * h}{3 * l_w}\right)$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{01} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{\text{max}} = 30 * t * 10^{-3} = 5,25 \text{ m}$$

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef,41} = \frac{1}{2} * \rho_2 * h = 1,72 \text{ m}$$
$$1 + \left(\alpha_4 * \frac{\rho_2 * h}{l_w}\right)$$

$$h_{ef,4} = \text{WENN}(\alpha_4 * h / l_w > 1; \alpha_4 * l_w / 2; h_{ef,41}) = 1,72 \text{ m}$$



Schlankheit λ :

$$h_{ef} = \text{WENN}(\text{Art}=2; h_{ef,2}; \text{WENN}(\text{Art}=3; h_{ef,3}; h_{ef,4})) = 1,72 \text{ m}$$

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 9,83$$

$$\lambda / 27 = 0,36 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S="Ja"; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8; 1,6-l/6; 1,6-l/5); 0,9 * a/t)) = 0,750$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,744$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,74$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = l_w * t * 10^{-3} = 0,803 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$n_{Rd} = \Phi * f_d * t * \text{faktor} = 286 \text{ kN/m}$$

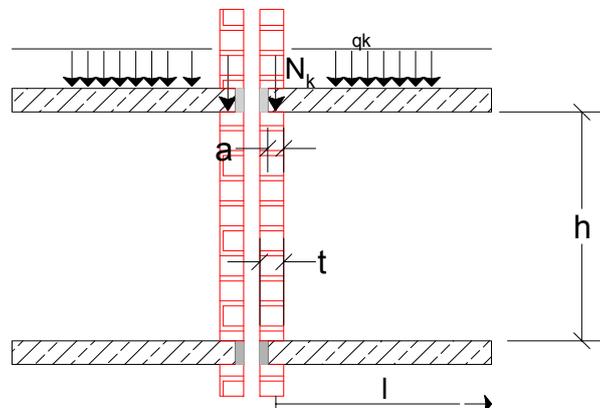
$$n_{Ed} / n_{Rd} = 0,34 \leq 1$$

Haustrennwand, 2-schalig ($t < 150$ mm)

Vereinfachtes Verfahren nach DIN EN 1996-3:2010-12 und DIN EN 1996-3/NA:2012-01 Tab. NA.2 Zeile 3

Geschossanzahl ohne ausgebauten Dachgeschoss ≤ 2 ;

Abstand der aussteifenden Querwände $\leq 4,50$ m bzw. Randabstand von einer Öffnung $\leq 2,0$ m



Zweischalige Haustrennwand

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	115 mm
Abstand aussteif. Querwände $b =$	3,66 m
Auflagertiefe $a =$	115 mm
max. Stützweite Decke $l =$	2,650 m
Gebäudehöhe (Mittel First-Traufe) $h_a =$	9,46 m
lichte Geschosshöhe $h =$	2,75 m
OG / Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,75 kN/m ²
ständige Last $N_{Gk} =$	13,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	5,5 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein $St =$	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. $FK =$	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	2,0
Mörtel $Mö =$	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM

Druckfestigk. $f_k =$ TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö) = 1,8 N/mm²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$	0,85
$\gamma_M =$	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M =$ 1,02 N/mm ²

Bemessungswert der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.

$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	26 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	26 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	26 kN/m



a) Überprüfen der Voraussetzungen

zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens gemäß DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu 4.2.1.1

- Überprüfung der Wanddicke

$$115 / t = 1,00 \leq 1$$



b) Schlankheit

Knicklänge, Wand 2-seitig gehalten

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,75$$

Überprüfung der erforderlichen Auflagertiefe für Abminderung

$$\rho_2 = \text{WENN}(t < 240 \text{ UND } a = t; \rho_2; \text{WENN}(t \geq 240 \text{ UND } a \geq 175; \rho_2; 1)) = 0,75$$

$$h_{ef,2} = \rho_2 * h = 2,06 \text{ m}$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{max} = 30 * t * 10^{-3} = 3,45 \text{ m}$$

$$\alpha_4 = 1,0$$

$$h_{ef,41} = \frac{1}{1 + \left(\alpha_4 * \frac{\rho_2 * h}{b} \right)^2} * \rho_2 * h = 1,57 \text{ m}$$

$$h_{ef,4} = \text{WENN}(\alpha_4 * h / b > 1; \alpha_4 * b / 2; h_{ef,41}) = 1,57 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} = \text{WENN}(b \leq b_{max}; h_{ef,4}; h_{ef,2}) = 2,06 \text{ m}$$

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,66 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Traglastminderung infolge Lastausmitte / Knickgefahr:

$$\Phi_1 = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; \text{MIN}(\text{WENN}(f_k \geq 1,8; 1,6 - l/6; 1,6 - l/5); 0,9 * a/t)) = 0,900$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,497$$

$$\Phi = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,50$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$A = b * t * 10^{-3} = 0,421 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(0,1/A < 1; 1; 0,8) = 1,0$$

$$N_{Rd} = \Phi * f_d * t * \text{faktor} = 59 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,44 \leq 1$$



Mauerwerkswand unbewehrt

Berechnung nach dem vereinfachten Verfahren nach DIN EN 1996-3/NA:2012-01 NCI zu Anhang A bei Gebäuden mit höchstens 3 Geschossen

Folgende Randbedingungen werden u.a. eingehalten:

- das Gebäude hat nicht mehr als drei Geschosse über Geländehöhe;
- die Wände sind rechtwinklig zur Wandebene durch die Decken und das Dach in horizontaler Richtung gehalten, und zwar entweder durch die Decken und das Dach selbst oder durch geeignete Konstruktionen, z. B. Ringbalken mit ausreichender Steifigkeit;
- die kleinste Gebäudeabmessung im Grundriss beträgt mindestens 1/3 der Gebäudehöhe;
- die größte lichte Spannweite der Decken beträgt 6,0 m;
- die größte lichte Spannweite des Daches beträgt 6,0 m, ausgenommen Leichtgewichtsdachkonstruktionen, bei denen die Spannweite 12,0 m nicht überschreiten darf.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $b =$	1,00 m
lichte Geschosshöhe $h_s =$	2,75 m
Auflagertiefe $a =$	175 mm
AW + Dachdecke $S =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) = Nein

Einwirkungen:

Belastung Decke $q_k =$	2,30 kN/m ²
ständig $N_{Gk} =$	55,0 kN/m
Nutzlast $N_{Qk} =$	100,0 kN/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Leichtbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	V. Vbl
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	8,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	4,5 N/mm ²
Bemessungswert des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,55 N/mm ²

Überprüfung weiterer Voraussetzungen zur Anwendung des vereinfachten Verfahrens:



Bemessungswerte der Einwirkung

Die einwirkenden Lasten wirken ungünstig.			
$N_{Ed1} =$	$1,35 * N_{Gk} + 1,50 * N_{Qk}$	=	224 kN/m
$N_{Ed2} =$	$1,40 * (N_{Gk} + N_{Qk})$	=	217 kN/m
$N_{Ed} =$	WENN($q_k < 3,0$; N_{Ed2} ; N_{Ed1})	=	217 kN/m



Nachweis

erforderliche Mindestwanddicke (bei teilauflegend!)

$$t_{\min} = \text{WENN}(a < t; 300; t) = 175 \text{ mm}$$

$$t_{\min} / t = 1,00 \leq 1$$

$$2/3 * t / a = 0,67 \leq 1$$

$$a/t = 1,00 \leq 1$$

Abminderungsbeiwert unter Beachtung aller Randbedingungen
(teilauflegend ja / nein, oberstes Geschoss Ja / nein)

$$c_{A1} = \text{WENN}(a < t; 0,45; \text{WENN}(\lambda < 10; 0,7; \text{WENN}(\lambda \leq 18; 0,5; \text{WENN}(\lambda < 21; 0,36; 0)))) = 0,500$$

$$c_A = \text{WENN}(S = \text{"Ja"}; 0,333; c_{A1}) = 0,500$$

Bemessungswert des vertikalen Tragwiderstands

$$A = b * t * 10^{-3} = 0,175 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 1; 0,8; 1) = 1,0$$

$$N_{Rd} = c_A * f_d * A * 10^3 * \text{faktor} = 223 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} / N_{Rd} = 0,97 \leq 1$$

⇒ mind. erforderliche charakteristische Druckfestigkeit des MW bei vorhandener Dicke t:

$$\min f_{k, \text{erf}} = (N_{Ed} * \gamma_M) / (c_A * \zeta * \text{faktor} * t) = 4,38 \text{ N/mm}^2$$

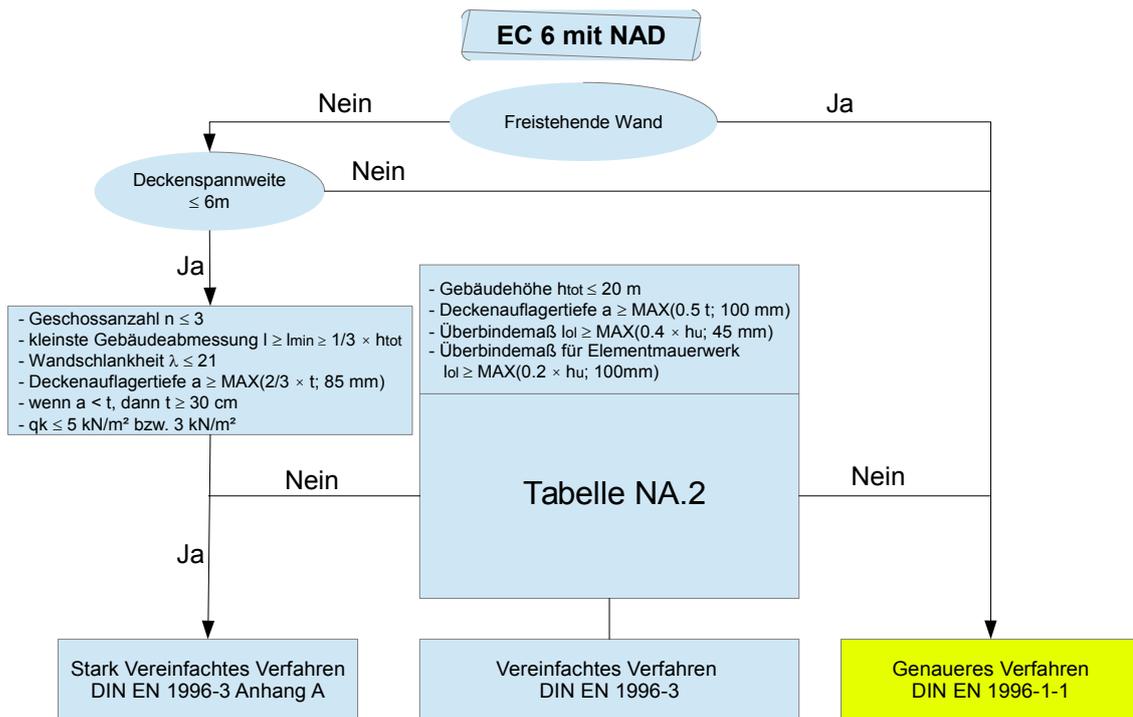


Kapitel Genaueres Verfahren nach EC6-1-1

VCmaster-WIKI - Verfahren nach EC6-1-1 (Übersicht)

Hinweis: **Dieses Wiki mit seinen Verlinkungen "öffnen" kann nur in VCmaster interaktiv genutzt werden.**

Allgemein - Bemessungsverfahren mit Anwendungsbedingungen



Schnittgrößenermittlung: Einwirkungskombinationen

es ist zu prüfen, welche Einwirkungskombination maßgebend wird:

- * max. Normalkraftbeanspruchung (max N + zugehörig M)
- * max. Momentenbeanspruchung (max M + zugehörig N)
- * min. Normalkraft (min N_{Gk} + zugehörig M)

(üblicherweise nur bei Windscheiben, niedrigen Auflasten und stark unterschiedlichen Deckenstützweiten bemessungsrelevant)



Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05

Außenwand im Dachgeschoss

Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand;
Windsogbelastung maßgebend;
maßgebende Schnittgrößen bekannt!

Annahme:

volle Fußeinspannung zur Aufnahme der
Windeinwirkung

[öffnen](#)

Außenwand im Zwischengeschoss

hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand;
keine H-Lasten; 2-seitig gehalten
Einwirkungen als design-Werte vorzugeben
Fußmoment wird ermittelt (s. rechts)

Annahme: Die Lasten aus der Geschoßdecke und dem aufgehenden Mauerwerk werden über einen Stahlbetonüberzug in die Wand eingeleitet. Dieser bewirkt eine **Zentrierung der Last innerhalb der Auflagerbreite a (d.h. $M_o = 0!$)**. M_u wird nach DIN EN 1996-1-1 Anhang C ermittelt.

Die Berechnung der Momente erfolgt wie für eine teilweise aufliegende Deckenplatte.

[öffnen](#)

Außenwand, 2-seitig gehalten

hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; maßgebende Schnittgrößen aus Nebenrechnung

[öffnen](#)

Außenwand, 3-seitig gehalten

s.o.

[öffnen](#)

Außenwand, 4-seitig gehalten

s.o.

[öffnen](#)

Innenwand, 2-seitig gehalten

Nachweis mit vorgegebenen Bemessungswerten

[öffnen](#)

Innenwand, 3-seitig gehalten

s.o.

[öffnen](#)

Innenwand, 4-seitig gehalten

s.o.

[öffnen](#)

Innenwand, 2-seitig gehalten, Querkraftnachweis

Nachweis der Schubtragfähigkeit nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12, 6.2
Windscheibe nach dem Kragarmmodell

[öffnen](#)

Aussteifungswand, aussen

alle erforderlichen Nachweise

Momente am Wand-Decken-Knoten sind aus NR zu ermitteln (z.B. **Vorlage**)! Restliche Schnittgrößen charakteristisch; Ermittlung der maßgeb. LFK

[öffnen](#)

Aussteifungswand, innen

alle erforderlichen Nachweise

Momente am Wand-Decken-Knoten sind aus NR zu ermitteln (z.B. **Vorlage**)! Restliche Schnittgrößen charakteristisch; Ermittlung der maßgeb. LFK

[öffnen](#)

Aussteifungswand innen, Querkrafttragfähigkeit

2-seitig gehalten;
Querkrafttragfähigkeit (Windscheibe Kragarmmodell)

[öffnen](#)

**WDK - Innenwand**

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C

[öffnen](#)**WDK - Innenwand im Dachgeschoss**

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C

[öffnen](#)**WDK - Außenwand**

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C

[öffnen](#)**WDK - Außenwand im Dachgeschoss**

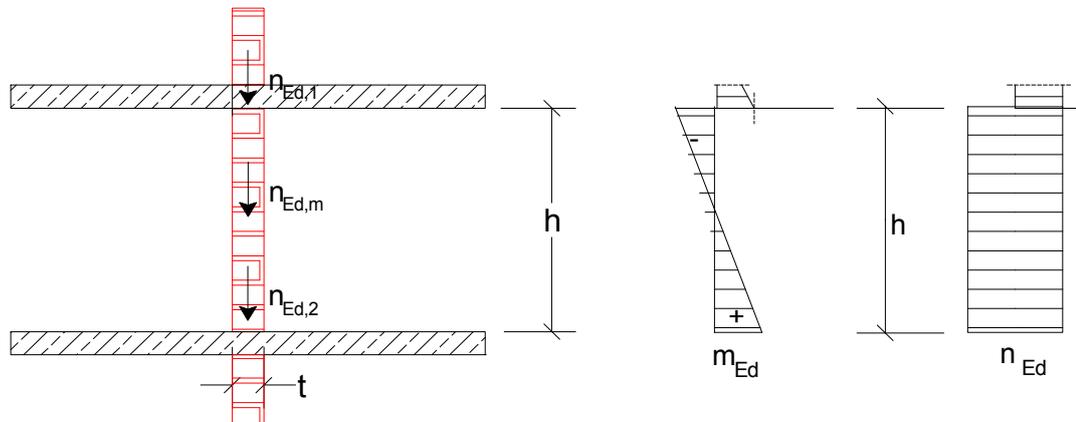
Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C

[öffnen](#)**Wände mit Teilflächenlasten**

DIN EN 1996-1-1:2013-02 - 6.1.3

[öffnen](#)**Wände mit Teilflächenlasten - nach NCI**DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 - NCI zu 6.1.3
Für Mauersteine nach NCI 3.1.1, Absatz (NA.5) bei einer
randnahen Einzellast ($a_1 \leq 3 \cdot l_1$)[öffnen](#)**Querkrafttragfähigkeit bei Scheibenschub**Nachweise (Reibungsversagen, Steinzugversagen,
Schubdruckversagen, Fugensversagen) nach dem
genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1 / NA[öffnen](#)**Kellerwand mit vertikalen Aussteifungsbalken**Nachweis der horizontal einachsig gespannten
Kelleraußenwand zwischen den Aussteifungsbalken
nach DIN EN 1996-1-1:2010-12; geringe Auflast;
Stoßfugen vermörtelt![öffnen](#)**Kellerwand**genauerer Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05
– NCI zu 6.3.4[öffnen](#)**Giebelwand belastet**genauerer Nachweis des belasteten Wandabschnitts
nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 – 6.1.2 ;
Randabstand der Einzellast $a > 3 \cdot l_1$ [öffnen](#)

Innenwand, 2-seitig gehalten

 DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05, vollauflegend ($a = t$)


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	3,00 m

Einwirkungen (Bemessungswerte ohne Vorzeichen)

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	403,5 kN/m
Moment am Wandkopf $m_{Ed,1} =$	1,98 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	420,5 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	1,98 kNm/m
$n_{Ed,mitte} =$	$(n_{Ed,1} + n_{Ed,2}) / 2 = 412,0$ kN/m
hier Nulldurchgang \cong in Wandmitte	
$m_{Ed,mitte} =$	0,00 kNm/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	16,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
\Rightarrow Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,9 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	3,34 N/mm ²

Nachweis am Wandkopf

die Lastexzentrizität am Kopf bzw. Fuß der Wand

$$e_1 = \text{MAX}(m_{Ed,1} / n_{Ed,1} ; 0,05 * t * 10^{-3}) = 8,75 * 10^{-3} \text{ m}$$

 Abminderungsfaktors Φ zur Berücksichtigung der Schlankheit und Ausmitte

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (t * 10^{-3}) = 0,900$$

$$n_{Rd,1} = \Phi_1 * t * f_d = 526,0 \text{ kN/m}$$

$$n_{Ed,1} / n_{Rd,1} = \underline{\underline{0,77 \leq 1}}$$



Nachweis am Wandfuß

$$\begin{aligned} e_2 &= \text{MAX}(m_{\text{Ed},2} / n_{\text{Ed},2}; 0,05 * t * 10^{-3}) &= & 8,75 * 10^{-3} \text{ m} \\ \Phi_2 &= 1 - 2 * e_2 / (t * 10^{-3}) &= & 0,900 \\ n_{\text{Rd},2} &= \Phi_2 * t * f_d &= & \mathbf{526,0 \text{ kN/m}} \\ n_{\text{Ed},2} / n_{\text{Rd},2} & &= & \mathbf{0,80 \leq 1} \end{aligned}$$

Nachweis in Wandmitte

$$\begin{aligned} \rho_2 &= & & 0,75 \\ h_{\text{ef}} &= \rho_2 * h &= & 2,25 \text{ m} \\ \text{ungewollte Ausmitte (Imperfektion)} \\ e_{\text{init}} &= h_{\text{ef}} / 450 &= & 5,00 * 10^{-3} \text{ m} \\ \text{Ausmitte aus Last} \\ e_m &= m_{\text{Ed},\text{mitte}} / n_{\text{Ed},\text{mitte}} + e_{\text{init}} &= & 5,00 * 10^{-3} \text{ m} \\ \text{Schlankheit einer 2-seitig gehaltenen Wand:} \\ \lambda &= h_{\text{ef}} * 10^3 / t &= & 12,86 \end{aligned}$$

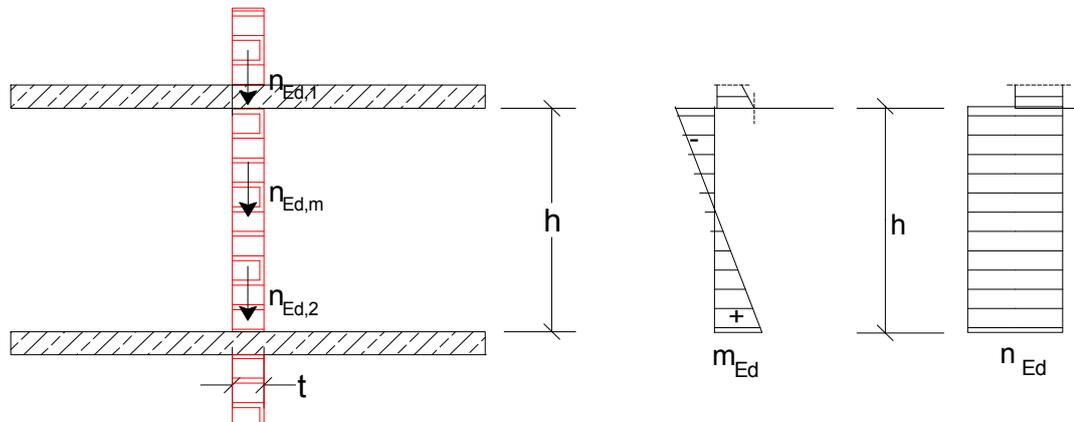
Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)



$$\begin{aligned} \text{Ausmitte der Last in halber Wandhöhe} \\ e_{\text{mk}} &= \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) &= & 8,75 * 10^{-3} \text{ m} \\ \text{Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte} \\ t &= t * 10^{-3} &= & 0,175 \text{ m} \\ \Phi_m &= \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{\text{mk}} / t) - 0,024 * h_{\text{ef}} / t; 1 - 2 * e_{\text{mk}} / t) &= & 0,717 \\ n_{\text{Rd},m} &= \Phi_m * t * f_d * 10^3 &= & \mathbf{419,1 \text{ kN/m}} \\ n_{\text{Ed},\text{mitte}} / n_{\text{Rd},m} & &= & \mathbf{0,98 \leq 1} \end{aligned}$$



Innenwand, 3-seitig gehalten

DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05, vollauflegend ($a = t$)

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $l =$	2,00 m
lichte Geschosshöhe $h =$	3,00 m

Einwirkungen (Bemessungswerte ohne Vorzeichen)

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	403,5 kN/m
Moment am Wandkopf $m_{Ed,1} =$	1,98 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	420,5 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	1,98 kNm/m
$n_{Ed,mitte} =$	$(n_{Ed,1} + n_{Ed,2}) / 2 = 412,0$ kN/m
hier Nulldurchgang \equiv in Wandmitte	
$m_{Ed,mitte} =$	0,00 kNm/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	16,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
\Rightarrow Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,9 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	3,34 N/mm ²

Nachweis am Wandkopf

die Lastexzentrizität am Kopf bzw. Fuß der Wand

$$e_1 = \text{MAX}(m_{Ed,1} / n_{Ed,1} ; 0,05 * t * 10^{-3}) = 8,75 * 10^{-3} \text{ m}$$

Abminderungsfaktors Φ zur Berücksichtigung der Schlankheit und Ausmitte

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (t * 10^{-3}) = 0,900$$

$$n_{Rd,1} = \Phi_1 * t * f_d = 526,0 \text{ kN/m}$$

$$n_{Ed,1} / n_{Rd,1} = \underline{0,77 \leq 1}$$



Nachweis am Wandfuß

$$\begin{aligned} e_2 &= \text{MAX}(m_{Ed,2} / n_{Ed,2}; 0,05 * t * 10^{-3}) &= & 8,75 * 10^{-3} \text{ m} \\ \Phi_2 &= 1 - 2 * e_2 / (t * 10^{-3}) &= & 0,900 \\ n_{Rd,2} &= \Phi_2 * t * f_d &= & \mathbf{526,0 \text{ kN/m}} \\ n_{Ed,2} / n_{Rd,2} & &= & \mathbf{0,80 \leq 1} \end{aligned}$$

Nachweis in Wandmitte

$$\begin{aligned} a &= t &= & 175 \text{ mm} \\ \rho_2 &= \text{WENN}(a < 2/3 * t; 1; \text{WENN}(e_1 * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1)) &= & 0,75 \end{aligned}$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:

$$\rho_3 = \text{MAX}(\text{WENN}(h \leq 3,5 * l; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{3 * l}\right)^2} * \rho_2; 1,5 * l / h); 0,3) = 0,66 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} h_{ef} &= \rho_3 * h &= & 1,98 \text{ m} \\ b_{max} &= 15 * t * 10^{-3} &= & 2,63 \text{ m} \end{aligned}$$

Überprüfung auf Gültigkeit der 3-seitigen Halterung

$$l / b_{max} = \mathbf{0,76 \leq 1}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 4,40 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte aus Last

$$e_m = m_{Ed,mitte} / n_{Ed,mitte} + e_{init} = 4,40 * 10^{-3} \text{ m}$$

Schlankheit einer 3-seitig gehaltenen Wand

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 11,31$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)



Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 8,75 * 10^{-3} \text{ m}$$

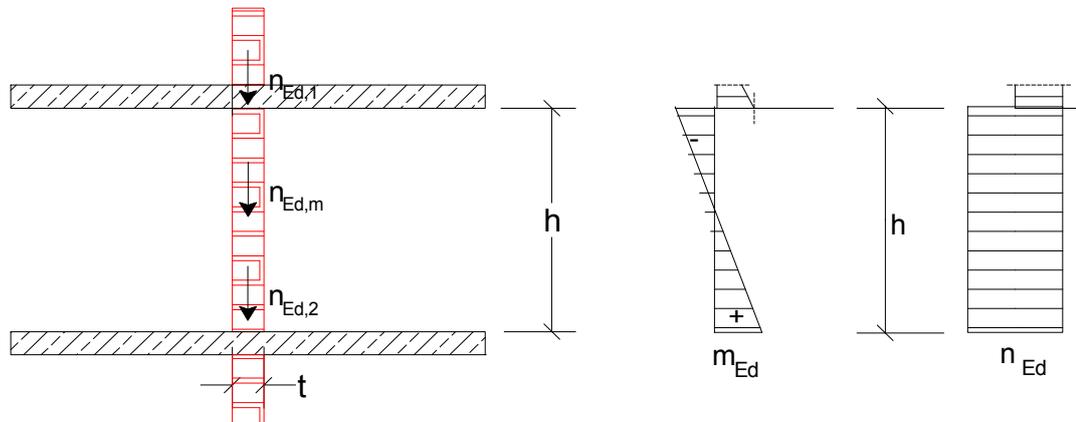
Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$\begin{aligned} t &= t * 10^{-3} &= & 0,175 \text{ m} \\ \Phi_m &= \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) &= & 0,754 \end{aligned}$$

$$n_{Rd,m} = \Phi_m * t * f_d * 10^3 = \mathbf{440,7 \text{ kN/m}}$$

$$n_{Ed,mitte} / n_{Rd,m} = \mathbf{0,93 \leq 1}$$

Innenwand, 4-seitig gehalten

 DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05, vollauflegend ($a = t$)


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $l =$	2,00 m
lichte Geschosshöhe $h =$	3,00 m

Einwirkungen (Bemessungswerte ohne Vorzeichen)

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	403,5 kN/m
Moment am Wandkopf $m_{Ed,1} =$	1,98 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	420,5 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	1,98 kNm/m
$n_{Ed,mitte} =$	$(n_{Ed,1} + n_{Ed,2}) / 2 = 412,0$ kN/m
hier Nulldurchgang \cong in Wandmitte	
$m_{Ed,mitte} =$	0,00 kNm/m

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	16,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
\Rightarrow Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,9 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	3,34 N/mm²

Nachweis am Wandkopf

die Lastexzentrizität am Kopf bzw. Fuß der Wand

$$e_1 = \text{MAX}(m_{Ed,1} / n_{Ed,1} ; 0,05 * t * 10^{-3}) = 8,75 * 10^{-3} \text{ m}$$

 Abminderungsfaktors Φ zur Berücksichtigung der Schlankheit und Ausmitte

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (t * 10^{-3}) = 0,900$$

$$n_{Rd,1} = \Phi_1 * t * f_d = \mathbf{526,0 \text{ kN/m}}$$

$$n_{Ed,1} / n_{Rd,1} = \mathbf{0,77 \leq 1}$$



Mauerwerksbau nach EN 1996

Kapitel Genaueres Verfahren nach EC6-1-1

DIN
EN 1996

Seite: 58

Nachweis am Wandfuß

$$\begin{aligned} e_2 &= \text{MAX}(m_{Ed,2} / n_{Ed,2}; 0,05 * t * 10^{-3}) &= & 8,75 * 10^{-3} \text{ m} \\ \Phi_2 &= 1 - 2 * e_2 / (t * 10^{-3}) &= & 0,900 \\ n_{Rd,2} &= \Phi_2 * t * f_d &= & \mathbf{526,0 \text{ kN/m}} \\ n_{Ed,2} / n_{Rd,2} & &= & \mathbf{0,80 \leq 1} \end{aligned}$$

Nachweis in Wandmitte

$$\begin{aligned} a &= t &= & 175 \text{ mm} \\ \rho_2 &= \text{WENN}(a < 2/3 * t; 1; \text{WENN}(e_1 * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1)) &= & 0,75 \end{aligned}$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:

$$\begin{aligned} b_{\max} &= 30 * t * 10^{-3} &= & 5,25 \text{ m} \\ \rho_4 &= \text{WENN}(h \leq 1,15 * l; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{l}\right)^2} * \rho_2; 0,5 * l/h) &= & 0,333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h_{ef} &= \rho_4 * h &= & 1,00 \text{ m} \\ b_{\max} &= 30 * t * 10^{-3} &= & 5,25 \text{ m} \end{aligned}$$

Überprüfung auf Gültigkeit der 4-seitigen Halterung

$$l / b_{\max} = \mathbf{0,38 \leq 1}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 2,22 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte aus Last

$$e_m = m_{Ed,mitte} / n_{Ed,mitte} + e_{init} = 2,22 * 10^{-3} \text{ m}$$

Schlankheit einer 3-seitig gehaltenen Wand

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 5,71$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)



Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 8,75 * 10^{-3} \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t * 10^{-3} = 0,175 \text{ m}$$

$$\Phi_m = \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) = 0,889$$

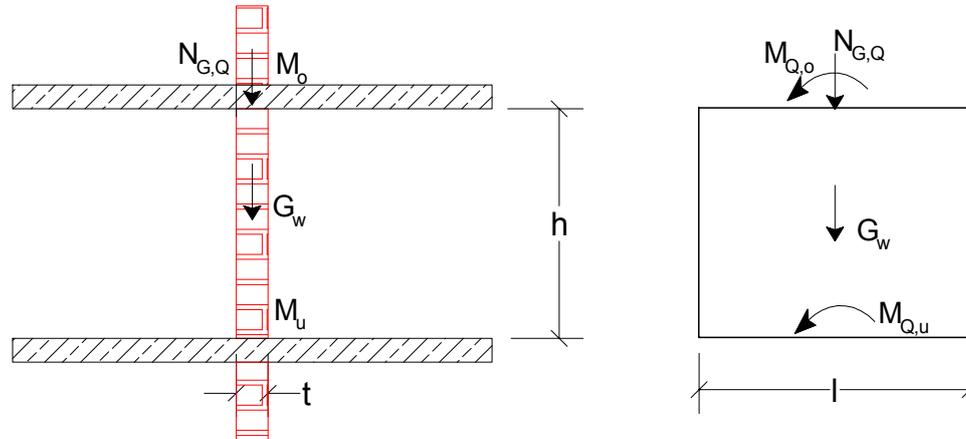
$$n_{Rd,m} = \Phi_m * t * f_d * 10^3 = \mathbf{519,6 \text{ kN/m}}$$

$$n_{Ed,mitte} / n_{Rd,m} = \mathbf{0,79 \leq 1}$$



Aussteifungswand, innen

Nachweis nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05
Flächige Auflagerung der Stahlbetondecke auf der Wand ($a > 2/3 \cdot t$)



Abmessungen:

Wanddicke $t =$		240 mm
Wandlänge $l =$		5,40 m
Wandhöhe $h =$		2,67 m
Stoßfuge vermörtelt $S_f =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Nein
Windbeanspruchung $W_i =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Ja
gehalten Art =	GEW("EC6_de/Art"; Art;)	= 2 -seitig gehalten

Einwirkungen:

Eigenlast der Wand $G_{wk} =$		70,50 kN
ständige Last Wandkopf $N_{Gk,o} =$		1050,20 kN
Nutzlast Wandkopf $N_{Qk,o} =$		254,60 kN
Ausmitte der Normalkraft $e_N =$		0,00 m
aus Wind (+ Lotabweichung) in Scheibenrichtung Querkraft $V_{Qk} =$		93,70 kN
Moment Wandkopf $M_{Qo,k} =$		502,30 kNm
Moment Wandfuß $M_{Qu,k} =$		795,60 kNm
Schnittgrößen am Wand-Decken-Knoten (aus NR ermittelt) DESIGN-Werte!!		
Kopfmoment $M_{od} =$		0,50 kNm
Fußmoment $M_{ud} =$		0,60 kNm
\Rightarrow Wandmitte $M_{md} =$	$(M_{od} + M_{ud}) / 2$	= 0,55 kNm

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Steinart SA =	GEW("EC6_de/fbtcal"; SA;)	=	VL
Hohlblockstein = HB; Hochlochsteine und Steine mit Grifföffnungen oder Griffaschen = HL; Vollsteine ohne Grifflöcher oder Griffaschen= VL			
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	7,0 N/mm ²
$f_{st} =$	TAB("EC6_de/fst"; fst; sfk=FK)	=	15,0 N/mm ²
E -Modul $E =$	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	6650 N/mm ²
$f_{vk0} =$	TAB("EC6_de/fvk0";fvk0; mö=Mö)	=	0,22 N/mm ²
$f_{bt,cal} =$	$f_{st} * TAB("EC6_de/fbtcal";vf;SA=SA)$	=	0,48 N/mm ²



Bemessungswerte des Widerstandes

$$\zeta = 0,85$$

$$\gamma_M = 1,50$$

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand

$$A = l * t * 10^{-3} = 1,296 \text{ m}^2$$

$$\text{faktor} = \text{WENN}(A/0,1 < 0,1; 0,7 + 3 * A; 1) = 1,0$$

$$f_d = \zeta * f_k / \gamma_M * \text{faktor} = 3,97 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswerte der Einwirkungen:

Für die Bildung der Lastfallkombination wird vereinfacht die Horizontalkraft aus Wind und Schiefstellung als ein Lastfall betrachtet! Für die Bemessungssituation „ständige und vorübergehende Situation“ kann der Wind sowohl Leit- als auch Begleiteinwirkung sein. Vereinfachend wird auch der Imperfektionsanteil aus Eigengewicht mit dem Sicherheitsbeiwert für Verkehrs-lasten beaufschlagt.

Schnittgrößen aus Beanspruchung in der Wandebene

$$\Psi_{0,1} = 0,70 \text{ kN}$$

Lastfallkombination 1 (max M + max N)

(Wind wirkt als Leiteinwirkung, Nutzlast als Begleiteinwirkung)

Wandkopf

$$N_{Ed,o,LK1} = 1,35 * N_{Gk,o} + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 1685,1 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,o,LK1} = 1,35 * N_{Gk,o} * e_N + 1,50 * (M_{Qo,k} + \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} * e_N) = 753,5 \text{ kNm}$$

Wandfuß

$$N_{Ed,u,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o} + G_{wk}) + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 1780,3 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,u,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o} + G_{wk}) * e_N + 1,50 * (M_{Qu,k} + \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} * e_N) = 1193,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,u,LK1} = 1,5 * V_{Qk} = 140,6 \text{ kN}$$

Wandmitte

$$N_{m,Ed,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o} + G_{wk}/2) + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 1732,7 \text{ kN}$$

$$M_{m,Ed,LK1} = (M_{Ed,u,LK1} + M_{Ed,o,LK1}) / 2 = 973,5 \text{ kNm}$$

Lastfallkombination 2 (max M + min N)



Software zur Dokumentation und Berechnung

Cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)



$$h_{ef,2} = \rho_2 * h = 2,00 \text{ m}$$

Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,4$:

$$\rho_3 = \text{MAX}(\text{WENN}(h \leq 3,5 * l; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{3 * l}\right)^2} * \rho_2; 1,5 * l/h); 0,3) = 0,74 \text{ m}$$

$$h_{ef,3} = \rho_3 * h = 1,98 \text{ m}$$

Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{o1} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{\text{max}} = 30 * t * 10^{-3} = 7,20 \text{ m}$$

$$\rho_4 = \text{WENN}(h \leq 1,15 * l; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{l}\right)^2} * \rho_2; 0,5 * l/h) = 0,659$$

$$h_{ef,4} = \rho_4 * h = 1,76 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$h_{ef} = \text{WENN}(\text{Art}=2; h_{ef,2}; \text{WENN}(\text{Art}=3; h_{ef,3}; h_{ef,4})) = 2,00 \text{ m}$$

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 8,33$$

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,31 \leq 1$$



c) Abminderungsbeiwerte

Biegung um die schwache Achse

Wandkopf

planmäßige Lastausmitte

$$e_{o,LK1} = M_{od} / N_{Ed,o,LK1} = 0,30 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{o,LK2} = M_{od} / N_{Ed,o,LK2} = 0,48 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_1 = \text{MAX}(e_{o,LK1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

$$e_2 = \text{MAX}(e_{o,LK2} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_{oz,LK1} = 1 - 2 \cdot e_1 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$

$$\Phi_{oz,LK2} = 1 - 2 \cdot e_2 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$

Wandmitte

planmäßige Lastausmitte

$$e_{m,LK1} = M_{md} / N_{m,Ed,LK1} = 0,32 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{m,LK2} = M_{md} / N_{m,Ed,LK2} = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 4,44 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{hem} = 0,00 \text{ m}$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";\lambda\text{bdac};\text{mw}=\text{MW};\text{m}\ddot{\text{o}}=\text{M}\ddot{\text{o}}) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";\phi;\text{mw}=\text{MW};\text{m}\ddot{\text{o}}=\text{M}\ddot{\text{o}}) = 1,50$$

Kriechausmitte

$$e_{k,LK1} = 0,002 \cdot \varphi_\infty \cdot \lambda \cdot \sqrt{(t \cdot e_{m,LK1} \cdot 10^{-3})} = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{k,LK2} = 0,002 \cdot \varphi_\infty \cdot \lambda \cdot \sqrt{(t \cdot e_{m,LK2} \cdot 10^{-3})} = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{k,LK1} = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_{k,LK1}) = 0,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{k,LK2} = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_{k,LK2}) = 0,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Gesamtausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk,LK1} = \text{MAX}(e_{m,LK1} + e_{k,LK1}; 0,05 \cdot t \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

$$e_{mk,LK2} = \text{MAX}(e_{m,LK2} + e_{k,LK2}; 0,05 \cdot t \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t \cdot 10^{-3} = 0,240 \text{ m}$$

$$\Phi_{mz,LK1} = \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,LK1} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t; 1 - 2 \cdot e_{mk,LK1} / t) = 0,826$$

$$\Phi_{mz,LK2} = \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,LK2} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t; 1 - 2 \cdot e_{mk,LK2} / t) = 0,826$$



Wandfuß

planmäßige Lastausmitte

$$e_{u,LK1} = M_{ud} / N_{Ed,u,LK1} = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{u,LK2} = M_{ud} / N_{Ed,u,LK2} = 0,54 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_1 = \text{MAX}(e_{u,LK1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

$$e_2 = \text{MAX}(e_{u,LK2} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_{uz,LK1} = 1 - 2 \cdot e_1 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$

$$\Phi_{uz,LK2} = 1 - 2 \cdot e_2 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$

Biegung um die starke Achse

Wandkopf

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{Ed,o,LK1} / N_{Ed,o,LK1} = 0,45 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{Ed,o,LK2} / N_{Ed,o,LK2} = 0,72 \text{ m}$$

Abminderungsfaktoren

$$\Phi_{oy,LK1} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK1} / l = 0,833$$

$$\Phi_{oy,LK2} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK2} / l = 0,733$$

Wandmitte

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{m,Ed,LK1} / N_{m,Ed,LK1} = 0,56 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{m,Ed,LK2} / N_{m,Ed,LK2} = 0,90 \text{ m}$$

Abminderungsfaktoren

$$\Phi_{my,LK1} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK1} / l = 0,793$$

$$\Phi_{my,LK2} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK2} / l = 0,667$$

Wandfuß

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{Ed,u,LK1} / N_{Ed,u,LK1} = 0,67 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{Ed,u,LK2} / N_{Ed,u,LK2} = 1,06 \text{ m}$$

Abminderungsfaktoren

$$\Phi_{uy,LK1} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK1} / l = 0,752$$

$$\Phi_{uy,LK2} = 1 - 2 \cdot e_{w,LK2} / l = 0,607$$



d) Nachweis bei Druckbeanspruchung (genaueres Verfahren)

• Lastkombination 1

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft (Nachweis der Doppelbiegung)

$$N_{Rd,o,LK1} = \Phi_{oz,LK1} * \Phi_{oy,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 3857,3 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m,LK1} = \Phi_{mz,LK1} * \Phi_{my,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 3370,1 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,LK1} = \Phi_{uz,LK1} * \Phi_{uy,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 3482,2 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,o,LK1} / N_{Rd,o,LK1} = 0,44 \leq 1$$

$$N_{m,Ed,LK1} / N_{Rd,m,LK1} = 0,51 \leq 1$$

$$N_{Ed,u,LK1} / N_{Rd,u,LK1} = 0,51 \leq 1$$

• Lastkombination 2

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft (Nachweis der Doppelbiegung)

$$N_{Rd,o,LK2} = \Phi_{oz,LK2} * \Phi_{oy,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 3394,2 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m,LK2} = \Phi_{mz,LK2} * \Phi_{my,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 2834,7 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,LK2} = \Phi_{uz,LK2} * \Phi_{uy,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 2810,8 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,o,LK2} / N_{Rd,o,LK2} = 0,31 \leq 1$$

$$N_{m,Ed,LK2} / N_{Rd,m,LK2} = 0,38 \leq 1$$

$$N_{Ed,u,LK2} / N_{Rd,u,LK2} = 0,40 \leq 1$$

e) Nachweis bei Schubbeanspruchung in Scheibenebene (genaueres Verfahren)

Der Nachweis erfolgt am Wandfuß für die Lastkombination LK2 (minimale Auflast).

für die Berechnung anzusetzende überdrückte Länge der Wandscheibe

$$l_{c,lin,LK2} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_{w,LK2} / l) * l; l) = 4,92 \text{ m}$$

$$f_{vk0} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fvk0"}; fvk0; mö=Mö) = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung für Rechteckquerschnitte

$$\sigma_{Dd} = N_{Ed,u,LK2} / (l_{c,lin,LK2} * t) * 10^{-3} = 0,949 \text{ N/mm}^2$$



rechnerische Wandlänge

$$l_{cal} = \text{WENN}(Wi=\text{"Ja"}; \text{MIN}(1,125 * l; 1,333 * l_{c,lin,LK2}); l_{c,lin,LK2}) = 6,08 \text{ m}$$

Schubspannungsverteilungsfaktor

$$c = \text{WENN}(h/l \geq 2; 1,5; \text{WENN}(h/l \leq 1; 1; h/l * 0,5 + 0,5; 1)) = 1,0$$

Querkräfttragfähigkeit am Wandkopf / Wandfuß

Querkräfttragfähigkeit in Scheibenrichtung

Schubspannungsverteilungsfaktor c

$$V_{Rdt,LK2} = l_{cal} * f_{vd} * 10^3 * t / c = 363,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,u,LK2} / V_{Rdt,LK2} = 0,39 \leq 1$$

f) Nachweis der Randdehnung

Da beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit die Haftscherfestigkeit f_{vk0} rechnerisch in Ansatz gebracht wurde, ist ein Nachweis der Randdehnung unter charakteristischen Lasten erforderlich;

⇒ bei Windscheiben mit klaffender Fuge unter charakteristischen Lasten ($e_{w,k} > l/6$):

$$e_{w,k} = \frac{M_{Qu,k}}{N_{Gk,o}} = 0,76 \text{ m}$$

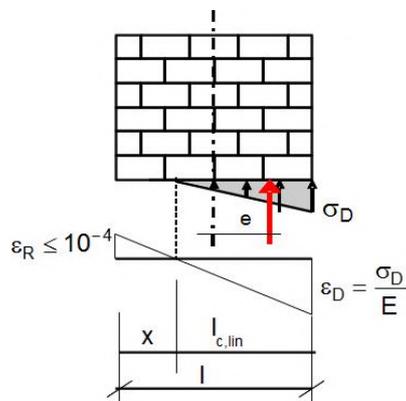
$$e_{w,k} / (l / 6) = 0,84 \leq 1$$

$$l_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_{w,k} / l) * l; l) = 5,40 \text{ m}$$

$$\sigma_D = \frac{2 * N_{Gk,o}}{(l_{c,lin} * t) * 10^{-3}} = 1,621 \text{ N/mm}^2$$

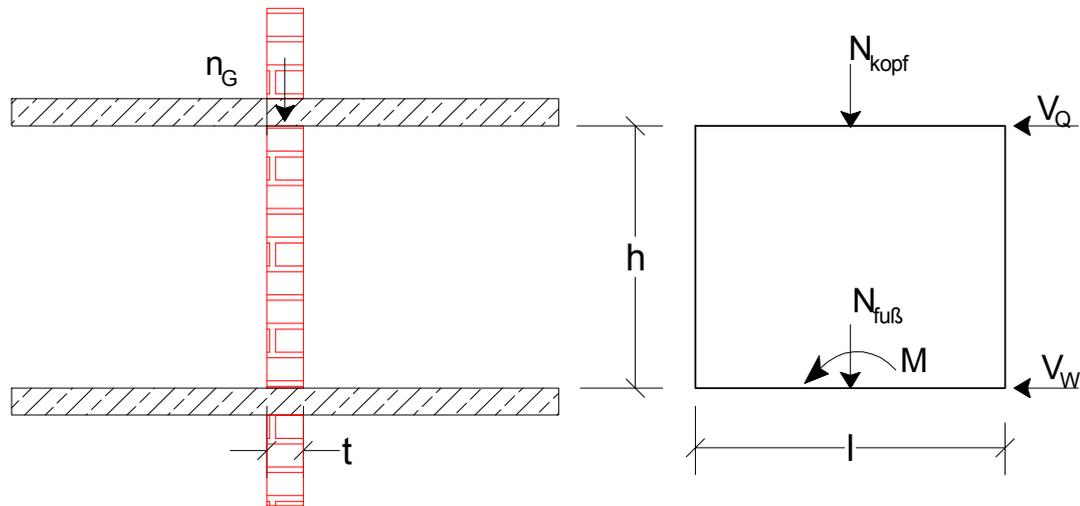
$$\varepsilon_R = \frac{\sigma_D}{E} * (l / l_{c,lin} - 1) = 0,00 * 10^{-6}$$

$$\varepsilon_R / 10^{-4} = 0,00 \leq 1$$



Aussteifungswand, innen nach Kragarmmodell

Nachweis nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1 / NA (Windscheibe nach dem Kragarmmodell)



Abmessungen:

Wanddicke $t =$		200 mm
Wandlänge $l =$		5,00 m
Auflagertiefe $a =$		200 mm
lichte Geschosshöhe $h =$		3,00 m
Stoßfuge vermörtelt $S_f =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Nein
Windbeanspruchung $W_i =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Ja

Einwirkungen:

Normalkraft $n_{Gk} =$		190,0 kN/m
Querkraft $V_{Qk} =$		60,0 kN
Normalkraft Wandfuß $N_{Gk,Fuß} =$		1000,00 kN
Normalkraft Wandfuß $N_{Qk,Fuß} =$		175,00 kN
Normalkraft Wandkopf $N_{Gk,Kopf} =$		950,00 kN
Normalkraft Wandkopf $N_{Qk,Kopf} =$		175,00 kN/m
Ausmitte der Normalkraft $e_N =$		0,00 m
Querkraft Wandfuß $V_{Wk} =$		90,00 kN
Moment Wandfuß $M_{Wk} =$		700,00 kNm

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	20,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Steinart SA =	GEW("EC6_de/fbtcal"; SA;)	=	HL
Hohlblockstein = HB; Hochlochsteine und Steine mit Grifföffnungen oder Griffaschen = HL; Vollsteine ohne Grifflöcher oder Griffaschen= VL			
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	10,5 N/mm ²
$f_{st} =$	TAB("EC6_de/fst"; fst; sfk=FK)	=	25,0 N/mm ²
E -Modul $E =$	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	9975 N/mm ²
$f_{vk0} =$	TAB("EC6_de/fvk0";fvk0; mö=Mö)	=	0,22 N/mm ²
$f_{bt,cal} =$	$f_{st} * \text{TAB}("EC6_de/fbtcal";vf;SA=SA)$	=	0,65 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	5,95 N/mm²



Lastfallkombination 1 (min N): 1,0*G +1,5*W



$$M_{Ed,1,Mitte} = e_N * N_{Gk,Fuß} + 1,50 * (M_{Wk} - V_{Wk} * h/2) = 848 \text{ kNm}$$

$$e_{1,Mitte} = \frac{M_{Ed,1,Mitte}}{N_{Ed,1}} = 0,89 \text{ m}$$

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Rechnerische Wandlänge l_{cal} :

$$M_{Ed,max} = 1,5 * V_{Qk} * h = 270,0 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed,min} = 1,0 * l * n_{Gk} = 950,0 \text{ kN/m}$$

Exzentrizität der einwirkenden Normalkraft in Wandlängsrichtung

$$e_w = \frac{M_{Ed,max}}{N_{Ed,min}} = 0,284 \text{ m}$$

für die Berechnung anzusetzende überdrückte Länge der Wandscheibe

$$l_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_w / l) * l; l) = 5,00 \text{ m}$$

$$l_{cal} = \text{WENN}(Wi="Ja"; \text{MIN}(1,125 * l; 1,333 * l_{c,lin}); l_{c,lin}) = 5,63 \text{ m}$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit f_{vd}

$$f_{vk0} = \text{TAB}("EC6_de/fvk0"; fvk0; m0=M0) = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung für Rechteckquerschnitte

$$\sigma_{Dd} = \frac{N_{Ed,min}}{l_{c,lin} * t} = 0,95 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristischer Wert der Schubfestigkeit

Reibungsversagen:

$$f_{vlt1} = \text{WENN}(Sf="Ja"; f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}; 0,5 * f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}) = 0,49 \text{ N/mm}^2$$

Steinzugversagen:

$$f_{bt,cal} = f_{st} * \text{TAB}("EC6_de/fbtcal"; vf; SA=SA;) = 0,65 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0,45 * f_{bt,cal} * \sqrt{1 + \frac{\sigma_{Dd}}{f_{bt,cal}}} = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \text{MIN}(f_{vlt1}; f_{vlt2}) = 0,46 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0,31 \text{ N/mm}^2$$

Querkrafttragfähigkeit in Scheibenrichtung

Schubspannungsverteilungsfaktor c

$$c = \text{WENN}(h/l \geq 2; 1,5; \text{WENN}(h/l \leq 1; 1; h/l * 0,5 + 0,5; 1)) = 1,0$$

$$V_{Rdl} = l_{cal} * f_{vd} * t / c = 349,1 \text{ kN}$$

$$1,5 * V_{Qk} / V_{Rdl} = \underline{0,26} \leq 1$$



Nachweis der Biegedrucktragfähigkeit um die starke Achse

unter Berücksichtigung der Lastfallkombination max M + min N

$$\Phi = 1 - 2 * e_w / l = 0,886$$

$$N_{Rd} = \Phi * t * f_d = 1054,3 \text{ kN/m}$$

$$1,0 * n_{Gk} / N_{Rd} = \underline{0,18 \leq 1}$$

Kombinierte Beanspruchung

Biegedrucknachweis (Knicknachweis) in halber Wandhöhe

$$e_{w,mitte} = (1,5 * V_{Qk} * h/2) / (1,0 * l * n_{Gk}) = 0,14 \text{ m}$$

$$\Phi_y = 1 - 2 * e_{w,mitte} / l = 0,94 \text{ m}$$

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,90$$

$$h_{ef} = \rho_2 * h = 2,70 \text{ m}$$

Decke liegt voll auf (Zwischenaufleger)...

$$a = t = 200 \text{ mm}$$

$$\Phi_1 = 0,900$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,65$$

$$\Phi_x = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,65$$

Traglastfaktor bei kombinierter Beanspruchung

$$\Phi = \Phi_y * \Phi_x = 0,61$$

$$N_{Rd,mitte} = \Phi * t * f_d = 725,9 \text{ kN/m}$$

$$1,0 * n_{Gk} / N_{Rd,mitte} = \underline{0,26 \leq 1}$$

Nachweis der Randdehnung

Da beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit die Haftscherfestigkeit f_{vk0} rechnerisch in Ansatz gebracht wurde, ist ein Nachweis der Randdehnung unter charakteristischen Lasten erforderlich;

bei Windscheiben mit klaffender Fuge unter charakteristischen Lasten ($e_{w,k} > l/6$):

$$e_{w,k} = (1,0 * V_{Qk} * h) / (1,0 * l * n_{Gk}) = 0,19 \text{ m}$$

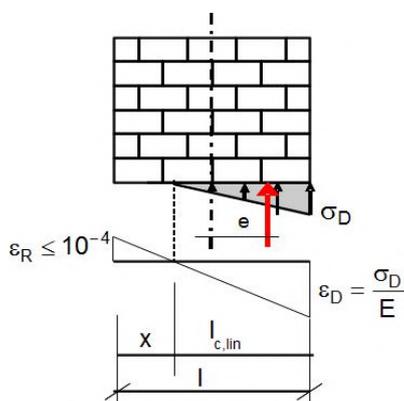
$$e_{w,k} / (l/6) = 0,23 \leq 1$$

$$l_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_{w,k} / l) * l; l) = 5,00 \text{ m}$$

$$\sigma_D = 2 * n_{Gk} * l / (l_{c,lin} * t) = 1,900 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_R = \sigma_D / E * (l / l_{c,lin} - 1) = 0,00 * 10^{-6}$$

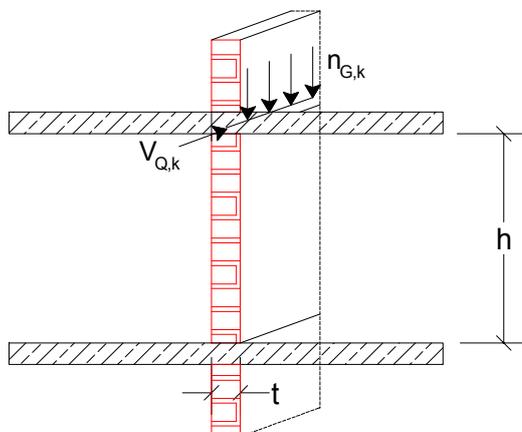
$$\epsilon_R / 10^{-4} = \underline{0,00 \leq 1}$$





Innenwand, 2-seitig gehalten (Schubtragfähigkeit)

Nachweis der Schubtragfähigkeit nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12, 6.2
Windscheibe nach dem Kragarmmodell



Abmessungen:

Wanddicke t =	240 mm
Wandlänge l =	3,00 m
Auflagertiefe a =	240 mm
lichte Geschosshöhe h =	2,625 m
Stoßfuge vermörtelt Sf = GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Nein
Windbeanspruchung Wi = GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Ja

Einwirkungen:

Normalkraft n_{Gk} =	90,0 kN/m
Querkraft V_{Qk} =	60,0 kN

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Ziegel
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	HLzA.HLzB
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Steinart SA =	GEW("EC6_de/fbcal"; SA;)	=	HL
Hohlblockstein = HB; Hochlochsteine und Steine mit Grifföffnungen oder Griffaschen = HL; Vollsteine ohne Grifflöcher oder Griffaschen= VL			
Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
f_{st} =	TAB("EC6_de/fst"; fst; sfk=FK)	=	15,0 N/mm ²
E -Modul E =	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	5500 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

ζ =	0,85		
γ_M =	1,50		
f_d =	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,83 N/mm²

Nachweis der Querkrafttragfähigkeit

Rechnerische Wandlänge l_{cal} :

$M_{Ed,max} = 1,5 * V_{Qk} * h$	=	236,3 kNm
$N_{Ed,min} = 1,0 * l * n_{Gk}$	=	270,0 kN

Exzentrizität der einwirkenden Normalkraft in Wandlängsrichtung

$e_w = M_{Ed,max} / N_{Ed,min}$	=	0,875 m
---------------------------------	---	---------



für die Berechnung anzusetzende überdrückte Länge der Wandscheibe

$$l_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_w / l) * l; l) = 1,88 \text{ m}$$

$$l_{cal} = \text{WENN}(W_i = "Ja"; \text{MIN}(1,125 * l; 1,333 * l_{c,lin}); l_{c,lin}) = 2,51 \text{ m}$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit f_{vd}

$$f_{vk0} = \text{TAB}("EC6_de/fvk0"; fvk0; m\ddot{o} = M\ddot{o}) = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung für Rechteckquerschnitte

$$\sigma_{Dd} = N_{Ed,min} / (l_{c,lin} * t) = 0,60 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristischer Wert der Schubfestigkeit

Reibungsversagen:

$$f_{vlt1} = \text{WENN}(S_f = "Ja"; f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}; 0,5 * f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}) = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

Steinzugversagen:

$$f_{bt,cal} = f_{st} * \text{TAB}("EC6_de/fbtcal"; vf; SA = SA;) = 0,39 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0,45 * f_{bt,cal} * \sqrt{1 + \frac{\sigma_{Dd}}{f_{bt,cal}}} = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk} = \text{MIN}(f_{vlt1}; f_{vlt2}) = 0,28 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd} = f_{vk} / \gamma_M = 0,19 \text{ N/mm}^2$$

Querkräfttragfähigkeit in Scheibenrichtung

Schubspannungsverteilungsfaktor c



Nachweis der Biegedrucktragfähigkeit um die starke Achse

unter Berücksichtigung der Lastfallkombination max M + min N

$$\Phi = 1 - 2 * e_w / l = 0,417$$

$$n_{Rd} = \Phi * t * f_d = 283,2 \text{ kN/m}$$

$$1,0 * n_{Gk} / n_{Rd} = \underline{\underline{0,32 \leq 1}}$$

Kombinierte Beanspruchung

Biegedrucknachweis (Knicknachweis) in halber Wandhöhe

$$e_{w,mitte} = (1,5 * V_{Qk} * h/2) / (1,0 * l * n_{Gk}) = 0,44 \text{ m}$$

$$\Phi_y = 1 - 2 * e_{w,mitte} / l = 0,71 \text{ m}$$

$$\rho_2 = \text{WENN}(t \leq 175; 0,75; \text{WENN}(t > 250; 1; 0,9)) = 0,90$$

$$h_{ef} = \rho_2 * h = 2,36 \text{ m}$$

Decke liegt voll auf (Zwischenaufleger)...

$$a = t = 240 \text{ mm}$$

$$\Phi_1 = 0,90$$

$$\Phi_2 = 0,85 * (a/t) - 0,0011 * (h_{ef} * 10^3 / t)^2 = 0,74$$

$$\Phi_x = \text{MIN}(\Phi_1; \Phi_2) = 0,74$$



Traglastfaktor bei kombinierter Beanspruchung

$$\Phi = \Phi_y * \Phi_x = 0,53$$

$$N_{Rd,mitte} = \Phi * t * f_d = 360,0 \text{ kN/m}$$

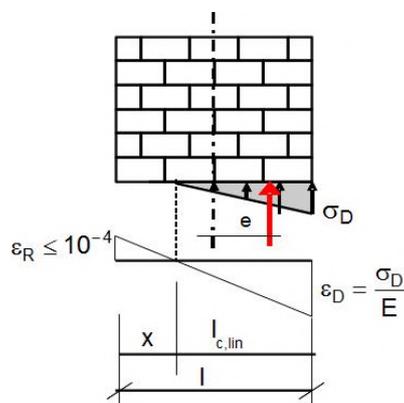
$$1,0 * n_{Gk} / N_{Rd,mitte} = \underline{0,25} \leq 1$$



Nachweis der Randdehnung

Da beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit die Haftscherfestigkeit f_{vk0} rechnerisch in Ansatz gebracht wurde, ist ein Nachweis der Randdehnung unter charakteristischen Lasten erforderlich;
bei Windscheiben mit klaffender Fuge unter charakteristischen Lasten ($e_{w,k} > l/6$):

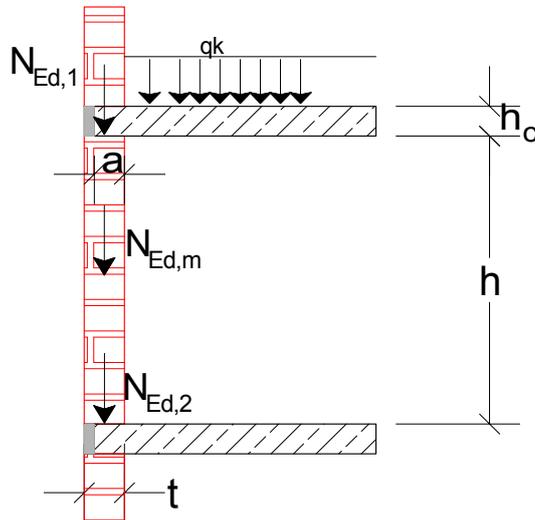
$$\begin{aligned} e_{w,k} &= (1,0 \cdot V_{Qk} \cdot h) / (1,0 \cdot l \cdot n_{Gk}) &= & 0,58 \text{ m} \\ e_{w,k} / (l / 6) & &= & 1,16 \leq 1 \\ l_{c,lin} &= \text{MIN}(3/2 \cdot (1 - 2 \cdot e_{w,k} / l) \cdot l; l) &= & 2,76 \text{ m} \\ \sigma_D &= 2 \cdot n_{Gk} \cdot l / (l_{c,lin} \cdot t) &= & 0,815 \text{ N/mm}^2 \\ \varepsilon_R &= \sigma_D / E \cdot (l / l_{c,lin} - 1) &= & 12,89 \cdot 10^{-6} \\ \varepsilon_R / 10^{-4} & &= & \underline{\underline{0,13}} \leq 1 \end{aligned}$$



Außenwand, 2-seitig gehalten

Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05

hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; maßgebende Schnittgrößen aus Nebenrechnung



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
Wandlänge $l_w =$	1,00 m
Auflagertiefe $a =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,60 m

Einwirkungen im ULS:

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	212,0 kN/m
Moment Wandkopf $m_{Ed,1} =$	-9,62 kNm/m
Normalkraft Wandmitte $n_{Ed,m} =$	216,0 kN/m
Moment Wandmitte $m_{Ed,m} =$	0,70 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	221,0 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	9,62 kNm/m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	6,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,1 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,76 N/mm ²

b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$e_{d,1} =$	$ABS(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1}$	=	0,045 m
$\rho_2 =$	$WENN(a < 2/3 * t; 1; WENN(e_{d,1} * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1))$	=	0,75
$h_{ef} =$	$\rho_2 * h$	=	1,95 m
$h_{ef} * 10^3 / (t * 27)$		=	0,20 ≤ 1



c) Abminderungsbeiwert

Wandkopf

ungewollte Ausmitte

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_1 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0454 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = \mathbf{0,751}$$

Wandmitte

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 4,33 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he,m} = 0,00 \text{ m}$$

planmäßige Lastausmitte

- Zur Exzentrizität in Wandmitte ist der Versatz der Schwerachse zwischen Deckenaufleger und Wand hinzuzurechnen.

$$e_m = \text{ABS}(m_{Ed,m}) / n_{Ed,m} + e_{he,m} + e_{init} + ((t-a)/2) * 10^{-3} = 7,57 * 10^{-3} \text{ m}$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 5,34$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; lambdac; mw=MW; mö=Mö}) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; phi; mw=MW; mö=Mö}) = 1,50$$

Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 * \varphi_\infty * h_{ef} * 10^3 / t * \sqrt{(t * e_m * 10^{-3})} = 0,84 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_k = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_k) = 0,00 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0182 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t * 10^{-3} = 0,365 \text{ m}$$

$$\Phi_m = \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) = \mathbf{0,898}$$

Wandfuß

ungewollte Ausmitte

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_2 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{Ed,2}) / n_{Ed,2} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0435 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_2 = 1 - 2 * e_2 / (a * 10^{-3}) = \mathbf{0,762}$$



d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand - Wandkopf / Wandfuß

$$A_{1,2} = a \cdot 10^{-3} \cdot l_w = 0,365 \text{ m}^2$$

Wandmitte

$$A_m = t \cdot l_w = 0,365 \text{ m}^2$$

Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung „kurzer Wände“



Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$n_{Rd,1} = \Phi_1 \cdot t \cdot f_d \cdot 10^3 \cdot \text{faktor}_{1,2} = 482,4 \text{ kN}$$

$$n_{Rd,m} = \Phi_m \cdot t \cdot f_d \cdot 10^3 \cdot \text{faktor}_m = 576,9 \text{ kN}$$

$$n_{Rd,2} = \Phi_2 \cdot t \cdot f_d \cdot 10^3 \cdot \text{faktor}_{1,2} = 489,5 \text{ kN}$$

$$n_{Ed,1} / n_{Rd,1} = \underline{0,44 \leq 1}$$

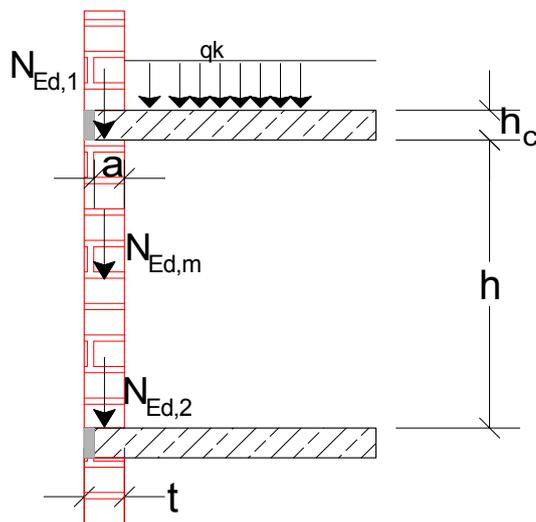
$$n_{Ed,m} / n_{Rd,m} = \underline{0,37 \leq 1}$$

$$n_{Ed,2} / n_{Rd,2} = \underline{0,45 \leq 1}$$

Außenwand, 3-seitig gehalten

Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05

hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; maßgebende Schnittgrößen aus Nebenrechnung



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
Wandlänge $l_w =$	1,00 m
Auflagertiefe $a =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,60 m

Einwirkungen im ULS:

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	212,0 kN/m
Moment Wandkopf $m_{Ed,1} =$	-9,62 kNm/m
Normalkraft Wandmitte $n_{Ed,m} =$	216,0 kN/m
Moment Wandmitte $m_{Ed,m} =$	0,70 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	221,0 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	9,62 kNm/m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	6,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,1 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,76 N/mm²

b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 3-seitig gehalten)

$e_{d,1} =$	$ABS(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1}$	=	0,045 m
$\rho_2 =$	$WENN(a < 2/3 * t; 1; WENN(e_{d,1} * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1))$	=	0,75



Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{3,max} = 15 * t * 10^{-3} = 5,47 \text{ m}$$

$$\rho_3 = \text{MAX}(\text{WENN}(h \leq 3,5 * l_w; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{3 * l_w}\right)^2} * \rho_2; 1,5 * l_w / h); 0,3) = 0,53 \text{ m}$$

$$h_{ef} = \rho_3 * h = 1,38 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 3,78$$

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,14 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Wandkopf

ungewollte Ausmitte

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_1 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0454 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = 0,751$$

Wandmitte

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 3,07 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he,m} = 0,00 \text{ m}$$

planmäßige Lastausmitte

- Zur Exzentrizität in Wandmitte ist der Versatz der Schwerachse zwischen Deckenaufleger und Wand hinzuzurechnen.

$$e_m = \text{ABS}(m_{Ed,m}) / n_{Ed,m} + e_{he,m} + e_{init} + ((t-a)/2) * 10^{-3} = 6,31 * 10^{-3} \text{ m}$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 3,78$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; lambda_c; mw=MW; mö=Mö}) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; phi; mw=MW; mö=Mö}) = 1,50$$

Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 * \varphi_\infty * h_{ef} * 10^3 / t * \sqrt{(t * e_m * 10^{-3})} = 0,54 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_k = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_k) = 0,00 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0182 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t * 10^{-3} = 0,365 \text{ m}$$

$$\Phi_m = \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) = 0,900$$



Wandfuß

ungewollte Ausmitte

$$e_{\text{init}} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he}} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_2 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{\text{Ed},2}) / n_{\text{Ed},2} + e_{\text{init}} + e_{\text{he}}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0435 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_2 = 1 - 2 * e_2 / (a * 10^{-3}) = 0,762$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand - Wandkopf / Wandfuß

$$A_{1,2} = a * 10^{-3} * l_w = 0,365 \text{ m}^2$$

Wandmitte

$$A_m = t * l_w = 0,365 \text{ m}^2$$

Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung „kurzer Wände“



Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$n_{\text{Rd},1} = \Phi_1 * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 482,4 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Rd},m} = \Phi_m * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_m = 578,2 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Rd},2} = \Phi_2 * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 489,5 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Ed},1} / n_{\text{Rd},1} = 0,44 \leq 1$$

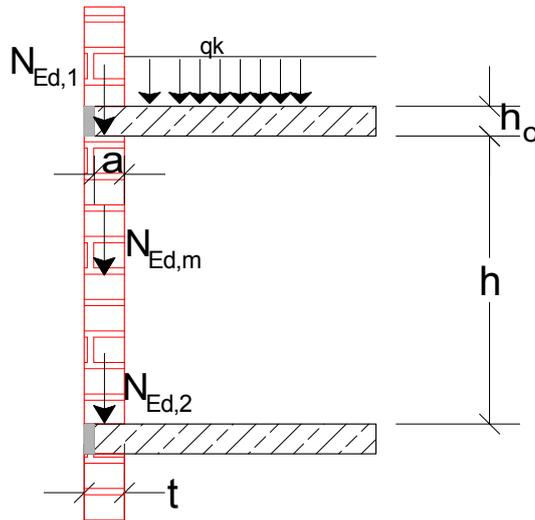
$$n_{\text{Ed},m} / n_{\text{Rd},m} = 0,37 \leq 1$$

$$n_{\text{Ed},2} / n_{\text{Rd},2} = 0,45 \leq 1$$

Außenwand, 4-seitig gehalten

Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05

hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; maßgebende Schnittgrößen aus Nebenrechnung



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
Wandlänge $l_w =$	3,00 m
Auflagertiefe $a =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,60 m

Einwirkungen im ULS:

Normalkraft Wandkopf $n_{Ed,1} =$	212,0 kN/m
Moment Wandkopf $m_{Ed,1} =$	-9,62 kNm/m
Normalkraft Wandmitte $n_{Ed,m} =$	216,0 kN/m
Moment Wandmitte $m_{Ed,m} =$	0,70 kNm/m
Normalkraft Wandfuß $n_{Ed,2} =$	221,0 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ed,2} =$	9,62 kNm/m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	6,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,1 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,76 N/mm²

b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 3-seitig gehalten)

$e_{d,1} =$	$ABS(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1}$	=	0,045 m
$\rho_2 =$	WENN($a < 2/3 * t; 1; WENN(e_{d,1} * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1)$)	=	0,75



Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{0l} / h_u \geq 0,4$:

$$b_{4,max} = 30 * t * 10^{-3} = 10,95 \text{ m}$$

$$\rho_4 = \text{WENN}(h \leq 1,15 * l_w; \frac{1}{1 + \left(\frac{\rho_2 * h}{l_w}\right)^2} * \rho_2; 0,5 * l_w / h) = 0,527$$

$$h_{ef} = \rho_4 * h = 1,37 \text{ m}$$

Schlankheit λ :

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 3,75$$

$$h_{ef} * 10^3 / (t * 27) = 0,14 \leq 1$$

c) Abminderungsbeiwert

Wandkopf

ungewollte Ausmitte

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_1 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{Ed,1}) / n_{Ed,1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0454 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = 0,751$$

Wandmitte

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 3,04 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he,m} = 0,00 \text{ m}$$

planmäßige Lastausmitte

- Zur Exzentrizität in Wandmitte ist der Versatz der Schwerachse zwischen Deckenaufleger und Wand hinzuzurechnen.

$$e_m = \text{ABS}(m_{Ed,m}) / n_{Ed,m} + e_{he,m} + e_{init} + ((t-a)/2) * 10^{-3} = 6,28 * 10^{-3} \text{ m}$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 3,75$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; lamdac; mw=MW; mö=Mö}) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; phi; mw=MW; mö=Mö}) = 1,50$$

Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 * \varphi_\infty * h_{ef} * 10^3 / t * \sqrt{(t * e_m * 10^{-3})} = 0,54 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_k = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_k) = 0,00 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0182 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t * 10^{-3} = 0,365 \text{ m}$$

$$\Phi_m = \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) = 0,900$$



Wandfuß

ungewollte Ausmitte

$$e_{\text{init}} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he}} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_2 = \text{MAX}(\text{ABS}(m_{\text{Ed},2}) / n_{\text{Ed},2} + e_{\text{init}} + e_{\text{he}}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0435 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_2 = 1 - 2 * e_2 / (a * 10^{-3}) = 0,762$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand - Wandkopf / Wandfuß

$$A_{1,2} = a * 10^{-3} * l_w = 1,095 \text{ m}^2$$

Wandmitte

$$A_m = t * l_w = 1,095 \text{ m}^2$$

Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung „kurzer Wände“



Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$n_{\text{Rd},1} = \Phi_1 * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 482,4 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Rd},m} = \Phi_m * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_m = 578,2 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Rd},2} = \Phi_2 * t * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 489,5 \text{ kN}$$

$$n_{\text{Ed},1} / n_{\text{Rd},1} = 0,44 \leq 1$$

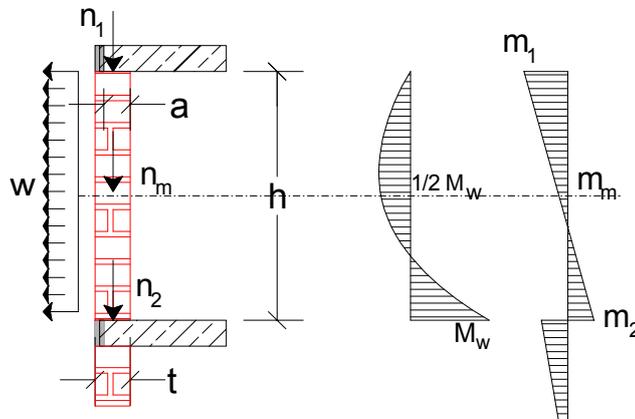
$$n_{\text{Ed},m} / n_{\text{Rd},m} = 0,37 \leq 1$$

$$n_{\text{Ed},2} / n_{\text{Rd},2} = 0,45 \leq 1$$

Außenwand im Dachgeschoss

Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05

Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; Wind(sog)belastung; maßgebende Schnittgrößen bekannt!



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandlänge $l_w =$	1,00 m
Auflagertiefe $a =$	175 mm
max. Stützweite Decke $l_4 =$	2,87 m
lichte Geschosshöhe $h_2 =$	3,00 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	3,00 m

Einwirkungen charakteristisch:

(z.B. aus Rahmenberechnung)

Normalkraft Wandkopf $n_{Ek,1} =$	13,8 kN/m
Moment Wandkopf $m_{Ek,1} =$	-0,58 kNm/m
Normalkraft Wandkopf $n_{Ek,2} =$	24,2 kN/m
Moment Wandfuß $m_{Ek,2} =$	0,63 kNm/m
Böenwindgeschwindigkeitsdruck $q_{k,w} =$	0,65 kN/m ²

Einwirkungen im ULS:

aus maßgebender Kombination

Kopf $n_{Ed,1} =$	18,9 kN/m
Kopf $m_{Ed,1} =$	-0,80 kNm/m
Mitte $n_{Ed,m} =$	17,6 kN/m
Mitte $m_{Ed,m} =$	0,58 kN/m
Fuß $n_{Ed,2} =$	22,7 kN/m
Fuß $m_{Ed,2} =$	0,81 kN/m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L-P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,6 N/mm ²
$E_{MW} =$	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	5320 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 MN/m ²



Bemessungswerte des Widerstandes

$$\begin{aligned}\zeta &= 0,85 \\ \gamma_M &= 1,50 \\ f_d &= \zeta * f_k / \gamma_M = 3,17 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

Exzentrizitäten am Wandkopf unter Gebrauchslasten ($M_{\text{wind}} = 0$):

$$\begin{aligned}e_1 &= \text{ABS}(m_{\text{EK},1} / n_{\text{EK},1}) = 0,0420 \text{ m} \\ e_{\text{max}} &= t / 3 * 10^{-3} = 0,058 \text{ m} \\ e_1 * 10^3 / (t/3) &= 0,72 \leq 1 \\ e_1 &= \text{WENN}(e_1 < e_{\text{max}}; e_1; e_{\text{max}}) = 0,042 \text{ m}\end{aligned}$$

Exzentrizitäten am Wandfuß unter Gebrauchslasten:

hier: Annahme der Fußeinspannung zur Aufnahme der Windsogeinwirkung

$$\begin{aligned}m_{\text{EK},w,2} &= (0,8 * q_{k,w}) * h_2^2 / 8 = 0,58 \text{ kNm/m} \\ e_2 &= (m_{\text{EK},2} + m_{\text{EK},w,2}) / n_{\text{EK},2} = 0,0500 \text{ m} \\ e_{\text{max}} &= t / 3 * 10^{-3} = 0,058 \text{ m} \\ e_2 * 10^3 / (t/3) &= 0,86 \leq 1 \\ e_2 &= \text{WENN}(e_2 < e_{\text{max}}; e_2; e_{\text{max}}) = 0,050 \text{ m}\end{aligned}$$

Exzentrizitäten im Grenzzustand der Tragfähigkeit:



Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)

$$\begin{aligned}\rho_2 &= \text{WENN}(a < 2/3 * t; 1; \text{WENN}(e_{d,1} * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1)) = 0,75 \\ h_{\text{ef}} &= \rho_2 * h_2 = 2,25 \text{ m} \\ h_{\text{ef}} * 10^3 / (t * 27) &= 0,48 \leq 1\end{aligned}$$

Abminderungsbeiwert

Wandkopf

ungewollte Ausmitte

$$e_{\text{init}} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he}} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_1 = \text{MAX}(e_{d,1} + e_{\text{init}} + e_{\text{he}}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0423 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = 0,517$$



Wandmitte

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{\text{init}} = h_{\text{ef}} / 450 = 5,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he,m}} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_{\text{m}} = e_{\text{d,m}} + e_{\text{he,m}} + e_{\text{init}} = 0,038 \text{ m}$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{\text{ef}} \cdot 10^3 / t = 12,86$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_{\text{c}} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";}\lambda\text{;mw=MW;mö=Mö}) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_{\infty} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";}\varphi\text{;mw=MW;mö=Mö}) = 1,50$$

Kriechausmitte

$$e_{\text{k}} = 0,002 \cdot \varphi_{\infty} \cdot h_{\text{ef}} \cdot 10^3 / t \cdot \sqrt{(t \cdot e_{\text{m}} \cdot 10^{-3})} = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{\text{k}} = \text{WENN}(\lambda < \lambda_{\text{c}}; 0; e_{\text{k}}) = 3,15 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{\text{mk}} = \text{MAX}(e_{\text{m}} + e_{\text{k}}; 0,05 \cdot t \cdot 10^{-3}) = 0,0411 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t \cdot 10^{-3} = 0,175 \text{ m}$$

$$\Phi_{\text{m}} = \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{\text{mk}} / t) - 0,024 \cdot \lambda; 1 - 2 \cdot e_{\text{mk}} / t) = 0,296$$

Wandfuß

ungewollte Ausmitte

$$e_{\text{init}} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he}} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_2 = \text{MAX}(e_{\text{d,2}} + e_{\text{init}} + e_{\text{he}}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0744 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_2 = 1 - 2 \cdot e_2 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,150$$

Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand - Wandkopf / Wandfuß

$$A_{1,2} = a \cdot 10^{-3} \cdot l_{\text{w}} = 0,175 \text{ m}^2$$

Wandmitte

$$A_{\text{m}} = t \cdot l_{\text{w}} = 0,175 \text{ m}^2$$

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$n_{\text{Rd,1}} = \Phi_1 \cdot t \cdot 10^3 \cdot f_{\text{d}} \cdot \text{faktor}_{1,2} = 286,8 \text{ kN/m}$$

$$n_{\text{Rd,m}} = \Phi_{\text{m}} \cdot t \cdot 10^3 \cdot f_{\text{d}} \cdot \text{faktor}_{1,2} = 164,2 \text{ kN/m}$$

$$n_{\text{Rd,2}} = \Phi_2 \cdot t \cdot 10^3 \cdot f_{\text{d}} \cdot \text{faktor}_{1,2} = 83,2 \text{ kN/m}$$

$$\eta_1 = n_{\text{Ed,1}} / n_{\text{Rd,1}} = 0,07 \leq 1$$

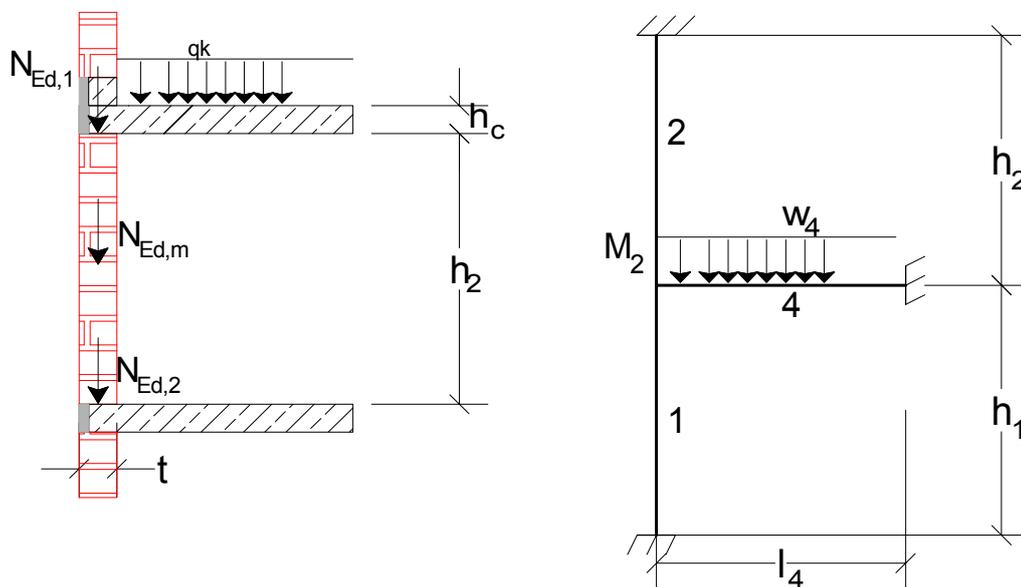
$$\eta_2 = n_{\text{Ed,m}} / n_{\text{Rd,m}} = 0,11 \leq 1$$

$$\eta_3 = n_{\text{Ed,2}} / n_{\text{Rd,2}} = 0,27 \leq 1$$

$$\text{maximale Ausnutzung} = \text{MAX}(\eta_1; \eta_2; \eta_3) \cdot 100 = 27,0 \%$$

Außenwand im Zwischengeschöß

Genaueres Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05
hohe Auflast, Deckenspannrichtung senkrecht zur Wand; keine H-Lasten; 2-seitig gehalten



Berechnungsgang:

Die Lasten aus der Geschossdecke und dem aufgehenden Mauerwerk werden über einen Stahlbetonüberzug in die Wand eingeleitet. Dieser bewirkt eine *Zentrierung der Last innerhalb der Auflagerbreite a*. Die Berechnung der Momente erfolgt wie für eine teilweise aufliegende Deckenplatte.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
Wandlänge $l_w =$	1,125 m
Auflagertiefe $a =$	240 mm
max. Stützweite Decke $l_4 =$	3,21 m
Deckenstärke $h_c =$	0,18 m
lichte Geschosshöhe $h_2 =$	2,77 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	2,57 m

der Steifigkeitsfaktor des Stabes; er ist 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben und 3 in den anderen Fällen;

$n_1 =$	4
$n_2 =$	4
$n_4 =$	4

Einwirkungen:

ständige Belastung Decke $g_k =$	6,30 kN/m ²
veränderl. Belastung Decke $q_k =$	2,25 kN/m ²
resultierende Lasten ($n_{Ed} \cdot l_w$)	
Normalkraft Wandkopf $N_{Ed,1} =$	166,96 kN
Normalkraft Wandmitte $N_{Ed,m} =$	172,30 kN
Normalkraft Wandfuß $N_{Ed,2} =$	177,60 kN



Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	4,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
⇒ Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,0 N/mm ²
E_{MW} =	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	1650 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C25/30
E_{cm} =	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	31000 MN/m ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
ζ =			0,85
γ_M =			1,50
f_d =	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,70 N/mm²

a) Schnittgrößen am Wand-Decken-Knoten

Flächenmomente 2. Grades			
t_{cal} =	$a * 10^{-3}$	=	0,24 m
I_2 =	$I_w * t_{cal}^3 / 12$	=	$1,296 * 10^{-3} \text{ m}^4$
I_1 =	I_2	=	$1,296 * 10^{-3} \text{ m}^4$
I_4 =	$I_w * h_c^3 / 12$	=	$0,547 * 10^{-3} \text{ m}^4$
E-Module			
E_1 =	E_{MW}	=	1650 MN/m ²
Stabsteifigkeiten			
c_1 =	$n_1 * E_1 * I_1 / h_1$	=	3,328 MNm
c_2 =	$n_2 * E_{MW} * I_2 / h_2$	=	3,088 MNm
c_4 =	$n_4 * E_{cm} * I_4 / I_4$	=	21,130 MNm
Bemessungslast des Stabes 4			
w_4 =	$I_w * (1,35 * (g_k + q_k / 2) + 1,5 * q_k / 2)$	=	13,18 kN/m

Stabendmoment am Wandfuß

$$M_{Ed,2} = \frac{c_2}{c_1 + c_2 + c_4} * \left(-\frac{w_4 * I_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,27 \text{ kNm}$$

Abminderungsfaktor

$$k_m = \text{MIN}(c_4 / (c_1 + c_2); 2,0) = 2,0$$
$$\eta = 1 - k_m / 4 = 0,50$$

abgemindertes Fußmoment

$$M_{Ed,2} = \eta * M_{Ed,2} = -0,64 \text{ kNm}$$

Stabendmoment am Wandkopf

zentrierte Lasteinleitung über den Stahlbetonüberzug, Bezug auf Schwerpunkt Deckenauflagerfläche
 $M_{Ed,1} = 0,00 \text{ kNm}$

Moment in Wandmitte

aus der Berechnung am Wand-Decken-Knoten für die Einbindung der Decke über Kellergeschoss
 $M_{md} = (M_{Ed,2} + M_{Ed,1}) / 2 = -0,32 \text{ kNm}$



b) Schlankheit



c) Abminderungsbeiwert

Wandkopf

ungewollte Ausmitte

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

Die Nachweisführung erfolgt in Bezug auf die Auflagerfläche der Deckenplatte, weshalb hier der Versatz der Deckenplatte zur Schwerachse der Wand nicht berücksichtigt wird ($M_{Ed,1} = 0$).

$$e_1 = \text{MAX}(M_{Ed,1} / N_{Ed,1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_1 = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = 0,900$$

Wandmitte

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 6,16 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he,m} = 0,00 \text{ m}$$

planmäßige Lastausmitte - Zur Exzentrizität in Wandmitte ist der Versatz der Schwerachse zwischen Deckenaufleger und Wand hinzuzurechnen.

$$\Delta M_{Ed,m} = N_{Ed,m} * (t - a) / 2 * 10^{-3} = 10,77 \text{ kNm}$$

$$e_m = (\text{ABS}(M_{md}) + \Delta M_{Ed,m}) / N_{Ed,m} + e_{he,m} + e_{init} = 0,071 \text{ m}$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 7,59$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";}\lambda\text{mbdac;mw=MW;mö=Mö}) = 20$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk";}\phi\text{i;mw=MW;mö=Mö}) = 0,50$$

Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 * \varphi_\infty * h_{ef} * 10^3 / t * \sqrt{(t * e_m * 10^{-3})} = 1,22 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_k = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_k) = 0,00 * 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk} = \text{MAX}(e_m + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0710 \text{ m}$$

Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t * 10^{-3} = 0,365 \text{ m}$$

$$\Phi_m = \text{MIN}(1,14 * (1 - 2 * e_{mk} / t) - 0,024 * h_{ef} / t; 1 - 2 * e_{mk} / t) = 0,514$$



Wandfuß

ungewollte Ausmitte

$$e_{\text{init}} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{\text{he}} = 0,00 \text{ m}$$

Lastexzentrizität

$$e_2 = \text{MAX}(M_{\text{Ed},2} / N_{\text{Ed},2} + e_{\text{init}} + e_{\text{he}}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_2 = 1 - 2 * e_2 / (a * 10^{-3}) = 0,900$$

d) Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand - Wandkopf / Wandfuß

$$A_{1,2} = a * 10^{-3} * l_w = 0,270 \text{ m}^2$$

Wandmitte

$$A_m = t * l_w = 0,411 \text{ m}^2$$

Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung „kurzer Wände“

$$\text{faktor}_{1,2} = \text{WENN}(A_{1,2} < 0,1; 0,7 + 3 * A_{1,2}; 1) = 1,0$$

$$\text{faktor}_m = \text{WENN}(A_m < 0,1; 0,7 + 3 * A_m; 1) = 1,0$$

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$N_{\text{Rd},1} = \Phi_1 * A_{1,2} * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 413,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Rd},m} = \Phi_m * A_m * f_d * 10^3 * \text{faktor}_m = 359,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Rd},2} = \Phi_2 * A_{1,2} * f_d * 10^3 * \text{faktor}_{1,2} = 413,1 \text{ kN}$$

$$N_{\text{Ed},1} / N_{\text{Rd},1} = \underline{0,40} \leq 1$$

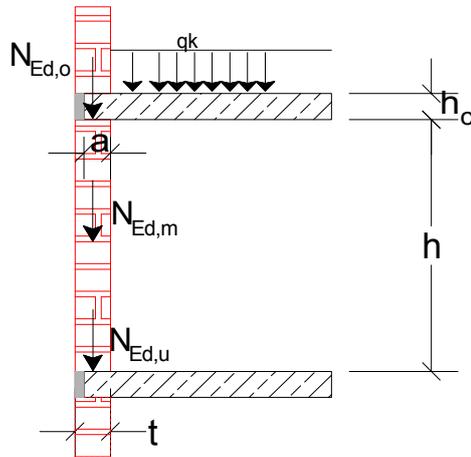
$$N_{\text{Ed},m} / N_{\text{Rd},m} = \underline{0,48} \leq 1$$

$$N_{\text{Ed},2} / N_{\text{Rd},2} = \underline{0,43} \leq 1$$



Aussteifungswand, aussen

Nachweis nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 und DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05
Flächige Auflagerung der Stahlbetondecke auf der Wand ($a > 2/3 \cdot t$)



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	240 mm	
Wandlänge $l =$	1,75 m	
Wandhöhe $h =$	2,75 m	
Auflagertiefe $a =$	240 mm	
Stoßfuge vermörtelt $S_f =$	GEW("EC6_de/JN";jn;) =	Nein
gehalten Art =	GEW("EC6_de/Art"; Art;) =	3-seitig gehalten

Einwirkungen:

Eigenlast der Wand $G_{wk} =$	23,50 kN	
ständige Last Wandkopf aus Wand $N_{Gk,o,W} =$	43,90 kN	
ständige Last Wandkopf aus Decke $N_{Gk,o,D} =$	43,70 kN	
Nutzlast Wandkopf $N_{Qk,o} =$	17,40 kN	
Ausmitte der Normalkraft aus Decke $e_N =$	0,28 m	
aus Wind (+ Lotabweichung) in Scheibenrichtung Querkraft $V_{Qk} =$	15,20 kN	
Moment Wandkopf $M_{Qo,k} =$	8,20 kNm	
Moment Wandfuß $M_{Qu,k} =$	50,00 kNm	
Schnittgrößen am Wand-Decken-Knoten (aus NR ermittelt) DESIGN-Werte!!		
Kopfmoment $M_{od,max} =$	2,57 kN/m	
Kopfmoment $M_{od,min} =$	1,97 kN/m	
Fußmoment $M_{ud,1} =$	0,00 kNm	
Fußmoment $M_{ud,2} =$	0,00 kNm	
⇒ Wandmitte $M_{md,1} =$	$(M_{od,max} + M_{ud,1}) / 2 =$	1,28 kNm
⇒ Wandmitte $M_{md,2} =$	$(M_{od,min} + M_{ud,2}) / 2 =$	0,98 kNm

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	20,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Steinart SA =	GEW("EC6_de/fbtcal"; SA;)	=	VL
Hohlblockstein = HB; Hochlochsteine und Steine mit Grifföffnungen oder Griffaschen = HL; Vollsteine ohne Grifflöcher oder Griffaschen = VL			



Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	10,5 N/mm ²
f_{st} =	TAB("EC6_de/fst";fst;sfk=FK)	=	25,0 N/mm ²
E -Modul E =	TAB("EC6_de/KE";KE;mw=MW) * f_k	=	9975 N/mm ²
f_{vk0} =	TAB("EC6_de/fvk0";fvk0;mö=Mö)	=	0,22 N/mm ²
$f_{bt,cal}$ =	f_{st} * TAB("EC6_de/fbtcal";vf;SA=SA)	=	0,80 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
ζ =			0,85
γ_M =			1,50
Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand			
A =	$l * t * 10^{-3}$	=	0,420 m ²
faktor =	WENN(A/0,1 < 0,1; 0,7 + 3 * A; 1)	=	1,0
f_d =	$\zeta * f_k / \gamma_M * \text{faktor}$	=	5,95 N/mm ²

Bemessungswerte der Einwirkungen:

Für die Bildung der Lastfallkombination wird vereinfacht die Horizontalkraft aus Wind (W) und Schiefstellung (St) als ein Lastfall betrachtet! Für die Bemessungssituation „ständige und vorübergehende Situation“ kann der Wind sowohl Leit- als auch Begleiteinwirkung sein. Vereinfachend wird auch der Imperfektionsanteil aus Eigengewicht mit dem Sicherheitsbeiwert für Verkehrslasten beaufschlagt.

Schnittgrößen aus Beanspruchung in der Wandebene

$$\Psi_{0,1} = 0,70 \text{ kN}$$

Lastfallkombination 1 (max M + max N)

(Wind wirkt als Leiteinwirkung, Nutzlast als Begleiteinwirkung)

Wandkopf

$$N_{Ed,o,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o,W} + N_{Gk,o,D}) + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 136,5 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,o,LK1} = 1,35 * N_{Gk,o,D} * e_N + 1,50 * (M_{Qo,k} + \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} * e_N) = 33,9 \text{ kNm}$$

Wandfuß

$$N_{Ed,u,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o,W} + N_{Gk,o,D} + G_{wk}) + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 168,3 \text{ kN}$$

$$M_{Ed,u,LK1} = 1,35 * N_{Gk,o,D} * e_N + 1,50 * (M_{Qu,k} + \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} * e_N) = 96,6 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,u,LK1} = 1,5 * V_{Qk} = 22,8 \text{ kN}$$

Wandmitte

$$N_{m,Ed,LK1} = 1,35 * (N_{Gk,o,W} + N_{Gk,o,D} + G_{wk}/2) + 1,5 * \Psi_{0,1} * N_{Qk,o} = 152,4 \text{ kN}$$

$$M_{m,Ed,LK1} = (M_{Ed,u,LK1} + M_{Ed,o,LK1}) / 2 = 65,3 \text{ kNm}$$

Lastfallkombination 2 (max M + min N)



Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.



b) Schlankheit

Bestimmung der Knicklänge (Wand 2-seitig gehalten)		
$e_{d,1} =$	$(t-a) / 2$	= 0 mm
$\rho_2 =$	WENN($a < 2/3 * t; 1$; WENN($e_{d,1} * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1$))	= 0,75
$h_{ef,2} =$	$\rho_2 * h$	= 2,06 m
Für 3-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:		
$b_{3,max} =$	$15 * t * 10^{-3}$	= 3,60 m
$\rho_3 =$	$MAX(WENN(h \leq 3,5 * l; \frac{1}{1 + (\frac{\rho_2 * h}{3 * l})^2} * \rho_2; 1,5 * l / h); 0,3)$	= 0,65 m
$h_{ef,3} =$	$\rho_3 * h$	= 1,79 m
Für 4-seitig gehaltene Wände mit Überbindemaß $l_{ol} / h_u \geq 0,4$:		
$b_{4,max} =$	$30 * t * 10^{-3}$	= 7,20 m
$\rho_4 =$	$WENN(h \leq 1,15 * l; \frac{1}{1 + (\frac{\rho_2 * h}{l})^2} * \rho_2; 0,5 * l / h)$	= 0,318
$h_{ef,4} =$	$\rho_4 * h$	= 0,87 m
Schlankheit λ :		
$h_{ef} =$	WENN(Art=2; $h_{ef,2}$; WENN(Art=3; $h_{ef,3}$; $h_{ef,4}$))	= 1,79 m
$\lambda =$	$h_{ef} * 10^3 / t$	= 7,46
$h_{ef} * 10^3 / (t * 27)$		= 0,28 \leq 1

c) Abminderungsbeiwerte Biegung um die schwache Achse

Wandkopf

planmäßige Lastausmitte

$$e_{o,LK1} = M_{od,max} / N_{Ed,o,LK1} = 18,83 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{o,LK2} = M_{od,min} / N_{Ed,o,LK2} = 22,49 * 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_1 = MAX(e_{o,LK1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0188 \text{ m}$$

$$e_2 = MAX(e_{o,LK2} + e_{init} + e_{he}; 0,05 * a * 10^{-3}) = 0,0225 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_{oz,LK1} = 1 - 2 * e_1 / (a * 10^{-3}) = 0,843$$

$$\Phi_{oz,LK2} = 1 - 2 * e_2 / (a * 10^{-3}) = 0,813$$



Wandmitte

planmäßige Lastausmitte

$$e_{m,LK1} = M_{md,1} / N_{m,Ed,LK1} = 8,40 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{m,LK2} = M_{md,2} / N_{m,Ed,LK2} = 9,87 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{hem} = 0,00 \text{ m}$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"}; \lambda_{bdac}; mw=MW; mö=Mö) = 12$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_{\infty} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"}; \phi; mw=MW; mö=Mö) = 1,50$$

Kriechausmitte



Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$t = t \cdot 10^{-3} = 0,240 \text{ m}$$

$$\Phi_{mz,LK1} = \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,LK1} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t; 1 - 2 \cdot e_{mk,LK1} / t) = 0,847$$

$$\Phi_{mz,LK2} = \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,LK2} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t; 1 - 2 \cdot e_{mk,LK2} / t) = 0,847$$

Wandfuß

planmäßige Lastausmitte

$$e_{u,LK1} = M_{ud,1} / N_{Ed,u,LK1} = 0,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_{u,LK2} = M_{ud,2} / N_{Ed,u,LK2} = 0,00 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = 0,00 \text{ m}$$

Ausmitte infolge horizontaler Lasten

$$e_{he} = 0,00 \text{ m}$$

$$e_1 = \text{MAX}(e_{u,LK1} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

$$e_2 = \text{MAX}(e_{u,LK2} + e_{init} + e_{he}; 0,05 \cdot a \cdot 10^{-3}) = 0,0120 \text{ m}$$

Abminderungsbeiwert

$$\Phi_{uz,LK1} = 1 - 2 \cdot e_1 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$

$$\Phi_{uz,LK2} = 1 - 2 \cdot e_2 / (a \cdot 10^{-3}) = 0,900$$



Biegung um die starke Achse

Wandkopf

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{Ed,o,LK1} / N_{Ed,o,LK1} = 0,25 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{Ed,o,LK2} / N_{Ed,o,LK2} = 0,28 \text{ m}$$

Abminderungsfaktoren

$$\Phi_{oy,LK1} = 1 - 2 * e_{w,LK1} / l = 0,714$$

$$\Phi_{oy,LK2} = 1 - 2 * e_{w,LK2} / l = 0,680$$

Wandmitte

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{m,Ed,LK1} / N_{m,Ed,LK1} = 0,43 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{m,Ed,LK2} / N_{m,Ed,LK2} = 0,56 \text{ m}$$

Abminderungsfaktoren

$$\Phi_{my,LK1} = 1 - 2 * e_{w,LK1} / l = 0,509$$

$$\Phi_{my,LK2} = 1 - 2 * e_{w,LK2} / l = 0,360$$

Wandfuß

planmäßige Lastausmitte

$$e_{w,LK1} = M_{Ed,u,LK1} / N_{Ed,u,LK1} = 0,57 \text{ m}$$

$$e_{w,LK2} = M_{Ed,u,LK2} / N_{Ed,u,LK2} = 0,78 \text{ m}$$

$$\Phi_{uy,LK1} = 1 - 2 * e_{w,LK1} / l = 0,349$$

$$\Phi_{uy,LK2} = 1 - 2 * e_{w,LK2} / l = 0,109$$

d) Nachweis bei Druckbeanspruchung (genaueres Verfahren)

Lastkombination 1

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft (Nachweis der Doppelbiegung)

$$N_{Rd,o,LK1} = \Phi_{oz,LK1} * \Phi_{oy,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 1504,2 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m,LK1} = \Phi_{mz,LK1} * \Phi_{my,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 1077,4 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,LK1} = \Phi_{uz,LK1} * \Phi_{uy,LK1} * t * f_d * l * 10^3 = 784,9 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,o,LK1} / N_{Rd,o,LK1} = \underline{0,09 \leq 1}$$

$$N_{m,Ed,LK1} / N_{Rd,m,LK1} = \underline{0,14 \leq 1}$$

$$N_{Ed,u,LK1} / N_{Rd,u,LK1} = \underline{0,21 \leq 1}$$

Lastkombination 2

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft (Nachweis der Doppelbiegung)

$$N_{Rd,o,LK2} = \Phi_{oz,LK2} * \Phi_{oy,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 1381,5 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m,LK2} = \Phi_{mz,LK2} * \Phi_{my,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 762,0 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,u,LK2} = \Phi_{uz,LK2} * \Phi_{uy,LK2} * t * f_d * l * 10^3 = 245,2 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,o,LK2} / N_{Rd,o,LK2} = \underline{0,06 \leq 1}$$

$$N_{m,Ed,LK2} / N_{Rd,m,LK2} = \underline{0,13 \leq 1}$$

$$N_{Ed,u,LK2} / N_{Rd,u,LK2} = \underline{0,45 \leq 1}$$



e) Nachweis bei Schubbeanspruchung in Scheibenebene (genaueres Verfahren)

Der Nachweis erfolgt am Wandfuß für die Lastkombination LK2 (minimale Auflast).

für die Berechnung anzusetzende überdrückte Länge der Wandscheibe

$$l_{c,lin,LK2} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_{w,LK2} / l) * l; l) = 0,29 \text{ m}$$

$$f_{vk0} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fvk0"}; f_{vk0}; m\ddot{o}=M\ddot{o}) = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung für Rechteckquerschnitte

$$\sigma_{Dd} = N_{Ed,u,LK2} / (l_{c,lin,LK2} * t) * 10^{-3} = 1,596 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristischer Wert der Schubfestigkeit

Reibungsversagen:

$$f_{vit1,LK2} = \text{WENN}(\text{Sf}=\text{"Ja"}; f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}; 0,5 * f_{vk0} + 0,4 * \sigma_{Dd}) = 0,748 \text{ N/mm}^2$$

Rechnerische Steinzugfestigkeit

$$f_{bt,cal} = f_{st} * \text{TAB}(\text{"EC6_de/fbtcal"}; v_f; SA=SA;) = 0,80 \text{ N/mm}^2$$

Steinzugversagen:

$$f_{vit2,LK2} = 0,45 * f_{bt,cal} * \sqrt{1 + \frac{\sigma_{Dd}}{f_{bt,cal}}} = 0,623 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vk,LK2} = \text{MIN}(f_{vit1,LK2}; f_{vit2,LK2}) = 0,623 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit

$$f_{vd} = f_{vk,LK2} / \gamma_M = 0,415 \text{ N/mm}^2$$

rechnerische Wandlänge

$$l_{cal} = \text{MIN}(1,125 * l; 1,333 * l_{c,lin,LK2}) = 0,39 \text{ m}$$

Schubspannungsverteilungsfaktor

$$c = \text{WENN}(h/l \geq 2; 1,5; \text{WENN}(h/l \leq 1; 1; h/l * 0,5 + 0,5 * 1)) = 1,29$$

Querkräfttragfähigkeit am Wandkopf / Wandfuß

Querkräfttragfähigkeit in Scheibenrichtung

Schubspannungsverteilungsfaktor c

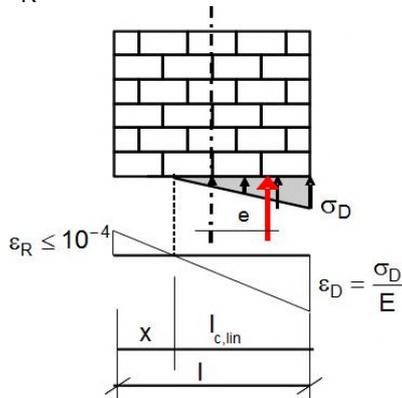
$$V_{Rdt,LK2} = l_{cal} * f_{vd} * 10^3 * t / c = 30,1 \text{ kN}$$

$$V_{Ed,u,LK2} / V_{Rdt,LK2} = \underline{\underline{0,76 \leq 1}}$$

f) Nachweis der Randdehnung

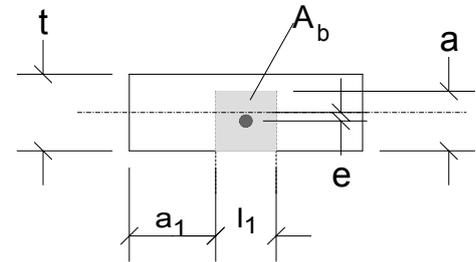
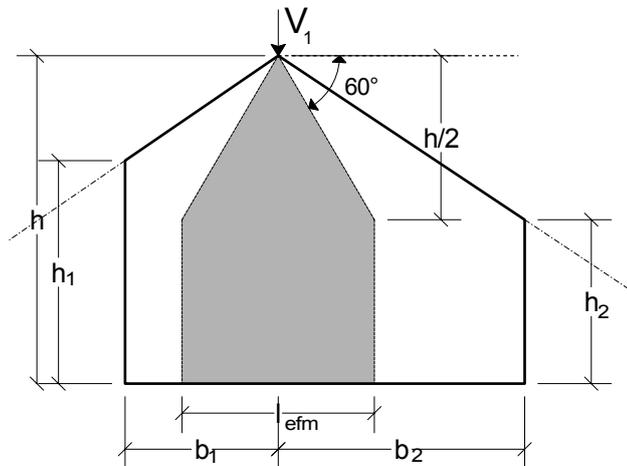
Da beim Nachweis der Querkrafttragfähigkeit die Haftscherfestigkeit f_{vk0} rechnerisch in Ansatz gebracht wurde, ist ein Nachweis der Randdehnung unter charakteristischen Lasten erforderlich;
 ⇒ bei Windscheiben mit klaffender Fuge unter charakteristischen Lasten ($e_{w,k} > l/6$):

$$\begin{aligned}
 e_{w,k} &= \frac{M_{Qu,k}}{(N_{Gk,o,D} + N_{Gk,o,W})} &= & 0,57 \text{ m} \\
 e_{w,k} / (l/6) & &= & \mathbf{1,95 \leq 1} \\
 l_{c,lin} &= \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * e_{w,k}/l) * l; l) &= & 0,92 \text{ m} \\
 \sigma_D &= \frac{2 * (N_{Gk,o,W} + N_{Gk,o,D})}{(l_{c,lin} * t) * 10^{-3}} &= & 0,793 \text{ N/mm}^2 \\
 \varepsilon_R &= \frac{\sigma_D}{E} * (l/l_{c,lin} - 1) &= & 71,72 * 10^{-6} \\
 \varepsilon_R / 10^{-4} & &= & \mathbf{0,72 \leq 1}
 \end{aligned}$$



Giebelwand

genauerer Nachweis des belasteten Wandabschnitts nach DIN EN 1996-1-1:2010-12 – 6.1.2 ;
 Randabstand der Einzellast $a > 3 \cdot l_1$



Draufsicht (Auflagerung Pfette)

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandhöhe $h =$	2,80 m
Wandhöhe links $h_1 =$	1,99 m
Wandhöhe rechts $h_2 =$	1,53 m
Wandbreite links $b_1 =$	1,15 m
Wandbreite rechts $b_2 =$	1,77 m
Länge Belastungsfläche $l_1 =$	120 mm
Breite Belastungsfläche $a =$	125 mm
Randabstand $a_1 =$	430 mm

Einwirkungen:

Wandgewicht $g_k =$	1,3 kN/m ²
Auflagerlasten der Pfette, charakteristisch	
$V_{1,g,k} =$	11,09 kN
$V_{1,q,k} =$	4,20 kN
Windlast	
Staudruck $q_p =$	0,50 kN/m ²
Druckbeiwerte	
Sog $c_{pe,1,S} =$	-0,53
Sog $c_{pe,10,S} =$	-0,53
Druck $c_{pe,1,D} =$	1,0
Druck $c_{pe,10,D} =$	0,8

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	4,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	3,0 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta \cdot f_k / \gamma_M$	=	1,70 N/mm ²



Nachweis der Teilflächenpressung

Überprüfung des Randabstandes

$$(3 * l_1) / a_1 = 0,84 < 1$$

Überprüfung der Lastausmitte, gemessen von der Schwerachse der Wand

$$e = t / 2 - a / 2 = 25 \text{ mm}$$

$$e / (t / 4) = 0,57 \leq 1$$

max. Auflast

$$V_{1,d} = 1,35 * V_{1,g,k} + 1,5 * V_{1,q,k} = 21,27 \text{ kN}$$

wirksame Wandfläche

$$l_{efm} = 2 * (0,5 * h / \text{TAN}(60)) + l_1 * 10^{-3} = 1,74 \text{ m}$$

$$A_{ef} = l_{efm} * t * 10^{-3} = 0,304 \text{ m}^2$$

Belastungsfläche

$$A_b = l_1 * a * 10^{-6} = 0,015 \text{ m}^2$$

Erhöhungsfaktor bei Teilflächenlasten

$$\beta = \text{MAX}((1+0,3*a*10^{-3}/h)*(1,5-1,1*\text{MIN}(A_b/A_{ef};0,45));1) = 1,51$$

$$\beta = \text{MIN}(\beta; 1,25+a_1*10^{-3}/(2 * h); 1,5) = 1,33$$

$$N_{Rdc} = \beta * A_b * f_d * 10^3 = 33,9 \text{ kN}$$

$$V_{1,d} / N_{Rdc} = 0,63 \leq 1$$

Nachweis der exzentrischen Normalkraftbeanspruchung

Es werden nachfolgend die Fälle min N_{Ed} und max N_{Ed} untersucht, da vorab nicht abschätzbar ist, ob die Biegemomente infolge Wind oder die lotrechte Belastung die Ausnutzung der Wand dominieren.

Wandkopf

$$N_{o,d,min} = 1,0 * V_{1,g,k} = 11,09 \text{ kN}$$

$$N_{o,d,max} = 1,35 * V_{1,g,k} + 1,5 * V_{1,q,k} = 21,27 \text{ kN}$$

Wandmitte

$$N_{m,d,min} = N_{o,d,min} + 1,0 * (g_k * h/2 * l_{efm}) * 0,5 = 12,67 \text{ kN}$$

$$N_{m,d,max} = N_{o,d,max} + 1,35 * (g_k * h/2 * l_{efm}) * 0,5 = 23,41 \text{ kN}$$

Wandfuß

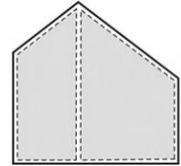
$$N_{u,d,min} = N_{m,d,min} + 1,0 * g_k * h/2 * l_{efm} = 15,84 \text{ kN}$$

$$N_{u,d,max} = N_{m,d,max} + 1,35 * g_k * h/2 * l_{efm} = 27,69 \text{ kN}$$



Horizontallasten

Für die Ermittlung der Windbelastung des Wandabschnitts wird angenommen, dass die umlaufenden Ränder der Windangriffsfläche gleichmäßig am Lastabtrag beteiligt sind.



Windangriffsfläche

$$A = b_2 * (h_2 + h) / 2 + b_1 * (h_1 + h) / 2 = 6,59 \text{ m}^2$$

Aussendruckbeiwert



Software zur Dokumentation und Berechnung

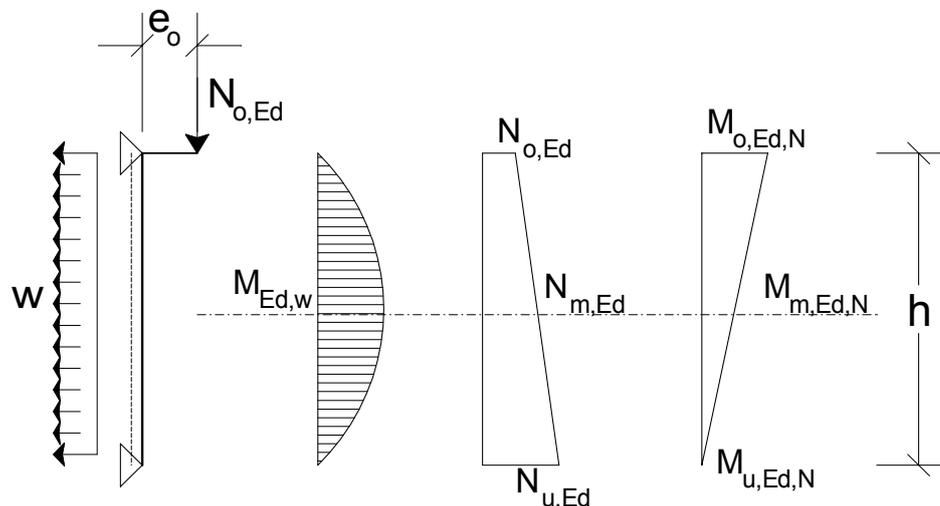
Cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Biegemoment infolge Winddruck/Windsog in halber Wandhöhe

$$M_{m,d,wD} = -1,5 * w_{D,k} * h^2 / 8 = -0,51 \text{ kNm}$$

$$M_{m,d,wS} = 1,5 * \text{ABS}(w_{S,k}) * h^2 / 8 = 0,32 \text{ kNm}$$



Biegemoment aus exzentrischer Auflagerung der Mittelpfette

$$M_{o,d,Vmin} = N_{o,d,min} * e * 10^{-3} = 0,28 \text{ kNm}$$

$$M_{o,d,Vmax} = N_{o,d,max} * e * 10^{-3} = 0,53 \text{ kNm}$$

$$M_{m,d,min} = M_{o,d,Vmin} / 2 = 0,14 \text{ kNm}$$

$$M_{m,d,max} = M_{o,d,Vmax} / 2 = 0,27 \text{ kNm}$$



Die Schnittgrößenermittlung für die maßgebenden Lastfallkombinationen erfolgt auf der sicheren Seite liegend vereinfacht ohne Kombinationsbeiwerte.

LFK 1 (min N_{Ed})

$$\begin{aligned} N_{Ed,o,1} &= N_{o,d,min} &= & 11,09 \text{ kN} \\ M_{Ed,o,1} &= M_{o,d,Vmin} &= & 0,28 \text{ kNm} \\ N_{Ed,m,1} &= N_{m,d,min} &= & 12,67 \text{ kN} \\ M_{Ed,m,1} &= M_{m,d,min} + M_{m,d,wS} &= & 0,46 \text{ kNm} \\ N_{Ed,u,1} &= N_{u,d,min} &= & 15,84 \text{ kN} \\ M_{Ed,u,1} &= &= & 0,00 \text{ kNm} \end{aligned}$$

LFK 2 (max N_{Ed})



Schlankheit (2-seitig gehalten)

$$\begin{aligned} \rho_2 &= \text{WENN}(a < 2/3 * t; 1; \text{WENN}(e * 10^3 / (t/4) \leq 1; 0,75; 1)) &= & 1,00 \\ h_{ef} &= \rho_2 * h &= & 2,80 \text{ m} \\ h_{ef} * 10^3 / (t * 27) &= &= & 0,59 \leq 1 \end{aligned}$$

Nachweis in halber Wandhöhe (Knicksicherheitsnachweis Wandmitte)

ungewollte Ausmitte (Imperfektion)

$$e_{init} = h_{ef} / 450 = 6,22 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{LFK1 } e_{m,1} = \text{ABS}(M_{Ed,m,1}) / N_{Ed,m,1} + e_{init} = 0,043 \text{ m}$$

$$\text{LFK2 } e_{m,2} = \text{ABS}(M_{Ed,m,2}) / N_{Ed,m,2} + e_{init} = 0,031 \text{ m}$$

$$e_{m,1} * 10^3 / (t/3) = 0,74 \leq 1$$

$$e_{m,2} * 10^3 / (t/3) = 0,53 \leq 1$$

Schlankheit (einer 2-seitig gehaltenen Wand):

$$\lambda = h_{ef} * 10^3 / t = 16,00$$

Grenzschlankheit nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\lambda_c = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; lambda_c; mw=MW; m\ddot{o}=M\ddot{o}}) = 20$$

Endkriechzahl nach Tab. NA.17 (in Abh. des verw. Mauerwerks)

$$\varphi_\infty = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fk"; phi; mw=MW; m\ddot{o}=M\ddot{o}}) = 0,50$$

Kriechausmitte

$$e_k = 0,002 * \varphi_\infty * h_{ef} * 10^3 / t * \sqrt{(t * e_{m,1} * 10^{-3})} = 1,39 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$e_k = \text{WENN}(\lambda < \lambda_c; 0; e_k) = 0,00 * 10^{-3} \text{ m}$$

Gesamtausmitte der Last in halber Wandhöhe

$$e_{mk,1} = \text{MAX}(e_{m,1} + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0430 \text{ m}$$

$$e_{mk,2} = \text{MAX}(e_{m,2} + e_k; 0,05 * t * 10^{-3}) = 0,0310 \text{ m}$$



Abminderungsfaktor zur Berücksichtigung von Schlankheit und Ausmitte

$$\begin{aligned} t &= t \cdot 10^{-3} &= & 0,175 \text{ m} \\ \Phi_{m,1} &= \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,1} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t ; 1 - 2 \cdot e_{mk,1} / t) &= & 0,196 \\ \Phi_{m,2} &= \text{MIN}(1,14 \cdot (1 - 2 \cdot e_{mk,2} / t) - 0,024 \cdot h_{ef} / t ; 1 - 2 \cdot e_{mk,2} / t) &= & 0,352 \end{aligned}$$



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit

$$A_m = t \cdot l_{efm} = 0,304 \text{ m}^2$$

$$\text{Anpassungsfaktor zur Berücksichtigung „kurzer Wände“} \\ \text{faktor}_m = \text{WENN}(A_m < 0,1; 0,7 + 3 \cdot A_m; 1) = 1,0$$

Bemessungswert der aufnehmbaren Normalkraft

$$N_{Rd,m,1} = \Phi_{m,1} \cdot A_m \cdot f_d \cdot 10^3 \cdot \text{faktor}_m = 101,3 \text{ kN}$$

$$N_{Rd,m,2} = \Phi_{m,2} \cdot A_m \cdot f_d \cdot 10^3 \cdot \text{faktor}_m = 181,9 \text{ kN}$$

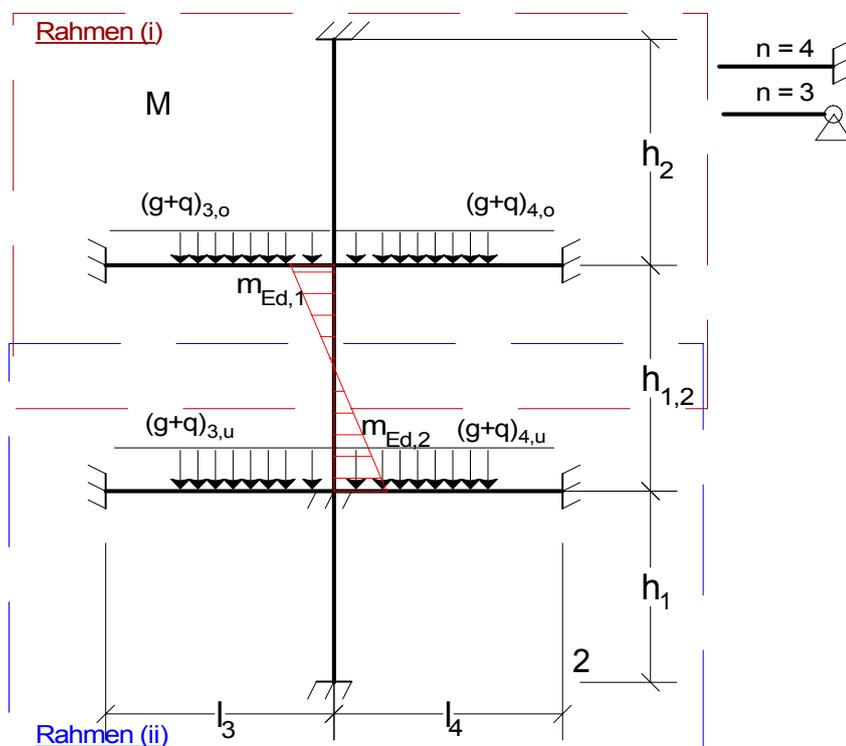
$$N_{Ed,m,1} / N_{Rd,m,1} = \underline{0,13 \leq 1}$$

$$N_{Ed,m,2} / N_{Rd,m,2} = \underline{0,13 \leq 1}$$

Der Nachweis am Wandkopf wurde über die Teilflächenpressung erbracht. Der Nachweis am Wandfuß ist nicht maßgebend, da dort für die Ausmitte $e_o = e_u = 0,05 \cdot t$ (Mindestausmitte) zu setzen ist.

Innenwandknoten

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C - Das Stabendmoment M_1 am Wandkopf wird am Rahmen (i) ermittelt; das Stabendmoment M_2 am Wandfuß am Rahmen (ii).



Bei weniger als vier Stäben an einem Knoten werden die nicht vorhandenen weggelassen. Bei zweiachsig gespannten Decken (mit Spannweitenverhältnissen bis 1:2) darf als Spannweite l_3 bzw. l_4 $2/3$ der kürzeren Plattenspannweite eingesetzt werden.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	240 mm
Auflagertiefe $a =$	240 mm
Stützweite Decke $l_3 =$	3,39 m
Stützweite Decke $l_4 =$	3,39 m
Deckenstärke $h_c =$	0,20 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	2,67 m
lichte Geschosshöhe $h_2 =$	2,67 m
lichte Geschosshöhe $h_{1,2} =$	2,67 m

bezogene Wandbreite $b =$ 1,00 m

der Steifigkeitsfaktor des Stabes; er ist 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben und 3 in den anderen Fällen;

$n_{1,2} =$	4
$n_1 =$	0
$n_2 =$	4
$n_3 =$	4
$n_4 =$	4

Wenn Stab nicht vorhanden, dann $n = 0$ setzen!



Einwirkungen:

Rahmensystem "oben" (i)		
ständige Deckenlast $g_{3,o,k}$ =	6,50 kN/m ²	
Nutzlast $q_{3,o,k}$ =	2,30 kN/m ²	
ständige Deckenlast $g_{4,o,k}$ =	6,50 kN/m ²	
Nutzlast $q_{4,o,k}$ =	2,30 kN/m ²	
Rahmensystem "unten" (ii)		
ständige Deckenlast $g_{3,u,k}$ =	6,50 kN/m ²	
Nutzlast $q_{3,u,k}$ =	2,30 kN/m ²	
ständige Deckenlast $g_{4,u,k}$ =	6,50 kN/m ²	
Nutzlast $q_{4,u,k}$ =	2,30 kN/m ²	

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW;)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St;)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St;)	=	DM
⇒ Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	7,0 N/mm ²
E_{MW} =	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	6650 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C25/30
E_{cm} =	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	31000 MN/m ²

a) Ermittlung der Formelwerte

Wenn eine Decke nur über einen Teil der Wandstärke aufliegt ($a < t$), so darf die Ermittlung der Knotenmomente an einem Rahmenmodell mit einer ideellen Wanddicke $t_{cal} = a$ erfolgen.

$$t_{cal} = a * 10^{-3} = 0,240 \text{ m}$$

Flächenmomente 2. Grades



Stabsteifigkeiten

$c_{1,2}$ =	$n_{1,2} * E_{1,2} * I_{1,2} / h_{1,2}$	=	11,477 MNm/m
c_1 =	$n_1 * E_1 * I_1 / h_1$	=	0,000 MNm/m
c_2 =	$n_2 * E_2 * I_2 / h_2$	=	11,477 MNm/m
c_3 =	$n_3 * E_3 * I_3 / I_3$	=	24,398 MNm/m
c_4 =	$n_4 * E_4 * I_4 / I_4$	=	24,398 MNm/m



b) Ermittlung der charakteristischen Stabendmomente der betrachteten Wand

im Rahmensystem (i)

$$p_{3,max} = g_{3,o,k} + q_{3,o,k} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,max} = g_{4,o,k} + q_{4,o,k} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{3,min} = g_{3,o,k} + q_{3,o,k}/2 = 7,65 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = g_{4,o,k} + q_{4,o,k}/2 = 7,65 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{Ek,1,max} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_2 + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,max} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 0,18 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ek,1,min} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_2 + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,min} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,18 \text{ kNm/m}$$

im Rahmensystem (ii)

$$p_{3,max} = g_{3,u,k} + q_{3,u,k} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,max} = g_{4,u,k} + q_{4,u,k} = 8,80 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{3,min} = g_{3,u,k} + q_{3,u,k}/2 = 7,65 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = g_{4,u,k} + q_{4,u,k}/2 = 7,65 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{Ek,2,max} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,max} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 0,21 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ek,2,min} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,min} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,21 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_{1,2} + c_2); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment (pro Meter Wand)

$$M_{Ek,1} = \eta_i * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{Ek,1,max}); \text{ABS}(M_{Ek,1,min})) = \underline{\underline{0,09 \text{ kNm/m}}}$$

abgemindertes Fußmoment (pro Meter Wand)

$$M_{Ek,2} = \eta_{ii} * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{Ek,2,max}); \text{ABS}(M_{Ek,2,min})) = \underline{\underline{0,11 \text{ kNm/m}}}$$

Moment in Wandmitte (pro Meter Wand)

$$M_{Ek,m} = (M_{Ek,1} + M_{Ek,2}) / 2 = \underline{\underline{0,10 \text{ kNm/m}}}$$



b) Ermittlung der stabendmomente im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\begin{aligned}\gamma_G &= 1,35 \\ \gamma_{Q,3} &= 1,50 \\ \gamma_{Q,4} &= 1,50 \\ \psi_{0,1} &= 0,70\end{aligned}$$

Rahmensystem "oben" (i)

$$p_{3,max} = \gamma_G * (g_{3,o,k} + \psi_{0,1} * q_{3,o,k}/2) + \gamma_{Q,3} * \psi_{0,1} * q_{3,o,k}/2 = 11,07 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,max} = \gamma_G * (g_{4,o,k} + \psi_{0,1} * q_{4,o,k}/2) + \gamma_{Q,4} * \psi_{0,1} * q_{4,o,k}/2 = 11,07 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{3,min} = \gamma_G * (g_{3,o,k} + \psi_{0,1} * q_{3,o,k}/2) = 9,86 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = \gamma_G * (g_{4,o,k} + \psi_{0,1} * q_{4,o,k}/2) = 9,86 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am **Wandkopf** der betrachteten Wand

$$M_{Ed,1,max} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_2 + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,max} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 0,19 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,1,min} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_2 + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,min} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,19 \text{ kNm/m}$$

Rahmensystem "unten" (ii)

$$p_{3,max} = \gamma_G * (g_{3,u,k} + \psi_{0,1} * q_{3,u,k}/2) + \gamma_{Q,3} * \psi_{0,1} * q_{3,u,k}/2 = 11,07 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,max} = \gamma_G * (g_{4,u,k} + \psi_{0,1} * q_{4,u,k}/2) + \gamma_{Q,4} * \psi_{0,1} * q_{4,u,k}/2 = 11,07 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{3,min} = \gamma_G * (g_{3,u,k} + \psi_{0,1} * q_{3,u,k}/2) = 9,86 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = \gamma_G * (g_{4,u,k} + \psi_{0,1} * q_{4,u,k}/2) = 9,86 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am **Wandfuß** der betrachteten Wand

$$M_{Ed,2,max} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,max} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 0,22 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,2,min} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,min} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,22 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_{1,2} + c_2); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment (pro Meter Wand)

$$M_{Ed,1} = \eta_i * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{Ed,1,max}); \text{ABS}(M_{Ed,1,min})) = \underline{\underline{0,10 \text{ kNm/m}}}$$

abgemindertes Fußmoment (pro Meter Wand)

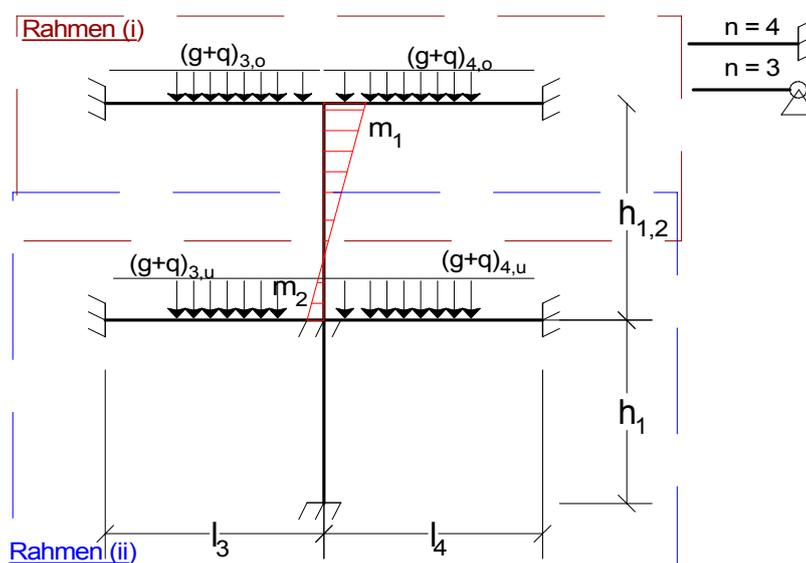
$$M_{Ed,2} = \eta_{ii} * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{Ed,2,max}); \text{ABS}(M_{Ed,2,min})) = \underline{\underline{0,11 \text{ kNm/m}}}$$

Moment in Wandmitte (pro Meter Wand)

$$M_{Ed,m} = (M_{Ed,1} + M_{Ed,2}) / 2 = \underline{\underline{0,11 \text{ kNm/m}}}$$

Innenwandknoten im Dachgeschoss

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C - Das Stabendmoment M_1 am Wandkopf wird am Rahmen (i) ermittelt; das Stabendmoment M_2 am Wandfuß am Rahmen (ii).



Bei weniger als vier Stäben an einem Knoten werden die nicht vorhandenen weggelassen. Bei zweiachsig gespannten Decken (mit Spannweitenverhältnissen bis 1:2) darf als Spannweite l_3 bzw. l_4 $2/3$ der kürzeren Plattenspannweite eingesetzt werden.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Auflagertiefe $a =$	175 mm
Stützweite Decke $l_3 =$	5,00 m
Stützweite Decke $l_4 =$	4,00 m
Deckenstärke $h_c =$	0,16 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	2,59 m
lichte Geschosshöhe $h_{1,2} =$	2,59 m
bezogene Wandbreite $b =$	1,00 m

der Steifigkeitsfaktor des Stabes; er ist 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben und 3 in den anderen Fällen;

$n_{1,2} =$	4
$n_1 =$	4
$n_3 =$	4
$n_4 =$	4

Einwirkungen:

Rahmensystem "oben" (i)	
ständige Deckenlast $g_{3,o,k} =$	5,00 kN/m ²
Nutzlast $q_{3,o,k} =$	2,00 kN/m ²
ständige Deckenlast $g_{4,o,k} =$	5,00 kN/m ²
Nutzlast $q_{4,o,k} =$	1,00 kN/m ²
Rahmensystem "unten" (ii)	
ständige Deckenlast $g_{3,u,k} =$	5,00 kN/m ²
Nutzlast $q_{3,u,k} =$	2,75 kN/m ²
ständige Deckenlast $g_{4,u,k} =$	5,00 kN/m ²
Nutzlast $q_{4,u,k} =$	2,75 kN/m ²



Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW;)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St;)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St;)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	5,0 N/mm ²
E_{MW} =	$1000 * f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
E_{cm} =	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 MN/m ²

a) Ermittlung der Formelwerte

Wenn eine Decke nur über einen Teil der Wandstärke aufliegt ($a < t$), so darf die Ermittlung der Knotenmomente an einem Rahmenmodell mit einer ideellen Wanddicke $t_{cal} = a$ erfolgen.

$$t_{cal} = a * 10^{-3} = 0,175 \text{ m}$$



Stabsteifigkeiten

$c_{1,2}$ =	$n_{1,2} * E_{1,2} * I_{1,2} / h_{1,2}$	=	3,452 MNm/m
c_1 =	$n_1 * E_1 * I_1 / h_1$	=	3,452 MNm/m
c_3 =	$n_3 * E_3 * I_3 / I_3$	=	8,184 MNm/m
c_4 =	$n_4 * E_4 * I_4 / I_4$	=	10,230 MNm/m

b) Ermittlung der charakteristischen Stabendmomente der betrachteten Wand (g+ q)

im Rahmensystem (i)

$p_{3,o,k}$ =	$g_{3,o,k} + q_{3,o,k}$	=	7,00 kN/m ²
$p_{4,o,k}$ =	$g_{4,o,k} + q_{4,o,k}$	=	6,00 kN/m ²

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{Ek,1} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,o,k} * I_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,o,k} * I_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 1,04 \text{ kNm/m}$$

im Rahmensystem (ii)

$p_{3,u,k}$ =	$g_{3,u,k} + q_{3,u,k}$	=	7,75 kN/m ²
$p_{4,u,k}$ =	$g_{4,u,k} + q_{4,u,k}$	=	7,75 kN/m ²

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{Ek,2} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,u,k} * I_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,u,k} * I_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 0,79 \text{ kNm/m}$$



Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_{1,2} + 0); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment

$$M_{EK,1} = \eta_i * M_{EK,1} = \underline{\underline{0,52 \text{ kNm}}}$$

abgemindertes Fußmoment

$$M_{EK,2} = \eta_{ii} * M_{EK,2} = \underline{\underline{0,40 \text{ kNm}}}$$

b) Ermittlung der stabendmomente im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,3} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,4} = 1,50$$

Rahmensystem "oben" (i)

$$p_{3,o,d} = \gamma_G * g_{3,o,k} + \gamma_{Q,3} * q_{3,o,k} = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,o,d} = \gamma_G * g_{4,o,k} + \gamma_{Q,4} * q_{4,o,k} = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{Ed,1} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,o,d} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,o,d} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 1,47 \text{ kNm/m}$$

Rahmensystem "unten" (ii)

$$p_{3,u,d} = \gamma_G * g_{3,u,k} + \gamma_{Q,3} * q_{3,u,k} = 10,88 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,u,d} = \gamma_G * g_{4,u,k} + \gamma_{Q,4} * q_{4,u,k} = 10,88 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{Ed,2} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_3 + c_4} * \left(\frac{p_{3,u,d} * l_3^2}{4 * (n_3 - 1)} - \frac{p_{4,u,d} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = 1,11 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_{1,2} + 0); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((c_3 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment

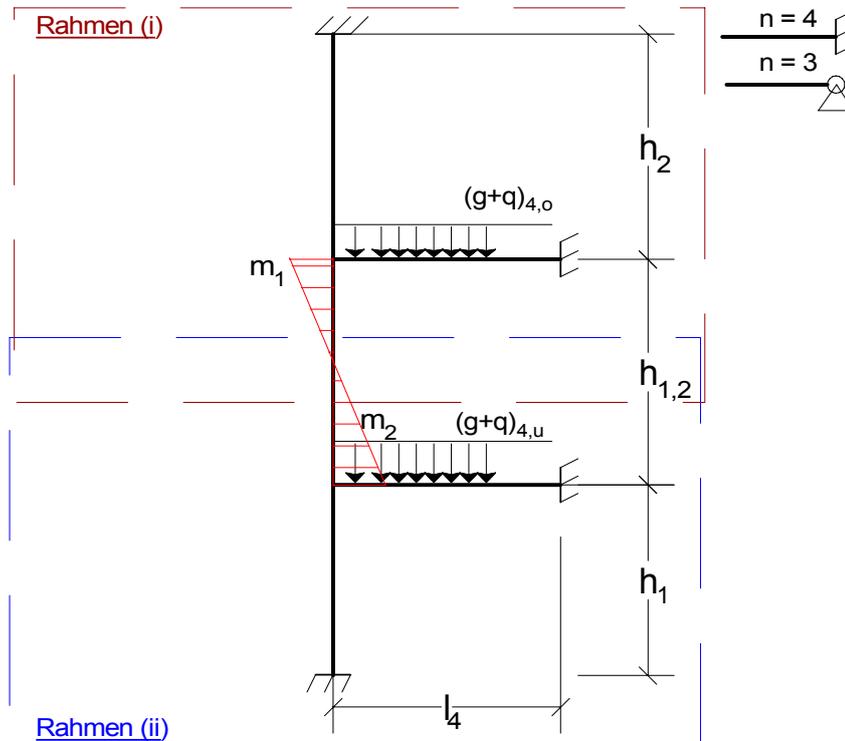
$$M_{Ed,1} = \eta_i * M_{Ed,1} = \underline{\underline{0,73 \text{ kNm}}}$$

abgemindertes Fußmoment

$$M_{Ed,2} = \eta_{ii} * M_{Ed,2} = \underline{\underline{0,56 \text{ kNm}}}$$

Aussenwandknoten

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C - Das Stabendmoment M_1 am Wandkopf wird am Rahmen (i) ermittelt; das Stabendmoment M_2 am Wandfuß am Rahmen (ii).



Bei weniger als vier Stäben an einem Knoten werden die nicht vorhandenen weggelassen. Bei zweiachsig gespannten Decken (mit Spannweitenverhältnissen bis 1:2) darf als Spannweite l_3 bzw. l_4 $2/3$ der kürzeren Plattenspannweite eingesetzt werden.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	240 mm
Auflagertiefe $a =$	240 mm
eff. Stützweite Decke $l_4 =$	3,15 m
Deckenstärke $h_c =$	0,22 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	2,75 m
lichte Geschosshöhe $h_2 =$	2,63 m
lichte Geschosshöhe $h_{1,2} =$	2,75 m
bezogene Wandbreite $b =$	1,00 m

der Steifigkeitsfaktor des Stabes; er ist 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben und 3 in den anderen Fällen;

$n_{1,2} =$	4
$n_1 =$	4
$n_2 =$	3
$n_4 =$	4

Wenn Stab nicht vorhanden, dann $n = 0$ setzen!



Einwirkungen:

Rahmensystem "oben" (i)		
ständige Deckenlast $g_{4,o,k}$ =	7,00 kN/m ²	
Nutzlast $q_{4,o,k}$ =	2,75 kN/m ²	
Rahmensystem "unten" (ii)		
ständige Deckenlast $g_{4,u,k}$ =	7,00 kN/m ²	
Nutzlast $q_{4,u,k}$ =	2,75 kN/m ²	

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW;)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St;)	=	20,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St;)	=	DM
⇒ Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	10,5 N/mm ²
E_{MW} =	TAB("EC6_de/KE"; KE; mw=MW) * f_k	=	9975 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C25/30
E_{cm} =	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	31000 MN/m ²

a) Ermittlung der Formelwerte

Wenn eine Decke nur über einen Teil der Wandstärke aufliegt ($a < t$), so darf die Ermittlung der Knotenmomente an einem Rahmenmodell mit einer ideellen Wanddicke $t_{cal} = a$ erfolgen.

$$t_{cal} = a \cdot 10^{-3} = 0,240 \text{ m}$$



Stabsteifigkeiten

$c_{1,2}$ =	$n_{1,2} \cdot E_{1,2} \cdot I_{1,2} / h_{1,2}$	=	16,714 MNm/m
c_1 =	$n_1 \cdot E_1 \cdot I_1 / h_1$	=	16,714 MNm/m
c_2 =	$n_2 \cdot E_2 \cdot I_2 / h_2$	=	13,108 MNm/m
c_4 =	$n_4 \cdot E_4 \cdot I_4 / I_4$	=	34,917 MNm/m



b) Ermittlung der charakteristischen Stabendmomente der betrachteten Wand

im Rahmensystem (i)

$$p_{4,max} = g_{4,o,k} + q_{4,o,k} = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = g_{4,o,k} = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{EK,1,max} = \frac{c_2}{c_{1,2} + c_2 + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,17 \text{ kNm/m}$$

$$M_{EK,1,min} = \frac{c_2}{c_{1,2} + c_2 + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,63 \text{ kNm/m}$$

im Rahmensystem (ii)

$$p_{4,max} = g_{4,u,k} + q_{4,u,k} = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{4,min} = g_{4,u,k} = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{EK,2,max} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,min} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,42 \text{ kNm/m}$$

$$M_{EK,2,min} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,max} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,97 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}(c_4 / (c_{1,2} + c_2); 2,0) = 1,17$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,71$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}(c_4 / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 1,04$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,74$$

abgemindertes Kopfmoment (pro Meter Wand)

$$M_{EK,1} = \eta_i * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{EK,1,max}); \text{ABS}(M_{EK,1,min})) = \underline{\underline{1,16 \text{ kNm/m}}}$$

abgemindertes Fußmoment (pro Meter Wand)

$$M_{EK,2} = \eta_{ii} * \text{MAX}(\text{ABS}(M_{EK,2,max}); \text{ABS}(M_{EK,2,min})) = \underline{\underline{1,46 \text{ kNm/m}}}$$

Moment in Wandmitte (pro Meter Wand)

$$M_{EK,m} = (M_{EK,1} + M_{EK,2}) / 2 = \underline{\underline{1,31 \text{ kNm/m}}}$$



b) Ermittlung der stabendmomente im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\begin{aligned}\gamma_G &= 1,35 \\ \gamma_{Q,4} &= 1,50 \\ \psi_{0,1} &= 0,70\end{aligned}$$

Rahmensystem "oben" (i)

$$\begin{aligned}p_{4,\max} &= \gamma_G \cdot g_{4,o,k} + \gamma_{Q,4} \cdot \psi_{0,1} \cdot q_{4,o,k} &= 12,34 \text{ kN/m}^2 \\ p_{4,\min} &= \gamma_G \cdot g_{4,o,k} &= 9,45 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

⇒ Stabendmoment am **Wandkopf** der betrachteten Wand

$$M_{\text{Ed},1,\max} = \frac{c_2}{c_{1,2} + c_2 + c_4} \cdot \left(0 - \frac{p_{4,\min} \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right) = -1,58 \text{ kNm/m}$$

$$\begin{aligned}M_{\text{Ed},1,\min} &= \frac{c_2}{c_{1,2} + c_2 + c_4} \cdot \left(0 - \frac{p_{4,\max} \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right) \\ &= \frac{13,108}{16,714 + 13,108 + 34,917} \cdot \left(0 - \frac{12,34 \cdot 3,15^2}{4 \cdot (4 - 1)} \right) = -2,07 \text{ kNm/m}\end{aligned}$$

Rahmensystem "unten" (ii)

$$\begin{aligned}p_{4,\max} &= \gamma_G \cdot g_{4,u,k} + \gamma_{Q,4} \cdot \psi_{0,1} \cdot q_{4,u,k} &= 12,34 \text{ kN/m}^2 \\ p_{4,\min} &= \gamma_G \cdot g_{4,u,k} &= 9,45 \text{ kN/m}^2\end{aligned}$$

⇒ Stabendmoment am **Wandfuß** der betrachteten Wand

$$M_{\text{Ed},2,\max} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} \cdot \left(0 - \frac{p_{4,\min} \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right) = -1,91 \text{ kNm/m}$$

$$M_{\text{Ed},2,\min} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} \cdot \left(0 - \frac{p_{4,\max} \cdot l_4^2}{4 \cdot (n_4 - 1)} \right) = -2,50 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$\begin{aligned}k_{m,i} &= \text{MIN}(c_4 / (c_{1,2} + c_2); 2,0) &= 1,17 \\ \eta_i &= \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) &= 0,71 \\ k_{m,ii} &= \text{MIN}(c_4 / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) &= 1,04 \\ \eta_{ii} &= \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) &= 0,74\end{aligned}$$

abgemindertes Kopfmoment (pro Meter Wand)

$$\begin{aligned}M_{\text{Ed},1,\max} &= \eta_i \cdot M_{\text{Ed},1,\max} &= \underline{\underline{-1,12 \text{ kNm/m}}} \\ M_{\text{Ed},1,\min} &= \eta_i \cdot M_{\text{Ed},1,\min} &= \underline{\underline{-1,47 \text{ kNm/m}}}\end{aligned}$$

abgemindertes Fußmoment (pro Meter Wand)

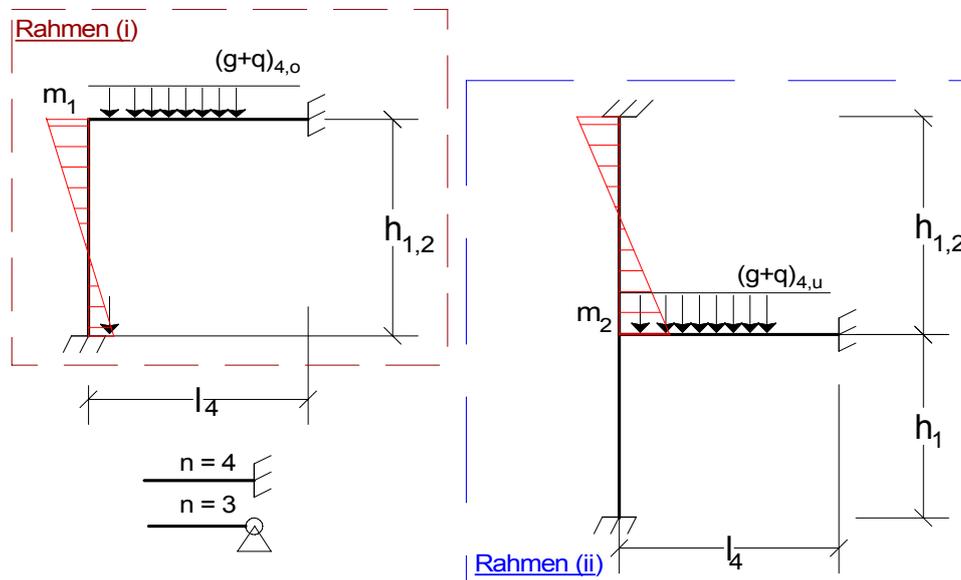
$$\begin{aligned}M_{\text{Ed},2,\max} &= \eta_{ii} \cdot M_{\text{Ed},2,\max} &= \underline{\underline{-1,41 \text{ kNm/m}}} \\ M_{\text{Ed},2,\min} &= \eta_{ii} \cdot M_{\text{Ed},2,\min} &= \underline{\underline{-1,85 \text{ kNm/m}}}\end{aligned}$$

Moment in Wandmitte (Beträger pro Meter Wand)

$$\begin{aligned}M_{\text{Ed},m,\max} &= (\text{ABS}(M_{\text{Ed},1,\max}) + \text{ABS}(M_{\text{Ed},2,\max})) / 2 &= \underline{\underline{1,26 \text{ kNm/m}}} \\ M_{\text{Ed},m,\min} &= (\text{ABS}(M_{\text{Ed},1,\min}) + \text{ABS}(M_{\text{Ed},2,\min})) / 2 &= \underline{\underline{1,66 \text{ kNm/m}}}\end{aligned}$$

Aussenwandknoten im Dachgeschoss

Verfahren nach DIN EN 1996-1-1/NA Anhang C - Das Stabendmoment M_1 am Wandkopf wird am Rahmen (i) ermittelt; das Stabendmoment M_2 am Wandfuß am Rahmen (ii).



Bei weniger als vier Stäben an einem Knoten werden die nicht vorhandenen weggelassen. Bei zweiachsig gespannten Decken (mit Spannweitenverhältnissen bis 1:2) darf als Spannweite l_3 bzw. l_4 $2/3$ der kürzeren Plattenspannweite eingesetzt werden.

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Auflagertiefe $a =$	175 mm
Stützweite Decke $l_4 =$	2,87 m
Deckenstärke $h_c =$	0,16 m
lichte Geschosshöhe $h_1 =$	3,00 m
lichte Geschosshöhe $h_{1,2} =$	3,00 m
bezogene Wandbreite $b =$	1,00 m

der Steifigkeitsfaktor des Stabes; er ist 4 bei an beiden Enden eingespannten Stäben und 3 in den anderen Fällen;

$n_{1,2} =$	4
$n_1 =$	4
$n_4 =$	4

Einwirkungen:

Rahmensystem "oben" (i)	
ständige Deckenlast $g_{4,o,k} =$	5,50 kN/m ²
Nutzlast $q_{4,o,k} =$	1,00 kN/m ²
Rahmensystem "unten" (ii)	
ständige Deckenlast $g_{4,u,k} =$	5,50 kN/m ²
Nutzlast $q_{4,u,k} =$	2,75 kN/m ²



Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW;)	=	KS L-P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St;)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St;)	=	DM
⇒ Druckfestigk. f_k =	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	5,6 N/mm ²
E_{MW} =	$1000 * f_k$	=	5600 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
E_{cm} =	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 MN/m ²

a) Ermittlung der Formelwerte

Wenn eine Decke nur über einen Teil der Wandstärke aufliegt ($a < t$), so darf die Ermittlung der Knotenmomente an einem Rahmenmodell mit einer ideellen Wanddicke $t_{cal} = a$ erfolgen.

$$t_{cal} = a * 10^{-3} = 0,175 \text{ m}$$



Stabsteifigkeiten

$c_{1,2}$ =	$n_{1,2} * E_{1,2} * I_{1,2} / h_{1,2}$	=	3,338 MNm/m
c_1 =	$n_1 * E_1 * I_1 / h_1$	=	3,338 MNm/m
c_4 =	$n_4 * E_4 * I_4 / l_4$	=	14,258 MNm/m

b) Ermittlung der charakteristischen Stabendmomente der betrachteten Wand (g+ q)

im Rahmensystem (i)

$$p_{4,o,k} = g_{4,o,k} + q_{4,o,k} = 6,50 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{Ek,1} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,o,k} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,85 \text{ kNm/m}$$

im Rahmensystem (ii)

$$p_{4,u,k} = g_{4,u,k} + q_{4,u,k} = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{Ek,2} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,u,k} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -0,90 \text{ kNm/m}$$



Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((0 + c_4) / (c_{1,2} + 0); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((0 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment

$$M_{EK,1} = \eta_i * M_{EK,1} = \underline{\underline{-0,42 \text{ kNm}}}$$

abgemindertes Fußmoment

$$M_{EK,2} = \eta_{ii} * M_{EK,2} = \underline{\underline{-0,45 \text{ kNm}}}$$

b) Ermittlung der stabendmomente im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,4} = 1,50$$

Rahmensystem "oben" (i)

$$p_{4,o,d} = \gamma_G * g_{4,o,k} + \gamma_{Q,4} * q_{4,o,k} = 8,93 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandkopf der betrachteten Wand

$$M_{Ed,1} = \frac{c_{1,2}}{c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,o,d} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,16 \text{ kNm/m}$$

Rahmensystem "unten" (ii)

$$p_{4,u,d} = \gamma_G * g_{4,u,k} + \gamma_{Q,4} * q_{4,u,k} = 11,55 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Stabendmoment am Wandfuß der betrachteten Wand

$$M_{Ed,2} = \frac{c_{1,2}}{c_1 + c_{1,2} + c_4} * \left(0 - \frac{p_{4,u,d} * l_4^2}{4 * (n_4 - 1)} \right) = -1,26 \text{ kNm/m}$$

Abminderungsfaktor

$$k_{m,i} = \text{MIN}((0 + c_4) / (c_{1,2} + 0); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_i = \text{MAX}(1 - k_{m,i} / 4; 0,5) = 0,50$$

$$k_{m,ii} = \text{MIN}((0 + c_4) / (c_1 + c_{1,2}); 2,0) = 2,0$$

$$\eta_{ii} = \text{MAX}(1 - k_{m,ii} / 4; 0,5) = 0,50$$

abgemindertes Kopfmoment

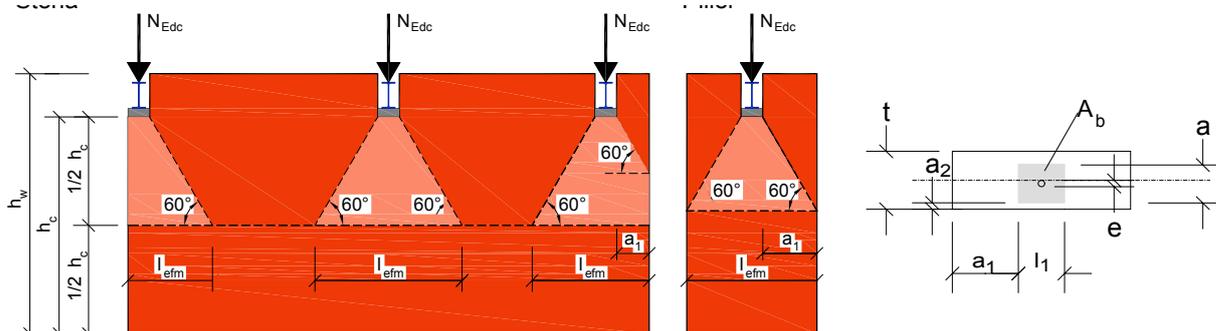
$$M_{Ed,1} = \eta_i * M_{Ed,1} = \underline{\underline{-0,58 \text{ kNm}}}$$

abgemindertes Fußmoment

$$M_{Ed,2} = \eta_{ii} * M_{Ed,2} = \underline{\underline{-0,63 \text{ kNm}}}$$

Wände mit Teilflächenlasten

DIN EN 1996-1-1:2013-02 - 6.1.3



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Wandhöhe $h_c =$	1,60 m
wirksame Basis $l_{efm} =$	1,60 m
Länge Belastungsfläche $l_1 =$	120 mm
Breite Belastungsfläche $a =$	125 mm
Randabstand $a_1 =$	430 mm
Randabstand $a_2 =$	0 mm

Einwirkungen:

Normalkraft Wandkopf $N_{Ed} =$	21,27 kN
---------------------------------	----------

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st; mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk"; sfk; st=St)	=	6,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk"; mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk"; fk; mw=MW; st=St; sfk=FK; mö=Mö;)	=	4,1 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	2,32 N/mm ²

Überprüfung der Lastausmitte, gemessen von der Schwerachse der Wand

$e =$	$t / 2 - (a_2 + a / 2)$	=	25 mm
-------	-------------------------	---	-------

$$(a_2 + a) / t = 0,71 \leq 1$$

$$e / (t / 4) = 0,57 \leq 1$$

Nachweis

wirksame Wandfläche		
$A_{ef} =$	$l_{efm} * t * 10^{-3}$	= 0,280 m ²

Belastungsfläche		
$A_b =$	$l_1 * a * 10^{-6}$	= 0,015 m ²

Erhöhungsfaktor bei Teilflächenlasten

$\beta =$	$\text{MAX}((1+0,3*a_1*10^{-3}/h_c)*(1,5-1,1*\text{MIN}(A_b/A_{ef};0,45));1)$	=	1,56
-----------	---	---	------

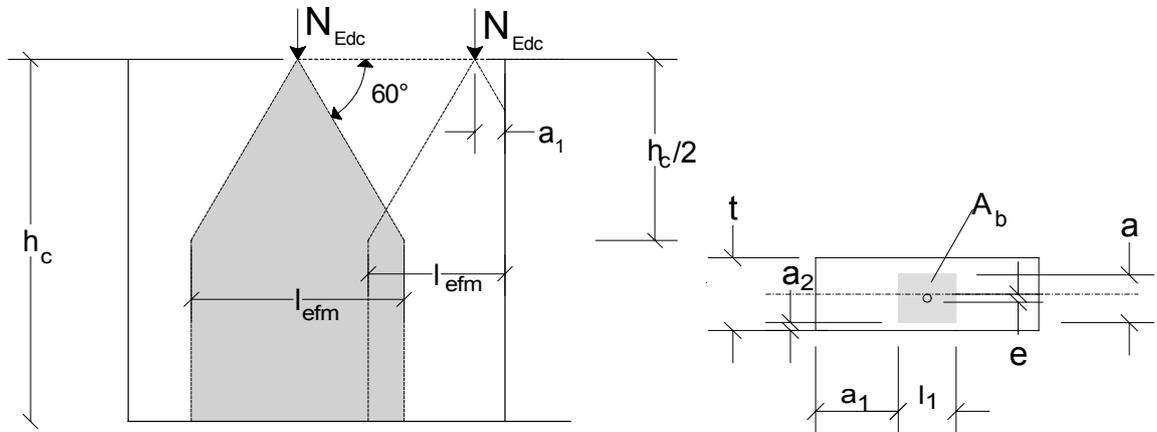
$\beta =$	$\text{MIN}(\beta; 1,25+a_1*10^{-3}/(2 * h_c); 1,5)$	=	1,38
-----------	--	---	------

$N_{Rdc} =$	$\beta * A_b * f_d * 10^3$	=	48,0 kN
-------------	----------------------------	---	---------

N_{Ed} / N_{Rdc}		=	<u>0,44</u> ≤ 1
--------------------	--	---	----------------------

Wände mit Teilflächenlasten (nach NCI)

DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 - NCI zu 6.1.3

 Für Mauersteine nach NCI 3.1.1, Absatz (NA.5) bei einer randnahen Einzellast ($a_1 \leq 3 \cdot l_1$)


Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
wirksame Basis $l_{efm} =$	0,87 m
Länge Belastungsfläche $l_1 =$	120 mm
Breite Belastungsfläche $a =$	125 mm
Randabstand $a_1 =$	430 mm
Randabstand $a_2 =$	0 mm

Einwirkungen:

Normalkraft Wandkopf $N_{Ed} =$	21,27 kN
---------------------------------	----------

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	6,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö;)	=	4,1 N/mm ²
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta \cdot f_k / \gamma_M$	=	2,32 N/mm ²

Überprüfung der Bedingungen für die Anwendung

Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Belastungsfläche



$$A_b = l_1 \cdot a \cdot 10^{-6} = 0,015 \text{ m}^2$$
$$A_b / (2 \cdot (t \cdot 10^{-3})^2) = 0,24 \leq 1$$

Lastausmitte, gemessen von der Schwerachse der Wand

$$e = t / 2 - (a_2 + a / 2) = 25 \text{ mm}$$

$$(a_2 + a) / t = 0,71 \leq 1$$

$$e / (t/6) = 0,86 \leq 1$$

Nachweis

wirksame Wandfläche

$$A_{ef} = l_{efm} \cdot t \cdot 10^{-3} = 0,152 \text{ m}^2$$

Erhöhungsfaktor

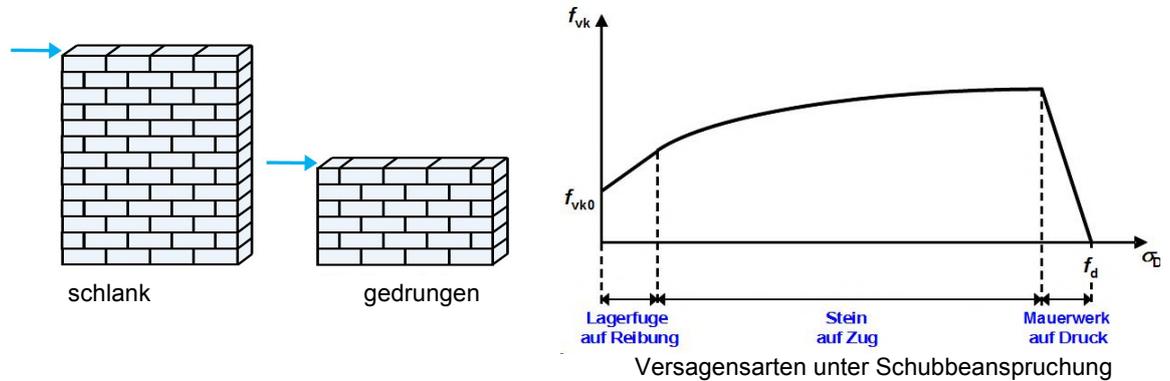
$$\beta = \text{WENN}(A_b / (2 \cdot (t \cdot 10^{-3})^2) \leq 1 \text{ UND } e / (t/6) < 1; \text{MIN}(1 + 0,1 \cdot a_1 / l_1; 1,5)) = 1,36$$

$$N_{Rdc} = \beta \cdot A_b \cdot f_d \cdot 10^3 = 47,3 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} / N_{Rdc} = 0,45 \leq 1$$

Quertragfähigkeit bei Scheibenschub

Nachweise (Scheibenschub) nach dem genaueren Verfahren nach DIN EN 1996-1-1 / NA



Abmessungen:

Wanddicke $t =$		240 mm
Wandlänge $l =$		5,24 m
lichte Geschosshöhe $h =$		2,60 m
Stoßfuge vermörtelt $S_f =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Nein
Windbeanspruchung $W_i =$	GEW("EC6_de/JN";jn;)	= Ja

Einwirkungen:

Querkraft $V_{Ed} =$	19,0 kN
Normalkraft $N_{Ed,o} =$	745,0 kN
Ausmitte Normalkraft $e_o =$	0,10 m
Moment $M_{Ed,u} =$	623,0 kNm

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS P
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Steinart SA =	GEW("EC6_de/fbtcal"; SA;)	=	VL
Hohlblockstein = HB; Hochlochsteine und Steine mit Grifföchern oder Griffaschen = HL; Vollsteine ohne Grifföcher oder Griffaschen= VL			
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	7,0 N/mm ²
$f_{st} =$	TAB("EC6_de/fst"; fst; sfk=FK)	=	15,0 N/mm ²

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$	0,85
$\gamma_M =$	1,50

Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand

$A =$	$l * t * 10^{-3}$	=	1,258 m ²
faktor =	WENN(A/0,1<0,1;0,7+3*A;1)	=	1,0
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M * faktor$	=	3,97 N/mm²



Vorwerte

Bei geringen Auflasten ist am Wandfuß Reibungsversagen ($V_{Rdl,R}$) möglich. Die charakteristische Haftscherfestigkeit f_{vk0} darf bei Mauerwerksverbänden ohne Vermörtelung der Stoßfugen nur zu 50% in Ansatz gebracht werden.

Rechnerische Wandlänge l_{cal} :

Exzentrizität der einwirkenden Normalkraft in Wandlängsrichtung

$$e_w = M_{Ed,u} / N_{Ed,o} = 0,836 \text{ m}$$

für die Berechnung anzusetzende überdrückte Länge der Wandscheibe

$$l_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * (1 - 2 * (e_w + e_o) / l) * l; l) = 5,05 \text{ m}$$

$$l_{cal} = \text{WENN}(Wi = "Ja"; \text{MIN}(1,125 * l; 1,333 * l_{c,lin}); l_{c,lin}) = 5,89 \text{ m}$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit f_{vd}

$$f_{vk0} = \text{TAB}("EC6_de/fvk0"; fvk0; m\ddot{o} = M\ddot{o}) = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der zugehörigen Druckspannung für Rechteckquerschnitte

$$\sigma_{Dd} = N_{Ed,o} / (l_{c,lin} * t) = 0,615 \text{ N/mm}^2$$

Schubspannungsverteilungsfaktor c

$$c = \text{WENN}(h/l \geq 2; 1,5; \text{WENN}(h/l \leq 1; 1; h/l * 0,5 + 0,5; 1)) = 1,0$$

Reibungsversagen am Wandfuß



Steinzugversagen am Wandfuß

rechnerische Steinzugfestigkeit

$$f_{bt,cal} = f_{st} * \text{TAB}("EC6_de/fbtcal"; vf; SA = SA;) = 0,48 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vlt2} = 0,45 * f_{bt,cal} * \sqrt{1 + \frac{\sigma_{Dd}}{f_{bt,cal}}} = 0,33 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{vd2} = f_{vlt2} / \gamma_M = 0,220 \text{ N/mm}^2$$

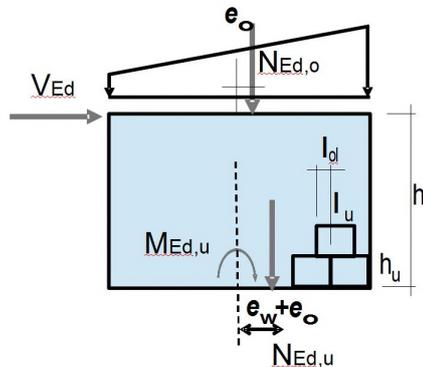
Tragwiderstand:

$$V_{Rdl,S} = l_{cal} * f_{vd2} * t / c = 311,0 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} / V_{Rdl,S} = \underline{\underline{0,06 \leq 1}}$$

Schubdruck- / Steindruckversagen am Wandfuß

Der Nachweis gegen Steindruckversagen ($V_{Rdt,D}$) ist nur für Elementmauerwerk mit Dünnbettmörtel und Überbindemaßen $< 40\%$ der Steinhöhe notwendig ($l_{ol} < 0,4 \cdot h_u$). Eine Einwirkungskombination mit maximaler Normalkraft am Wandfuß könnte zum Steindruckversagen führen.



Weitere Eingaben notwendig:

$$N_{Ed,max} = 1173,0 \text{ kN}$$

$$\text{Überbindemaß } (l_{ol} / h_u) \ddot{u} = 0,40$$

$$e_{u,Ned,max} = M_{Ed,u} / N_{Ed,max} = 0,53 \text{ m}$$

überdrückte Länge (Kragarmmodell):

$$l_c = \text{MIN}((1-2 \cdot e_{u,Ned,max} / l) \cdot l; l) = 4,18 \text{ m}$$

Tragwiderstand:

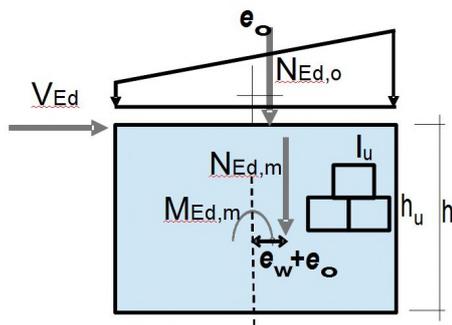
$$V_{Rdt,D} = 1 / (\gamma_M \cdot c) \cdot (f_k \cdot t \cdot l_c - N_{Ed,max} \cdot \gamma_M) \cdot \ddot{u} = 1403,4 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} / V_{Rdt,D} = \underline{\underline{0,01 \leq 1}}$$

Fugensversagen in halber Wandhöhe

Sollten beim praktisch seltenen Fall die Steine vertikal vermauert und dabei die Stoßfugen unvermörtelt bleiben, kann Fugensversagen ($V_{Rdt,K}$) in halber Wandhöhe bei minimaler Auflast zum „Verkippen“ der Steine führen.

⇒ d.h. Nachweis nur bei Elementmauerwerk mit außergewöhnlichem Steinformat $h_u > l_u$ und unvermörtelten Stoßfugen



Weitere Eingaben notwendig:

$$\text{Höhe und Länge des Elementes}$$

$$l_u = 0,248 \text{ m}$$

$$h_u = 0,365 \text{ m}$$

$$N_{Ed,m,min} = 708,0 \text{ kN}$$

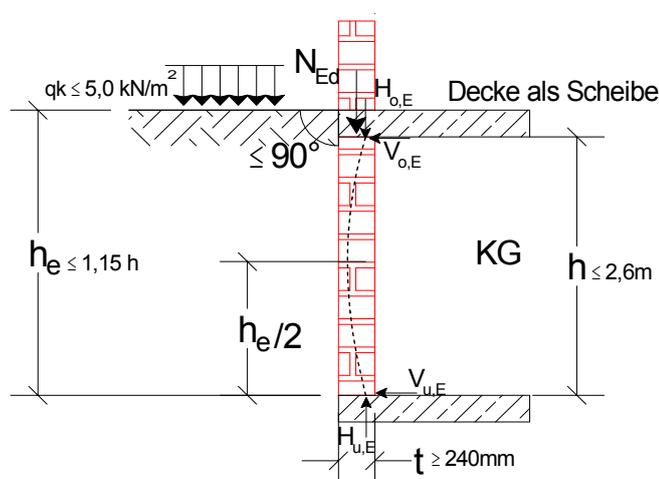
Tragwiderstand:

$$V_{Rdt,K} = 1 / \gamma_M \cdot 2/3 \cdot (l_u / h_u + l_u / h) \cdot N_{Ed,m,min} = 243,8 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} / V_{Rdt,K} = \underline{\underline{0,08 \leq 1}}$$

Kellerwand

genauerer Nachweis nach DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 – NCI zu 6.3.4



Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:

- Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als 5 kN/m^2
- keine ansteigende Geländeoberfläche
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche nicht mehr als $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	365 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,57 m
Anschüthöhe $h_e =$	2,75 m
Wichte der Anschüttung $\rho_e =$	18,00 kN/m^3
horiz. Abst. aussteifender Querw. $b =$	2,80 m

Einwirkungen:

Wandnormalkraft am Wandkopf	
ständig $n_{gk} =$	31,90 kN/m
Nutzlast $n_{qk} =$	7,60 kN/m
Wandgewicht $g_{wk} =$	1,75 kN/m^2
Erddruckbeiwert $k_i =$	0,420

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	2,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	DM
Stoßfuge vermörtelt Sf =	GEW("EC6_de/JN";jn;)	=	Nein
Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	1,8 N/mm^2
Bemessungswerte des Widerstandes			
$\zeta =$			0,85
$\gamma_M =$			1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,02 N/mm^2



Überprüfung der Voraussetzungen zur Anwendung

gemäß DIN EN 1996-1-1/NA:2012-05 - NCI zu 6.3.4:



Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Bogenschub)

unterer Grenzwert:

$$n_{1,lim,d} = \frac{k_i \cdot \rho_e \cdot h \cdot h_e^2}{7,8 \cdot t} \cdot 10^3 = 51,61 \text{ kN/m}$$

$$n_i = n_{1,lim,d} \cdot (b / (2 \cdot h)) = 28,11 \text{ kN/m}$$

$$n_{1,lim,d} = \text{WENN}(b \leq h; 0,5 \cdot n_{1,lim,d}; \text{WENN}(b \geq 2 \cdot h; n_{1,lim,d}; n_i)) = 28,11 \text{ kN/m}$$

oberer Grenzwert:

$$n_{1,Rd} = 0,33 \cdot t \cdot f_d = 122,86 \text{ kN/m}$$

$$n_{1,Ed,sup} / n_{1,Rd} = \underline{0,47 \leq 1}$$

$$n_{1,lim,d} / n_{1,d,inf} = \underline{0,82 \leq 1}$$

Querkraftnachweis

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit in Plattenrichtung wird am Wandfuß und Wandkopf für die Bemessungswerte der Querkraft unter minimaler Auflast geführt.

Erddruck am Wandkopf

$$e_{o,ag} = \text{WENN}(h_e \geq h; k_i \cdot \rho_e \cdot (h_e - h); 0) = 1,36 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{o,aq} = k_i \cdot 5,0 = 2,10 \text{ kN/m}^2$$

Erddruck am Wandfuß

$$e_{u,ag} = k_i \cdot \rho_e \cdot h_e = 20,79 \text{ kN/m}^2$$

$$e_{u,aq} = e_{o,aq} = 2,10 \text{ kN/m}^2$$

Bemessungswerte der Querkraft am Wandkopf / Wandfuß

$$V_{o,ed} = (1,35 \cdot (2 \cdot e_{o,ag} + e_{u,ag}) \cdot h/6 + 1,5 \cdot e_{o,aq} \cdot h/2) = 17,64 \text{ kN/m}$$

$$V_{u,ed} = (1,35 \cdot (e_{o,ag} + 2 \cdot e_{u,ag}) \cdot h/6 + 1,5 \cdot e_{u,aq} \cdot h/2) = 28,88 \text{ kN/m}$$

$$V_{o,ed} = (1,35 \cdot (2 \cdot e_{o,ag} + e_{u,ag}) \cdot h/6 + 1,5 \cdot e_{o,aq} \cdot h/2) \cdot b = 49,40 \text{ kN}$$

$$V_{u,ed} = (1,35 \cdot (e_{o,ag} + 2 \cdot e_{u,ag}) \cdot h/6 + 1,5 \cdot e_{u,aq} \cdot h/2) \cdot b = 80,86 \text{ kN}$$

Evtl. Abminderung infolge zwei axialen Lastabtrags

$$V_{o,ed} = \text{WENN}(b \leq 2 \cdot h; V_{o,ed} \cdot (b/(2 \cdot h)); V_{o,ed}) = 26,91 \text{ kN}$$

$$V_{u,ed} = \text{WENN}(b \leq 2 \cdot h; V_{u,ed} \cdot (b/(2 \cdot h)); V_{u,ed}) = 44,05 \text{ kN}$$

Normalkraft am Wandkopf / Wandfuß

$$N_{o,Ed,min} = 1,0 \cdot n_{gk} \cdot b = 89,32 \text{ kN}$$

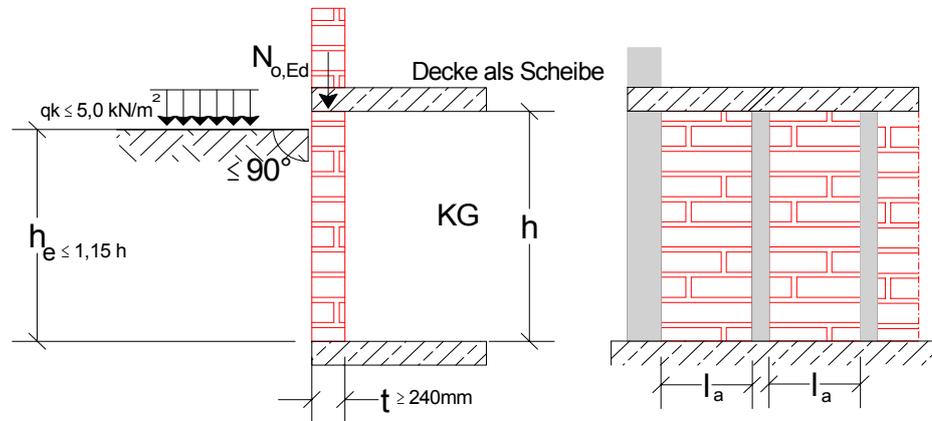
$$N_{u,Ed,min} = 1,0 \cdot (n_{gk} + g_{wk} \cdot h) \cdot b = 101,91 \text{ kN}$$



Abgeminderte Haftscherfestigkeit		
$f_{vk0} =$	TAB("EC6_de/fvk0";fvk0; mö=Mö)	= 0,22 N/mm ²
überdrückte Querschnittsfläche ($t / 10$)		
$A =$	$b * t * 10^{-3} / 10$	= 0,102 m ²
Bemessungswert der Druckspannung am Wandkopf / Wandfuß		
$\sigma_{o,Dd} =$	$N_{o,Ed,min} * 10^{-3} / A$	= 0,876 N/mm ²
$\sigma_{u,Dd} =$	$N_{u,Ed,min} * 10^{-3} / A$	= 0,999 N/mm ²
Charakteristische Schubfestigkeit am Wandkopf / Wandfuß		
$f_{vlt1,o} =$	WENN(Sf="Ja"; $f_{vk0} + 0,6 * \sigma_{o,Dd}$; $2/3 * f_{vk0} + 0,6 * \sigma_{o,Dd}$)	= 0,672 N/mm ²
$f_{vlt1,u} =$	WENN(Sf="Ja"; $f_{vk0} + 0,6 * \sigma_{u,Dd}$; $2/3 * f_{vk0} + 0,6 * \sigma_{u,Dd}$)	= 0,746 N/mm ²
Bemessungswert der Schubfestigkeit am Wandkopf / Wandfuß		
$f_{vd,o} =$	$f_{vlt1,o} / \gamma_M$	= 0,448 N/mm ²
$f_{vd,u} =$	$f_{vlt1,u} / \gamma_M$	= 0,497 N/mm ²
anzusetzende überdrückte Dicke der Wand		
$t_{c,lin} =$	MIN($3/2 * t / 10$; t)	= 55 mm
Rechnerische Wanddicke am Wandkopf / Wandfuß		
$t_{cal,o} =$	MIN($t_{c,lin}$; t)	= 55 mm
$t_{cal,u} =$	MIN($1,25 * t_{c,lin}$; t)	= 69 mm
Schubspannungsverteilungsfaktor c		
$c =$		1,5
Quertragfähigkeit in Plattenrichtung am Wandkopf / -fuß		
$V_{Rdt,o} =$	$f_{vd,o} * t_{cal,o} * b / c$	= 46,0 kN
$V_{Rdt,u} =$	$f_{vd,u} * t_{cal,u} * b / c$	= 64,0 kN
$V_{o,ed} / V_{Rdt,o}$		= <u>0,58 ≤ 1</u>
$V_{u,ed} / V_{Rdt,u}$		= <u>0,69 ≤ 1</u>

Kellerwand mit vertikalen Aussteifungsbalken

Nachweis der einachsigen gespannten Kelleraußenwand zwischen den Aussteifungsbalken nach DIN EN 1996-1-1:2010-12; geringe Auflast; Stoßfugen vermörtelt!



Folgende Bedingungen sind zudem erfüllt:

- Kellerdecke mit Scheibenwirkung; sie muss die aus dem Erddruck entstehenden Kräfte aufnehmen können
- Verkehrslast auf der Geländeoberfläche im Einflussbereich des Erddrucks nicht mehr als $q_k = 5 \text{ kN/m}^2$
- keine ansteigende Geländeoberfläche

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	300 mm
lichte Geschosshöhe $h =$	2,57 m
Anschütthöhe $h_e =$	2,75 m
Wichte der Anschüttung $\rho_e =$	18,00 kN/m ³
horiz. Abst. aussteifender Stützen $l_a =$	1,00 m

Einwirkungen:

ständig $n_{gk} =$	8,88 kN/m
Nutzlast $n_{qk} =$	2,25 kN/m
Wandgewicht $g_{wk} =$	3,80 kN/m
Erddruckbeiwert $k_i =$	0,333

Baustoffe:

MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	Porenbeton
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st; mw=MW)	=	PP. PPE
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk"; sfk; st=St)	=	2,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk"; mö; st=St)	=	DM

Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk"; fk; mw=MW; st=St; sfk=FK; mö=Mö)	=	1,8 N/mm ²
-----------------------	---	---	-----------------------

Bemessungswerte des Widerstandes

$\zeta =$		=	0,85
$\gamma_M =$		=	1,50
$f_d =$	$\zeta * f_k / \gamma_M$	=	1,02 N/mm ²

Lastermittlung

Erddruck am Wandkopf		
$e_{o,ag} =$	WENN($h_e \geq h; k_i * \rho_e * (h_e - h); 0$)	= 1,08 kN/m ²
$e_{o,aq} =$	$k_i * 5,0$	= 1,67 kN/m ²
Erddruck am Wandfuß		
$e_{u,ag} =$	$k_i * \rho_e * h_e$	= 16,48 kN/m ²
$e_{u,aq} =$	$e_{o,aq}$	= 1,67 kN/m ²



Schnittgrößen

Es wird davon ausgegangen, dass sich zwischen den Aussteifungsbalken ein waagerechter Bogen mit dem Bogenstich r einstellen kann



Nachweis Bogenschub

Da der angesetzte Bogen sich zwischen den vertikalen Balken horizontal ausbildet, wird die Längsdruckfestigkeit des Mauerwerks benötigt!

maximaler Bemessungswert des Bogenschubs

$$N_{a,Rd} = 1,5 * 0,5 * f_d * t / 10 = 22,95 \text{ kN/m}$$

$$H_{Eud} / N_{a,Rd} = \underline{0,50 \leq 1}$$

Nachweis der Schubbeanspruchung

(Die maßgebende Nachweisstelle liegt am Wandfuß)

Bemessungswerte der Querkraft (Nachweis am Meterstreifen)

$$V_{u,ed} = v_{u,ed} * 1,0 = 12,38 \text{ kN}$$

Normalkraft

$$N_{u,Ed} = H_{Eud} * 1,0 = 11,46 \text{ kN}$$

Abgeminderte Haftscherfestigkeit

$$f_{vk0} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/fvk0";fvk0; mö=Mö}) = 0,22 \text{ N/mm}^2$$

überdrückte Querschnittsfläche ($t / 10$)

$$A = 1,0 * t * 10^{-3} / 10 = 0,030 \text{ m}^2$$

Bemessungswert der Druckspannung

$$\sigma_{u,Dd} = N_{u,Ed} * 10^{-3} / A = 0,382 \text{ N/mm}^2$$

Charakteristische Schubfestigkeit

$$f_{vlt1,u} = f_{vk0} + 0,6 * \sigma_{u,Dd} = 0,449 \text{ N/mm}^2$$

Bemessungswert der Schubfestigkeit

$$f_{vd,u} = f_{vlt1,u} / \gamma_M = 0,299 \text{ N/mm}^2$$

anzusetzende überdrückte Dicke der Wand

$$t_{c,lin} = \text{MIN}(3/2 * t / 10; t) = 45 \text{ mm}$$

Rechnerische Wanddicke

$$t_{cal,u} = \text{MIN}(1,25 * t_{c,lin}; t) = 56 \text{ mm}$$

Schubspannungsverteilungsfaktor c

$$c = 1,5$$

Querkrafttragfähigkeit in Plattenrichtung am Wandfuß

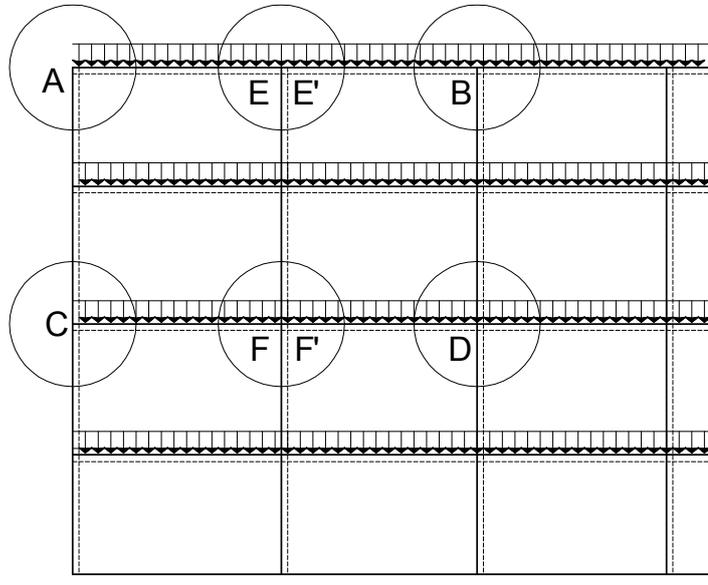
$$V_{Rdt,u} = f_{vd,u} * t_{cal,u} * 1,0 / c = 11,16 \text{ kN}$$

$$V_{u,ed} / V_{Rdt,u} = \underline{1,11 \leq 1}$$

Kapitel Wand-Decken-Knoten

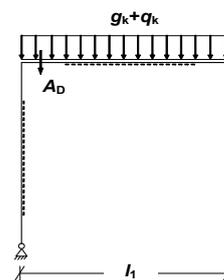
VCmaster-WIKI - Wand-Decken-Knoten

Hinweis: **Dieses Wiki mit seinen Verlinkungen "öffnen" kann nur in VCmaster interaktiv genutzt werden.**



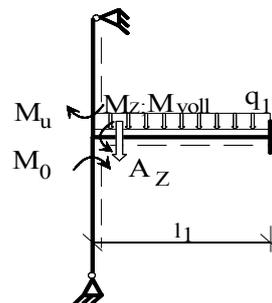
Außenwandknoten Dachdecke (Typ A)

[öffnen](#)



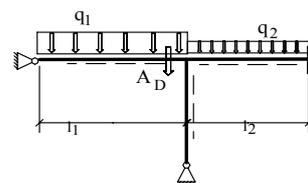
Außenwandknoten Dachdecke (Typ C)

[öffnen](#)



Innenwandknoten (Typ E)

[öffnen](#)

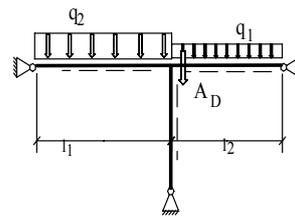


rechtes Lager fest



Innenwandknoten (Typ E')

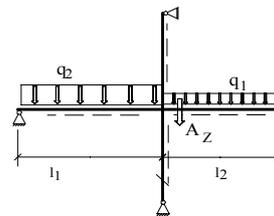
[öffnen](#)



alle Lager gelenkig

Innenwandknoten (Typ F)

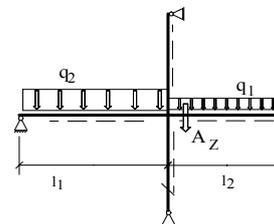
[öffnen](#)



rechtes Lager fest

Innenwandknoten (Typ F')

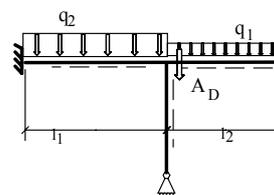
[öffnen](#)



alle Lager gelenkig

Innenwandknoten (Typ B)

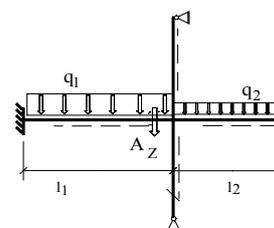
[öffnen](#)



beidseitig eingespannt

Innenwandknoten (Typ D)

[öffnen](#)



rechts und links eingespannt

Knoten mit Kragplatte DG

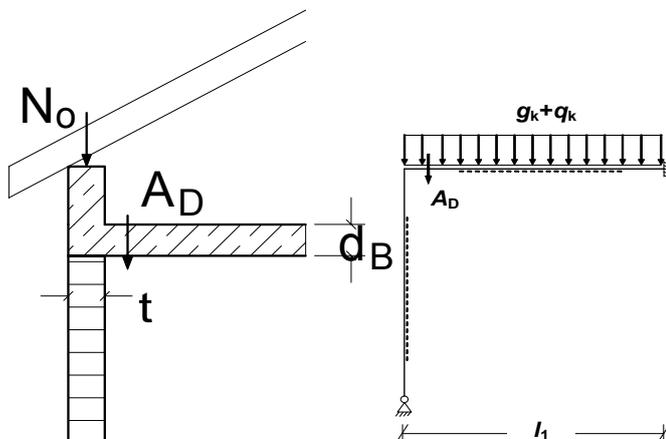
[öffnen](#)

Knoten mit Kragplatte

[öffnen](#)

Außenwandknoten Dachdecke (Typ A)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Geschosshöhe $h =$	2,75 m
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Betondecke			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 MN/m ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,D} =$	10,00 kN/m
$A_{Qk,D} =$	5,00 kN/m
Lasten am Wandkopf	
$N_{Gk,0} =$	7,00 kN/m
$N_{Qk,0} =$	3,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

charakteristischer Wert der Normalkraft:

$$N_{Ek} = N_{GK,0} + A_{GK,D} + A_{QK,D} = 22,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

Bemessungsmoment am Wandkopf (bereits mit 2/3 abgemindert)

$$\text{Wandkopf } M_{o,k} = \frac{(g_k + q_k) \cdot \frac{l_1^2}{12} \cdot \frac{4}{3}}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1} = \underline{\underline{3,00 \text{ kNm/m}}}$$



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$g_d = \gamma_G \cdot g_k = 6,75 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = \gamma_{Q, \text{re}} \cdot q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{D,d} = \gamma_G \cdot A_{GK,D} + \gamma_{Q, \text{re}} \cdot A_{QK,D} = 21,00 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = \gamma_G \cdot N_{GK,0} + \gamma_{Q,0} \cdot N_{QK,0} + A_{D,d} = 30,45 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf (bereits mit 2/3 abgemindert)

$$\text{Wandkopf } M_{o,d} = \frac{(g_d + q_d) \cdot \frac{l_1^2}{12} \cdot \frac{4}{3}}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1} = \underline{\underline{4,18 \text{ kNm/m}}}$$

$$e_{o,d} = M_{o,d} / N_{Ed} = 0,137 \text{ m}$$

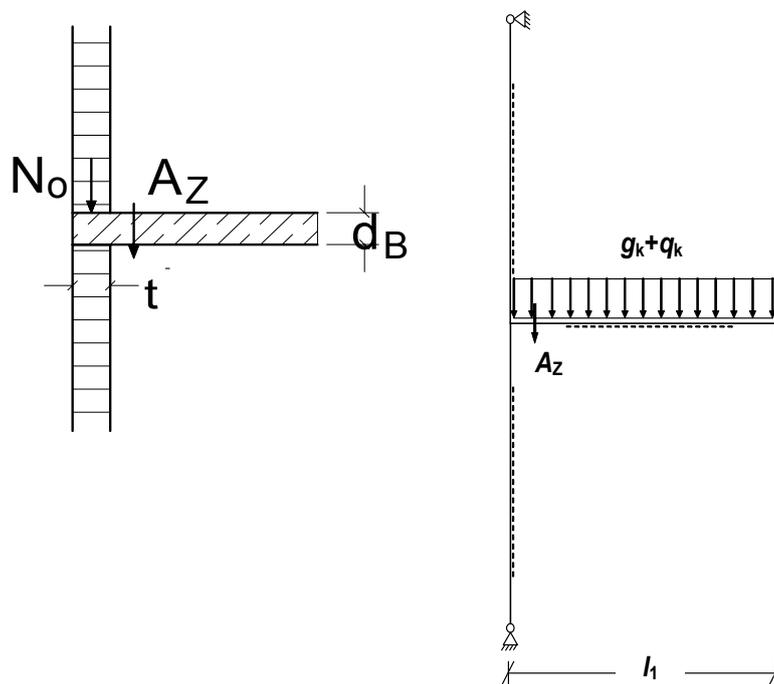
Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{\text{max}} = t/3 \cdot 10^{-3} = 0,058 \text{ m}$$

$$e_{d,o} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\text{max}}; e_{o,d}; e_{\text{max}}) = \underline{\underline{0,058 \text{ m}}}$$

Außenwandknoten Dachdecke (Typ C)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Geschosshöhe $h =$	2,75 m
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	1000 * f_k	=	5000 N/mm ²
Betondecke			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 MN/m ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	4,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,Z} =$	10,00 kN/m
$A_{Qk,Z} =$	5,00 kN/m
Lasten Wand	
$N_{Gk,o} =$	53,00 kN/m
$N_{Qk,o} =$	27,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

charakteristischer Wert der Normalkraft:

Wandfuß:

$$N_{Ek, fu\beta} = N_{Gk, o} = 53,00 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ek, kopf} = N_{Gk, o} + A_{Gk, Z} + A_{Qk, Z} = 68,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

Bemessungsmoment am Wandkopf (bereits mit 2/3 abgemindert)

$$\text{Wandmomente } o \text{ und } u \text{ } M_k = \frac{\frac{1}{2} \cdot (g_k + q_k) \cdot \frac{l_1^2}{12} \cdot \frac{4}{3}}{2 + k_1} = 2,26 \text{ kNm/m}$$



Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,o} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,re} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$g_d = \gamma_G \cdot g_k = 5,40 \text{ kN/m}^2$$

$$q_d = \gamma_{Q,re} \cdot q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{Z,d} = \gamma_G \cdot A_{GK,Z} + \gamma_{Q,re} \cdot A_{QK,Z} = 21,00 \text{ kN/m}$$

Wandfuß:

$$N_{Ed,fuß} = \gamma_G \cdot N_{GK,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{QK,o} = 112,05 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ed,kopf} = \gamma_G \cdot N_{GK,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{QK,o} + A_{Z,d} = 133,05 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf (bereits mit 2/3 abgemindert)

$$M_d = \frac{\frac{1}{2} \cdot (g_d + q_d) \cdot \frac{l_1^2}{12} \cdot \frac{4}{3}}{2 + k_1} = \underline{\underline{3,17 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



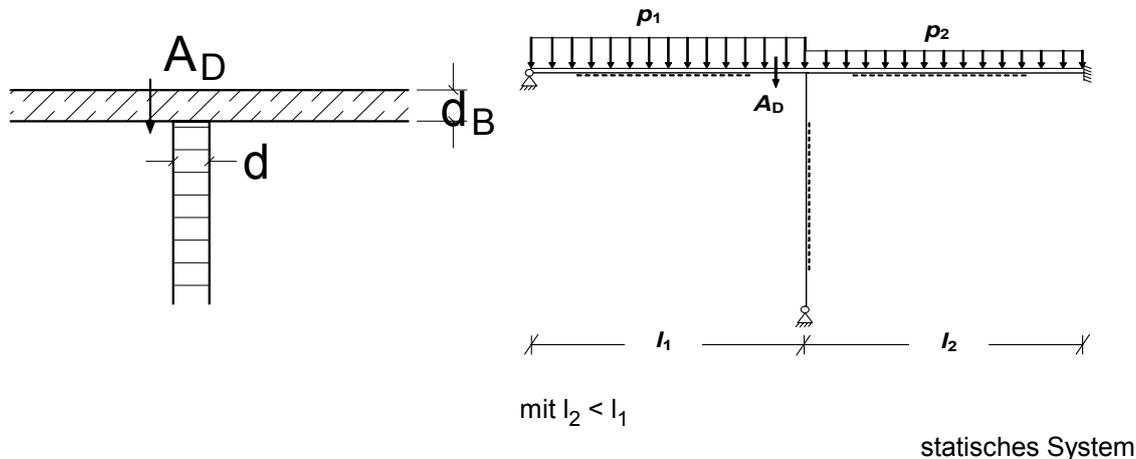
Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{u,d} = \text{WENN}(e_{u,k} \leq e_{\max}; e_{u,d}; e_{\max}) = \underline{\underline{0,028 \text{ m}}}$$

$$e_{d,o} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\max}; e_{o,d}; e_{\max}) = \underline{\underline{0,024 \text{ m}}}$$

Innenwandknoten Dachdecke (Typ E)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,D} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,D} =$	9,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

charakteristischer Wert der Normalkraft:

$$N_{Ek} = A_{Gk,D} + A_{Qk,D} = 37,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2 \cdot E_{cm} \cdot I_B \cdot h}{3 \cdot E_{MW} \cdot I_{MW} \cdot l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

$$p_{1,k} = g_k + q_k = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,k} = g_k + 0,5 \cdot q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = - \left(\frac{1}{8} \cdot p_{1,k} \cdot l_1^2 - \frac{1}{12} \cdot p_{2,k} \cdot l_2^2 \right) = -13,88 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_D = M_{\text{voll}} \cdot \frac{1}{1 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{l_1}{l_2} \right)} = -2,53 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M'_D = \frac{2}{3} \cdot M_D = -1,69 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,k} = -M'_D = \underline{\underline{1,69 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{D,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,D} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,D} = 51,30 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = A_{D,d} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = - \left(\frac{1}{8} \cdot p_{1,d} \cdot l_1^2 - \frac{1}{12} \cdot p_{2,d} \cdot l_2^2 \right) = -19,47 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_D = M_{\text{voll}} \cdot \frac{1}{1 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{4}{3} \cdot \frac{l_1}{l_2} \right)} = -3,55 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M'_D = \frac{2}{3} \cdot M_D = -2,37 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,d} = -M'_D = \underline{\underline{2,37 \text{ kNm/m}}}$$

$$\text{Ausmitte } e_{o,d} = \text{abs} \left(\frac{M_{o,d}}{N_{Ed}} \right) = 0,046 \text{ m}$$

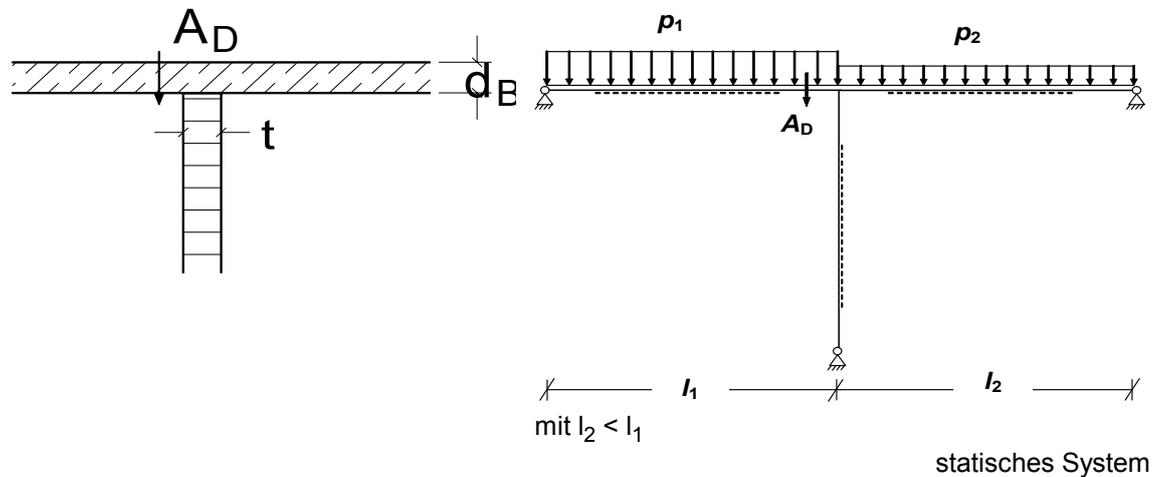
Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{\text{max}} = t/3 \cdot 10^{-3} = 0,058 \text{ m}$$

$$e_{o,d} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\text{max}}; e_{o,d}; e_{\text{max}}) = \underline{\underline{0,046 \text{ m}}}$$

Innenwandknoten Dachdecke (Typ E')

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,D} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,D} =$	9,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

charakteristischer Wert der Normalkraft:

$$N_{Ek} = A_{Gk,D} + A_{Qk,D} = 37,00 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

$$p_{1,k} = g_k + q_k = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,k} = g_k + 0,5 \cdot q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = -\frac{1}{8} \cdot (p_{1,k} \cdot l_1^2 - p_{2,k} \cdot l_2^2) = -9,88 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_D = M_{\text{voll}} \cdot \frac{1}{1 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -2,07 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M'_D = \frac{2}{3} \cdot M_D = -1,38 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,k} = -M'_D = \underline{\underline{1,38 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



Wenn der Nachweis **nicht** erfüllt ist, so sind konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung der Decken-auflagerkraft erforderlich.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{D,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,D} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,D} = 51,30 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = A_{D,d} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = \frac{1}{8} \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 - p_{2,d} \cdot l_2^2) = -13,97 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_D = M_{\text{voll}} \cdot \frac{1}{1 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -2,92 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M'_D = \frac{2}{3} \cdot M_D = -1,95 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,d} = -M'_D = \underline{\underline{1,95 \text{ kNm/m}}}$$

$$\text{Ausmitte } e_{o,d} = \text{abs} \left(\frac{M_{o,d}}{N_{Ed}} \right) = 0,038 \text{ m}$$

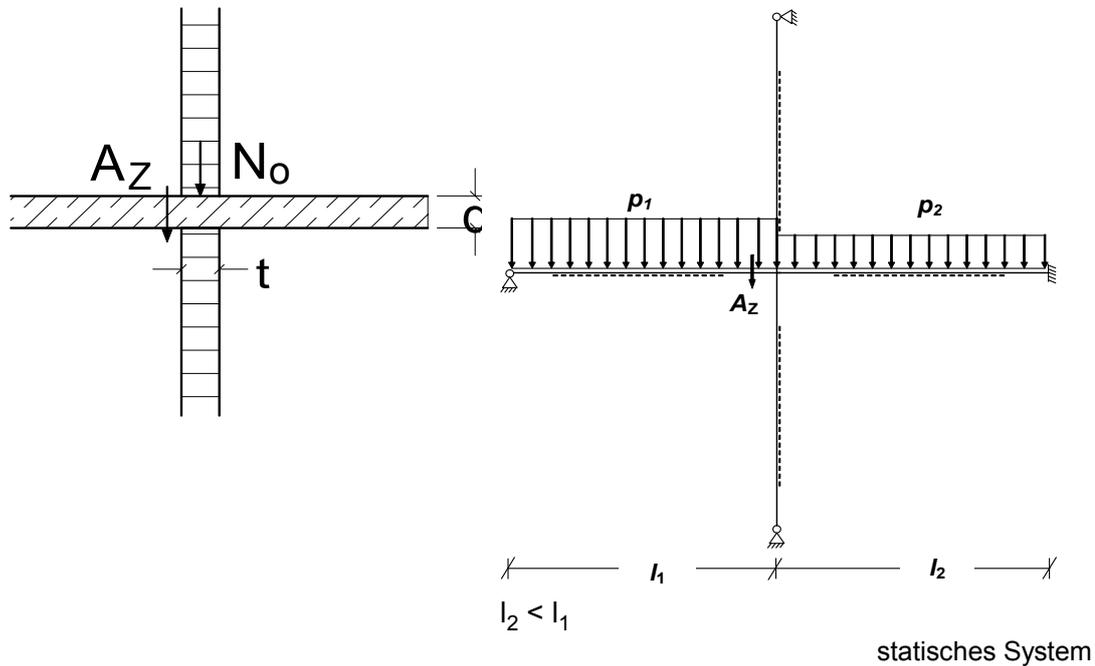
Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{\text{max}} = t/3 \cdot 10^{-3} = 0,058 \text{ m}$$

$$e_{o,d} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\text{max}}; e_{o,d}; e_{\text{max}}) = 0,038 \text{ m}$$

Innenwandknoten Zwischendecke (Typ F)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk		
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	= KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	= 12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	= NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	= 5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	1000 * f_k	= 5000 N/mm ²
Beton		
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	= C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	= 30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,Z} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,Z} =$	9,00 kN/m
aus Wand	
$N_{Gk,o} =$	108,00 kN/m
$N_{Qk,o} =$	34,00 kN/m

Auf einen expliziten Nachweis wird in diesem Beispiel verzichtet, da die Ausmitten im Regelfall kleiner als $d/3$ sind.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,o} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{Z,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,Z} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,Z} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Wandfuß:

$$N_{Ed,fuß} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} = 196,80 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ed,kopf} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} + A_{Z,d} = 248,10 \text{ kN/m}$$

Deckeneinspannmomente:

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

$$M_{voll} = - \left(\frac{1}{8} \cdot p_{1,d} \cdot l_1^2 - \frac{1}{12} \cdot p_{2,d} \cdot l_2^2 \right) = -19,47 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_Z = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + k_1 \cdot \left(\frac{3}{4} + \frac{l_1}{l_2} \right)} = -7,262 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_Z = \frac{2}{3} \cdot M_Z = -4,84 \text{ kNm/m}$$

Wandfuß

$$M_{u,d} = M_Z / 2 = \underline{\underline{-3,63 \text{ kNm/m}}}$$

Wandkopf

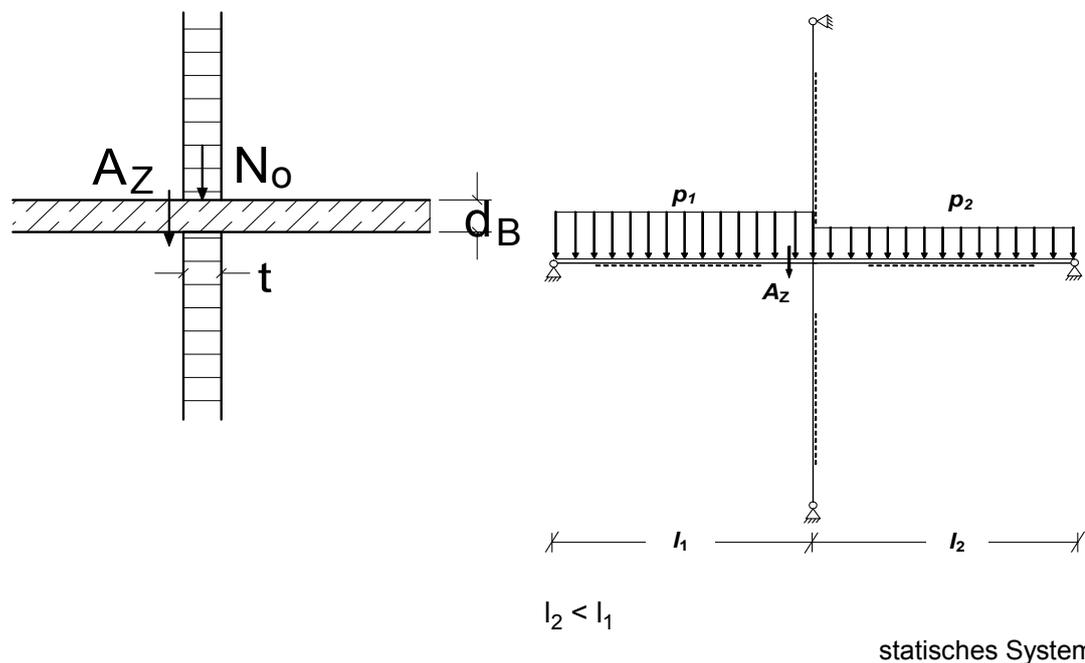
$$M_{o,d} = -M_{u,d} = \underline{\underline{3,63 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



Innenwandknoten Zwischendecke (Typ F')

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,Z} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,Z} =$	9,00 kN/m
aus Wand	
$N_{Gk,o} =$	108,00 kN/m
$N_{Qk,o} =$	34,00 kN/m

Auf einen expliziten Nachweis wird in diesem Beispiel verzichtet, da die Ausmitten im Regelfall kleiner als $d/3$ sind.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,o} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{Z,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,Z} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,Z} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Wandfuß:

$$N_{Ed,fuß} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} = 196,80 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ed,kopf} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} + A_{Z,d} = 248,10 \text{ kN/m}$$

Deckeneinspannmomente:

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2 \cdot E_{cm} \cdot I_B \cdot h}{3 \cdot E_{MW} \cdot I_{MW} \cdot l_1} = 1,681$$

$$M_{voll} = -\frac{1}{8} \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 - p_{2,d} \cdot l_2^2) = -13,97 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_z = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + \frac{3}{4} \cdot k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -5,78 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_z = \frac{2}{3} \cdot M_z = -3,85 \text{ kNm/m}$$

Wandfuß

$$M_{u,d} = M_z / 2 = \underline{\underline{-1,93 \text{ kNm/m}}}$$

Wandkopf

$$M_{o,d} = -M_{u,d} = \underline{\underline{1,93 \text{ kNm/m}}}$$



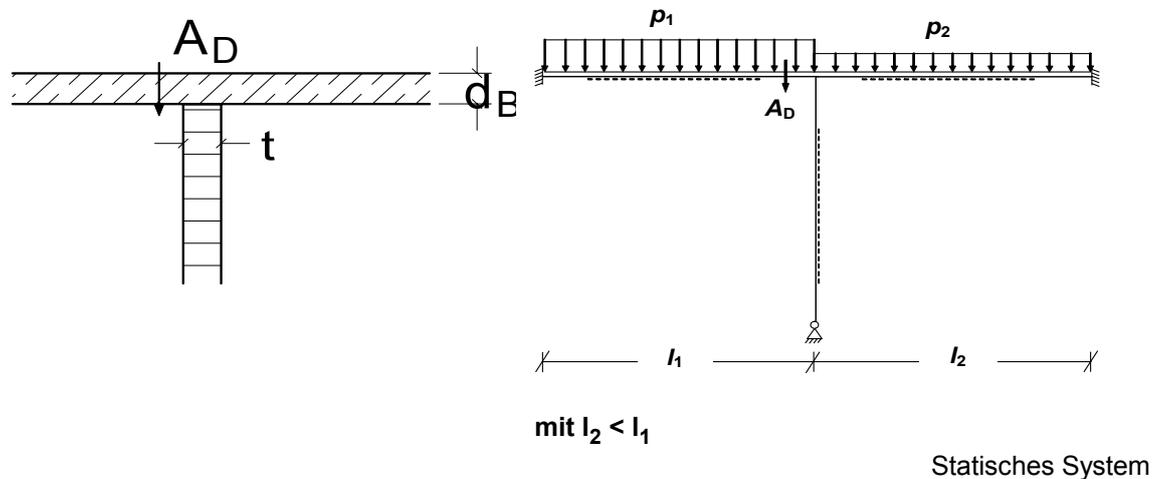
Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Innenwandknoten Zwischendecke (Typ B)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	1000 * f_k	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,D} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,D} =$	9,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

charakteristischer Wert der Normalkraft:

$$N_{Ek} = A_{Gk,D} + A_{Qk,D} = 37,0 \text{ kN/m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B \cdot h}{E_{MW} \cdot I_{MW} \cdot l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

$$p_{1,k} = g_k + q_k = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,k} = g_k + 0,5 \cdot q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Volleinspannmoment

$$M_{voll} = -\frac{1}{12} \cdot (p_{1,k} \cdot l_1^2 - p_{2,k} \cdot l_2^2) = -6,58 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M'_D = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -1,09 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_D = \frac{2}{3} \cdot M'_D = -0,73 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,k} = -M_D = \underline{\underline{0,73 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



Wenn der Nachweis **nicht** erfüllt ist, so sind konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung der Decken-auflagerkraft erforderlich.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{D,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,D} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,D} = 51,30 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = A_{D,d} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = -\frac{1}{12} \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 - p_{2,d} \cdot l_2^2) = -9,31 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M'_{D} = M_{\text{voll}} \cdot \frac{2}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -1,54 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_D = \frac{2}{3} \cdot M'_{D} = -1,03 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,d} = -M_D = \underline{\underline{1,03 \text{ kNm/m}}}$$

$$\text{Ausmitte } e_{o,d} = \text{abs}\left(\frac{M_{o,d}}{N_{Ed}}\right) = 0,020 \text{ m}$$

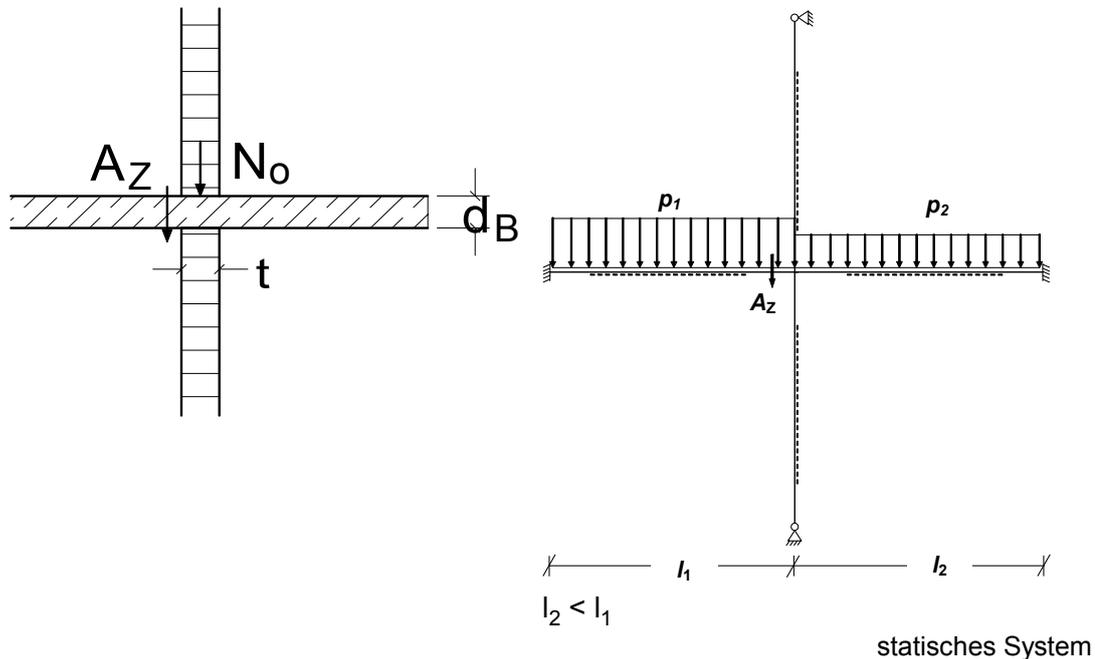
Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{\text{max}} = t/3 \cdot 10^{-3} = 0,058 \text{ m}$$

$$e_{o,d} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\text{max}}; e_{o,d}; e_{\text{max}}) = \underline{\underline{0,020 \text{ m}}}$$

Innenwandknoten Zwischendecke (Typ D)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st; mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk"; sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk"; mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,Z} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,Z} =$	9,00 kN/m
aus Wand	
$N_{Gk,o} =$	108,00 kN/m
$N_{Qk,o} =$	34,00 kN/m

Auf einen expliziten Nachweis wird in diesem Beispiel verzichtet, da die Ausmitten im Regelfall kleiner als $d/3$ sind.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,o} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{Z,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,Z} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,Z} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Wandfuß:

$$N_{Ed,fuß} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} = 196,80 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ed,kopf} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} + A_{Z,d} = 248,10 \text{ kN/m}$$

Deckeneinspannmomente:

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

Deckeneinspannmoment

$$M_{voll} = -\frac{1}{12} \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 - p_{2,d} \cdot l_2^2) = -9,313 \text{ kNm/m}$$

$$M_z = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -3,221 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_z = \frac{2}{3} \cdot M_z = -2,15 \text{ kNm/m}$$

Wandfuß

$$M_{u,d} = -M_z / 2 = \underline{\underline{1,08 \text{ kNm/m}}}$$

Wandkopf

$$M_{o,d} = -M_{u,d} = \underline{\underline{-1,08 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



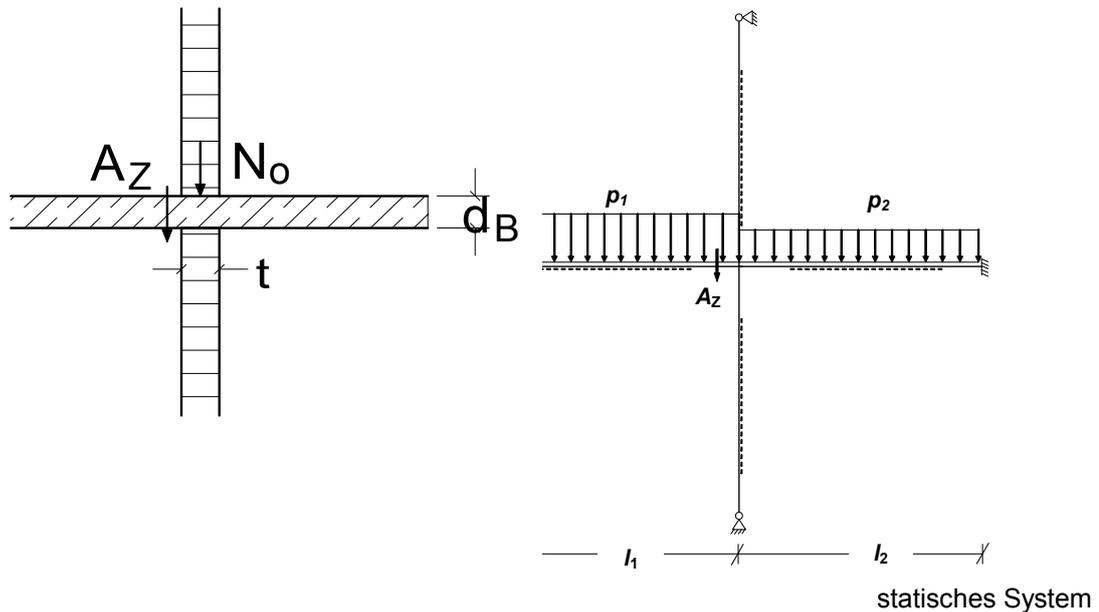
Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Knoten mit Kragplatte (Zwischendecke)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	3,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,Z} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,Z} =$	9,00 kN/m
aus Wand	
$N_{Gk,o} =$	108,00 kN/m
$N_{Qk,o} =$	34,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,o} = 1,50$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{Z,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,Z} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,Z} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Wandfuß:

$$N_{Ed,fuß} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} = 196,80 \text{ kN/m}$$

Wandkopf:

$$N_{Ed,kopf} = \gamma_G \cdot N_{Gk,o} + \gamma_{Q,o} \cdot N_{Qk,o} + A_{Z,d} = 248,10 \text{ kN/m}$$

Deckeneinspannmomente:

$$\text{Trägheitsmoment } I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Trägheitsmoment } I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$\text{Steifigkeitsbeiwert } k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

Volleinspannmoment

$$M_{voll} = -1/12 \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 + 6 \cdot p_{2,d} \cdot l_2^2) = -57,438 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M_z = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -17,720 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_z = \frac{2}{3} \cdot M_z = -11,81 \text{ kNm/m}$$

Wandfuß

$$M_{u,d} = -M_z / 2 = \underline{\underline{5,91 \text{ kNm/m}}}$$

Wandkopf

$$M_{o,d} = -M_{u,d} = \underline{\underline{-5,91 \text{ kNm/m}}}$$



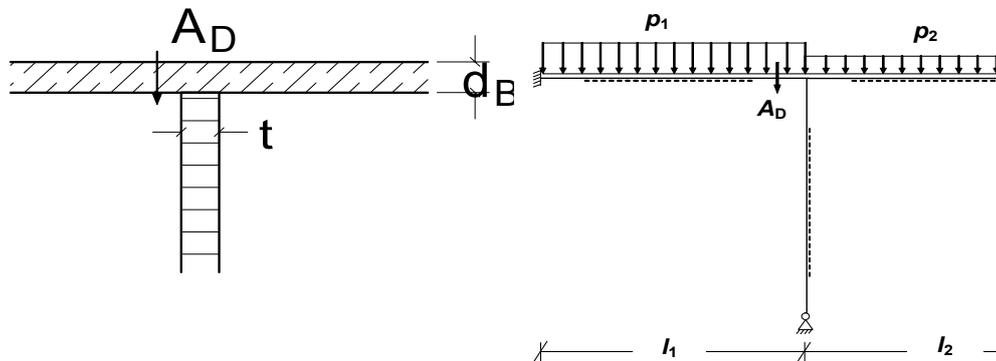
Software zur Dokumentation und Berechnung

cmaster

Urheberrechtlich geschütztes Material. Für die kostenfreie Ansicht wurde an dieser Stelle ein Bereich entfernt.

Knoten mit Kragplatte (Dachdecke)

Berechnung der Knotenmomente nach dem genaueren Verfahren



Statisches System

Abmessungen:

Wanddicke $t =$	175 mm
Deckendicke $d_B =$	160 mm
Deckenstützweite $l_1 =$	5,00 m
Deckenstützweite $l_2 =$	4,00 m
Geschosshöhe $h =$	2,75 m

Baustoffe:

Mauerwerk			
MW =	GEW("EC6_de/fk"; mw;)	=	KS
Stein St =	GEW("EC6_de/fk"; st;mw=MW)	=	KS L. KS L-R
Festigkeitskl. FK =	GEW("EC6_de/fk";sfk; st=St)	=	12,0
Mörtel Mö =	GEW("EC6_de/fk";mö; st=St)	=	NM IIa
⇒ Druckfestigk. $f_k =$	TAB("EC6_de/fk";fk;mw=MW;st=St;sfk=FK;mö=Mö)	=	5,0 N/mm ²
$E_{MW} =$	$1000 \cdot f_k$	=	5000 N/mm ²
Beton			
Beton C =	GEW("EC6_de/Beton"; Bez;)	=	C20/25
$E_{cm} =$	TAB("EC6_de/Beton"; Ecm ;Bez=C)	=	30000 N/mm ²

Einwirkungen:

ständige Deckenlast $g_k =$	5,00 kN/m ²
veränderliche Deckenlast $q_k =$	2,00 kN/m ²
Auflagerlasten aus Decke	
$A_{Gk,D} =$	28,00 kN/m
$A_{Qk,D} =$	9,00 kN/m



Kopfmoment und Lastexzentrizität unter Gebrauchslasten

$$N_{Ek} = \frac{A_{Gk,D} + A_{Qk,D}}{3} = 37,00 \text{ kN/m}$$

$$I_B = 1,0 \cdot \frac{d_B^3}{12} \cdot 10^{-3} = 341,33 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$I_{MW} = 1,0 \cdot \frac{t^3}{12} \cdot 10^{-3} = 446,61 \text{ cm}^4/\text{m}$$

$$k_1 = \frac{2}{3} \cdot \frac{E_{cm} \cdot I_B}{E_{MW} \cdot I_{MW}} \cdot \frac{h}{l_1} = 1,681$$

charakteristischer Wert des Deckeneinspannmomentes:

$$p_{1,k} = g_k + q_k = 7,00 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,k} = g_k + 0,5 \cdot q_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

Volleinspannmoment

$$M_{voll} = -1/12 \cdot (p_{1,k} \cdot l_1^2 + 6 \cdot p_{2,k} \cdot l_2^2) = -62,583 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M'_D = M_{voll} \cdot \frac{2}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -10,36 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_D = \frac{2}{3} \cdot M'_D = -6,91 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,k} = -M_D = \underline{\underline{6,91 \text{ kNm/m}}}$$

Exzentrizität:



Wenn der Nachweis **nicht** erfüllt ist, so sind konstruktive Maßnahmen zur Zentrierung der Decken-auflagerkraft erforderlich.



Kopfmoment und Lastexzentrizität im Grenzzustand der Tragfähigkeit

Eingabe der Teilsicherheitsbeiwerte:

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{Q,Decke} = 1,50$$

Bemessungswerte der Einwirkungen auf die Wand

$$p_{1,d} = \gamma_G \cdot g_k + \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 9,75 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{2,d} = \gamma_G \cdot g_k + 0,5 \cdot \gamma_{Q,Decke} \cdot q_k = 8,25 \text{ kN/m}^2$$

$$A_{D,d} = \gamma_G \cdot A_{Gk,D} + \gamma_{Q,Decke} \cdot A_{Qk,D} = 51,30 \text{ kN/m}$$

$$N_{Ed} = A_{D,d} = 51,30 \text{ kN/m}$$

Bemessungsmoment am Wandkopf

Volleinspannmoment

$$M_{\text{voll}} = -1/12 \cdot (p_{1,d} \cdot l_1^2 + 6 \cdot p_{2,d} \cdot l_2^2) = -86,313 \text{ kNm/m}$$

Deckeneinspannmoment

$$M'_D = M_{\text{voll}} \cdot \frac{2}{2 + \frac{8}{3} \cdot k_1 \cdot \left(1 + \frac{l_1}{l_2}\right)} = -14,28 \text{ kNm/m}$$

Abgemindertes Deckeneinspannmoment

$$M_D = \frac{2}{3} \cdot M'_D = -9,52 \text{ kNm/m}$$

Wandmoment am Wandkopf

$$M_{o,d} = -M_D = \underline{\underline{9,52 \text{ kNm/m}}}$$

$$\text{Ausmitte } e_{o,d} = \text{abs}\left(\frac{M_{o,d}}{N_{Ed}}\right) = 0,186 \text{ m}$$

Für den Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit wird davon ausgegangen, dass die Lastausmitte durch konstruktive Maßnahmen auf $e \leq t/3$ begrenzt wird, falls die vorhandene Ausmitte unter Gebrauchslasten $t/3$ überschreitet.

$$e_{\text{max}} = t/3 \cdot 10^{-3} = 0,058 \text{ m}$$

$$e_{o,d} = \text{WENN}(e_{o,k} \leq e_{\text{max}}; e_{o,d}; e_{\text{max}}) = \underline{\underline{0,058 \text{ m}}}$$



Kapitel Sonstige Nachweise

VCmaster-WIKI - Sonstige Nachweise für Mauerwerk

Hinweis: **Dieses Wiki mit seinen Verlinkungen "öffnen" kann nur in VCmaster interaktiv genutzt werden.**

**Vorbemessung nach DIN EN 1996-3
Anhang A**

[öffnen](#)

Ermittlung von erf. f_k anhand der Normalkraft und der Wanddicke für Innen- und Außenwände

**Ermittlung eines Trennwandzuschlages
für nicht tragende Wände nach DIN EN
1991-1-1/NA**

[öffnen](#)

Statt eines genauen Nachweises darf der Einfluss leichter unbelasteter Trennwände bis zu einer Höchstlast von 5 kN/m Wandlänge durch einen gleichmäßig verteilten Zuschlag zur Nutzlast (Trennwandzuschlag) berücksichtigt werden. Bei Nutzlasten > 5,0 kN/m² ist dieser Zuschlag nicht erforderlich. *Ausgenommen sind Wände, die parallel zu den Balken von Decken ohne ausreichende Querverteilung stehen.*

**Ermittlung eines Trennwandzuschlages
für schwere, nicht tragende Wände mit
G > 5,0 kN/m**

[öffnen](#)

**vorwiegend windbelastete,
nichttragende Ausfachungswände**

[öffnen](#)

Biegemomente aus Wind

[öffnen](#)

Die Auswirkungen der Windlasten auf Einzelwände dürfen vernachlässigt werden, wenn die Gebäudehöhen $H \leq 20$ m, die Wanddicken $t \leq 240$ mm und Geschoßhöhen $h \leq 3,0$ m sind.

**Vereinfachte Momentenermittlung (5 % -
Regel)**

[öffnen](#)

Verkehrslast auf den Geschoßdecken ≤ 5 kN/m²

Vorbemessung nach DIN EN 1996-3 Anhang A

zur schnellen Vorbemessung geeignet - das Verhältnis teilauflegend (Aussenwand) zu vollauflegend (Innenwand) beträgt dann 1,11 bzw. umgekehrt 0,90

$$N_{Ed} = 198 \text{ kN/m}$$

$$\text{Wanddicke } t = 300 \text{ mm}$$

a < t i.d.R Außenwände

$$f_{k,erf} = 3,92 * N_{Ed} / t = 2,59 \text{ N/mm}^2$$

a = t i.d.R Innenwände

$$f_{k,erf} = 3,53 * N_{Ed} / t = 2,33 \text{ N/mm}^2$$



Trennwandzuschlag für nicht tragende Wände

nach DIN EN 1991-1-1/NA

Abmessungen:

Wandhöhe $h = 2,40 \text{ m}$
Wanddicke $t = \text{GEW}(\text{"EC6_de/WD"}; d;) = 17,50 \text{ cm}$

Baustoffe:

Mauerwerk:
MW = $\text{GEW}(\text{"EC6_de/Masse"}; \text{Bez};) = \text{PBS}$
Rohdichteklasse RK = $\text{GEW}(\text{"EC6_de/Masse"}; \text{RDK}; \text{Bez}=\text{MW}) = 0,6$
Mörtel $M_{\text{Art}} = \text{GEW}(\text{"EC6_de/Masse"}; \text{Mörtel}; \text{Bez}=\text{MW}) = \text{DM}$

Putz:
Putzart Art = $\text{GEW}(\text{"EC6_de/Putz"}; \text{Putzart};) = \text{Gipsputz}$
Putzdicke $d_{\text{P}} = 1,5 \text{ cm}$
Seiten = 2

Gewicht:

Flächengewicht der Rohbauwand:
 $G_{\text{M}} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/Masse"}; \text{GM}; \text{Bez}=\text{MW}; \text{Mörtel}=\text{M}_{\text{Art}}; \text{RDK}=\text{RK}) = 7,0 \text{ kN/m}^3$
Wandgewicht $g_{\text{w}} = G_{\text{M}} * t / 100 = 1,23 \text{ kN/m}^2$

Flächengewicht des Putzes:
Flächenlast $g_{\text{P1}} = \text{TAB}(\text{"EC6_de/Putz"}; \text{g}; \text{Putzart}=\text{Art}) = 0,120 \text{ kN/m}^2$
 $g_{\text{P}} = g_{\text{P1}} * d_{\text{P}} * \text{Seiten} = 0,36 \text{ kN/m}^2$

Eigengewicht der verputzten Wand:
 $g = g_{\text{w}} + g_{\text{P}} = 1,59 \text{ kN/m}^2$
 $G = g * h = \underline{3,82 \text{ kN/m}}$

Trennwandzuschlag:

Überprüfung, ob pauschaler Trennwandzuschlag angesetzt werden darf:



Trennwandzuschlag:
 $\Delta q = \text{WENN}(G \leq 3; 0,8; \text{WENN}(G \leq 5; 1,2; 0)) = 1,20 \text{ kN/m}^2$



Trennwandzuschlag für schwere, nicht tragende Wände

mit $G > 5,0 \text{ kN/m}$ / Berechnung nach Hegger/Roeser/Gusia (Deutsches Ingenieurblatt, Heft 1-2/2006)

Nicht tragende schwere Wänden werden im Regelfall diskret in der Schnittgrößenermittlung angesetzt. Stattdessen ist aber auch der Ansatz eines pauschalen Trennwandzuschlages für schwere nicht tragende Wände möglich. Für einachsige abtragende Decken wird der Einfluss einer Deckenöffnung durch eine Treppe zusätzlich berücksichtigt (Bild 1, System B). Bei zweiachsigen abtragenden Decken wird zwischen einem allseitig gelenkig gelagertem Deckenfeld (Bild 1, System C) und einem einseitig eingespannten Deckenfeld (Endfeld; Bild 1, System D) unterschieden.

Anwendungsgrenzen

- Deckenspannweite $4,00 \leq l \leq 6,00 \text{ m}$
- Wandgewicht einschl. Putz $g_{\text{Wand}} \leq 300 \text{ kg/m}^2 = 3 \text{ kN/m}^2$
- Wandhöhe $h \leq 3,00 \text{ m}$
- Ausbaulast $g_{\text{Ausbau}} \leq 1,5 \text{ kN/m}^2$
- Nutzlast $q \leq 1,5 \text{ kN/m}^2$

Verfahren

$$\Delta q = 2 \cdot n \cdot f \cdot h \cdot g / l$$

mit:

- Δq = pauschaler Trennwandzuschlag
- n = Einflussfaktor für das statische System
- f = Faktor für das statische System
- h = Wandhöhe
- g = Wandgewicht einschließlich Putz
- l = Stützweite ($4,00 \leq l \leq 6,00 \text{ m}$)

Bild 1: Einflussfaktor n für Stellung und Anzahl der Wände

System	Wandstellung W1	Wandstellung W2	Wandstellung W3
A einachsige gespannt	 $n = 1,0$	 $n = 1,3$	 $n = 2,25$
B einachsige gespannt	 $n = 1,0$	 $n = 1,4$	 $n = 2,35$
C zweiachsige gespannt, gelenkig	 $n = 1,0$	 $n = 1,3$	 $n = 2,45$
D zweiachsige gespannt, Endfeld	 $n = 1,0$	 $n = 1,2$	

**Tabelle 1: Faktor f für das statische System**

Faktor f	Lagerung	Einspannung
1,0	einachsig gespannte Platte, gelenkig gelagert	gelenkig
1,4	zweiachsig gespannte Platte ($l_x/l_y = 1,0$), allseitig gelenkig	gelenkig
1,3	zweiachsig gespannte Platte ($l_x/l_y = 1,5$), allseitig gelenkig	gelenkig
1,6	zweiachsig gespannte Platte ($l_x/l_y = 1,0$), einseitig eingespannt	eingespannt
1,45	zweiachsig gespannte Platte ($l_x/l_y = 1,5$), einseitig eingespannt	eingespannt

Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

Wandhöhe und Eigengewicht :

Wandhöhe $h =$ 2,75 m
Flächengewicht $g_w =$ 1,97 kN/m²

Stützweiten / Lagerung (siehe Bild 1)

Stützweite $L_1 =$ 4,00 m
Stützweite $L_2 =$ 4,00 m

(Die Stützweite L_2 ist nur bei einem zweiachsigen Lastabtrag anzugeben!!)

System = GEW("EC6_de/System";S;) System A
Wand = GEW("EC6_de/System";T;) = W1

Überprüfung der Anwendungsgrenzen

Stützweiten eingehalten (4,00 £ l £ 6,00 m) ?
 $L_1 / 6 = 0,67 \leq 1$
 $4 / L_1 = 1,00 \leq 1$
Erg = WENN((System="System A")ODER(System="System B");1;2) = 1 -achsig
 $L_2 =$ WENN(Erg=1;L₁;L₂) = 4,00 m
 $L_2 / 6 = 0,67 \leq 1$
 $4 / L_2 = 1,00 \leq 1$
Wandhöhe ($h \leq 3,00$ m) ?
 $h / 3 = 0,92 \leq 1$
Wandlast ($g \leq 3$ kN/m²) ?
 $g_w / 3 = 0,66 \leq 1$

Berechnung der Faktoren n und f

Lastabtrag der Decke:
Lastabtrag = TAB("EC6_de/System";A;S=System) = einachsig
Lagerung der Decke:
Lagerung = TAB("EC6_de/System";L;S=System) = gelenkig
Wandstellung:
W = TAB("EC6_de/System";T;T=Wand) = W1
Decke mit Treppenlichtraumprofil:
Erg = TAB("EC6_de/System";W;S=System) = ohne Treppenaussparung
Einflussfaktor n nach Bild 1:
n = TAB("EC6_de/Faktor";n;W=Wand;S=System) = 1,00 [-]
Einflussfaktor f nach Tabelle 1 (interpoliert):
Verhältnis $\mu_L =$ WENN($L_1/L_2 \geq 1; L_1/L_2; L_2/L_1$) = 1,00 [-]
f = TAB("EC6_de/Faktor";f;mue= μ_L ;S=System) = 1,00 [-]

Trennwandzuschlag Δq



$$\Delta q = 2 * n * f * h * \frac{g}{l} = \underline{2,71 \text{ kN/m}^2}$$

Der Trennwandzuschlag ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit als Nutzlast anzusetzen! Beim Nachweis der Durchbiegung geht der Trennwandzuschlag als ständig wirkende und damit kriecherzeugende Last ein.

Bewehrungsführung

Aufgrund der konzentrierten Lasteinleitung der Trennwände ist eine zusätzliche Querbewehrung einzulegen.

- für einachsig gespannte Decken ohne Treppenlichtraumprofil (Bild 1, System A) gilt:

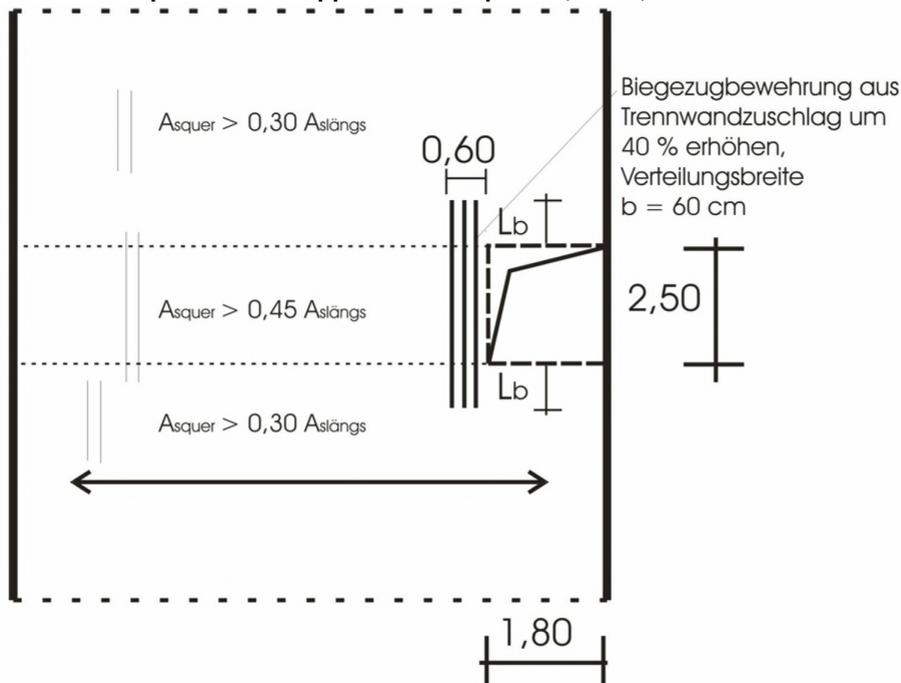
$$A_{s, \text{quer}} > 0,30 A_{s, \text{längs}}$$

- für einachsig gespannte Decken mit Treppenlichtraumprofil (Bild 1, System B) gilt:

$$A_{s, \text{quer}} > 0,45 A_{s, \text{längs}}$$

$A_{s, \text{quer}} > 0,60 A_{s, \text{längs}}$ auf einer Breite von 60cm im Aussparungsbereich (siehe Bild 2)

Bild 2: Erforderliche Querbewehrung für einachsig gespannte Deckenplatten mit Treppenlichtraumprofil 1,80 x 2,50 m

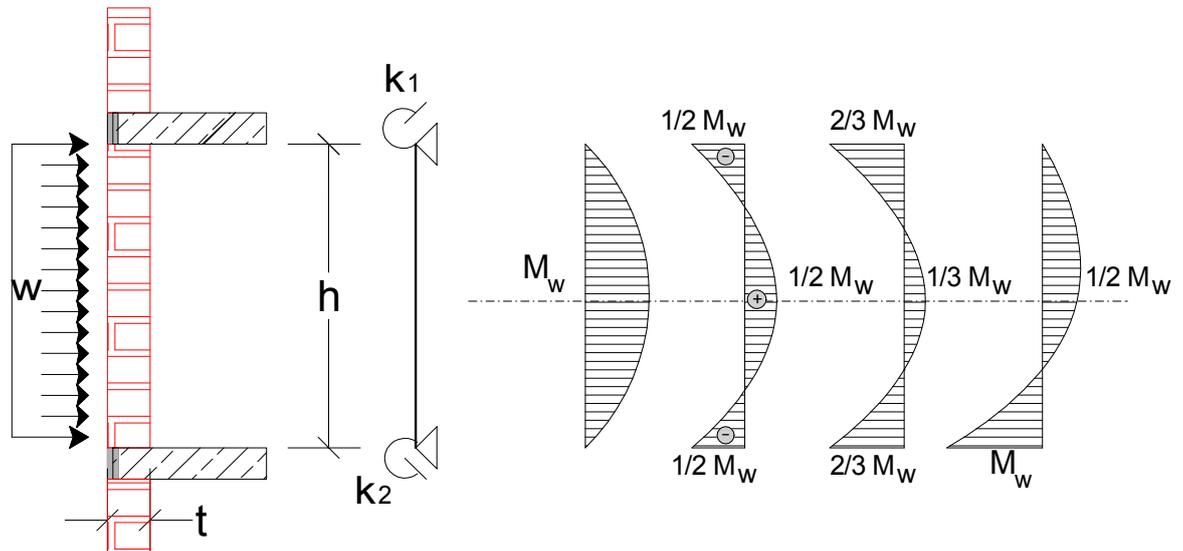


Beschränkung der Durchbiegung

Bei Decken, die nach dem Biegeschlankheitskriterium $d \geq l_i^2/150$ ausgelegt werden, sollten die Deckendurchbiegungen durch konstruktive Maßnahmen von den Trennwänden verträglich aufgenommen werden können. Alternativ ist die Deckendurchbiegung rechnerisch nach DIN 1045-1, Abschnitt 11.3.1 nachzuweisen.

Aussenwand - Biegemomente aus Wind

Die Auswirkungen der Windlasten auf Einzelwände dürfen vernachlässigt werden, wenn die Gebäudehöhen $H \leq 20$ m, die Wanddicken $t \leq 240$ mm und Geschosshöhen $h \leq 3,0$ m sind.



Vorgaben:

lichte Geschosshöhe $h =$	2,65 m
Windlast $w =$	0,80 kN/m ²

Momentenermittlung (Beträge)

Grenzfall freie Lagerung

$$M_w = w \cdot h^2 / 8 = 0,70 \text{ kNm/m}$$

Mittel zwischen Volleinspannung und freier Lagerung

$$M_s = w \cdot h^2 / 16 = 0,35 \text{ kNm/m}$$

$$M_f = w \cdot h^2 / 16 = 0,35 \text{ kNm/m}$$

Grenzfall beidseitige Volleinspannung

$$M_s = w \cdot h^2 / 12 = 0,47 \text{ kNm/m}$$

$$M_f = w \cdot h^2 / 24 = 0,23 \text{ kNm/m}$$

Gelenkig oben, eingespannt unten (z.B. Dachgeschoss)

$$M_s = w \cdot h^2 / 8 = 0,70 \text{ kNm/m}$$

$$M_f = w \cdot h^2 / 16 = 0,35 \text{ kNm/m}$$



Vorwiegend windbelastete, nichttragende Ausfachungswände

Größte zulässige Werte der Ausfachungsfläche von nichttragenden Außenwänden ohne rechnerischen Nachweis
Tabelle NA.C.1

Hinweis:

Die angegebenen Werte gelten für Mauerwerk mindestens der Steindruckfestigkeitsklasse 4 mit Normalmauermörtel mindestens der Gruppe NM IIa und Dünnbettmörtel.

Bei $8\text{ m} < h < 20\text{ m}$: In Windlastzone 4 nur im Binnenland zulässig.

Bei Verwendung von Steinen der Festigkeitsklassen ≥ 12 dürfen die Werte für Wanddicken $\leq 150\text{ mm}$ um $1/3$ vergrößert werden.



Abmessungen:

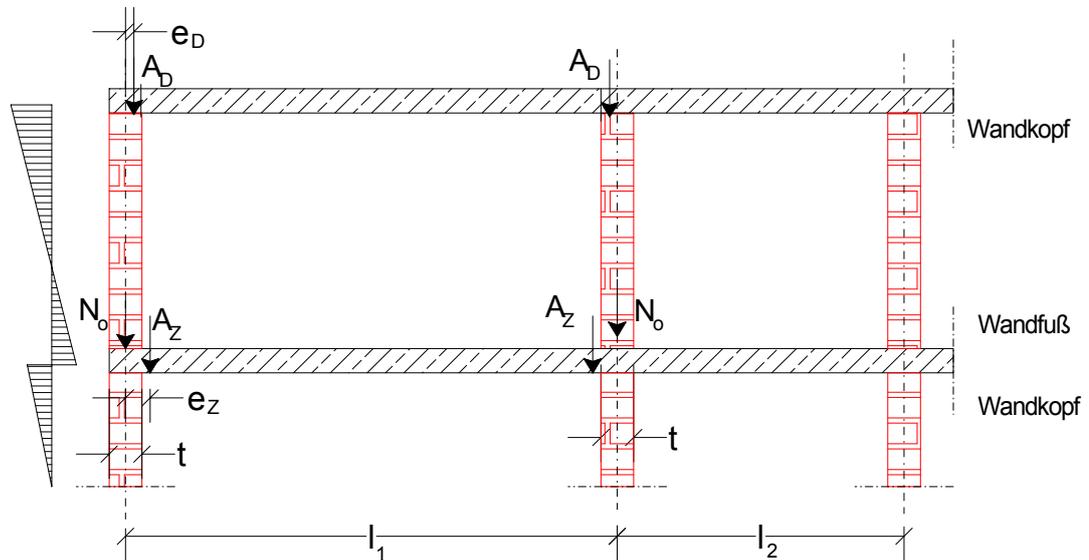
Wandhöhe h_i =			2,29 m
Wandbreite l_i =			2,92 m
Höhe ü. Gelände h =	GEW("EC6_de/NAC1"; h;)	=	bis 8m
Wanddicke t =	GEW("EC6_de/NAC1"; t;h=h)	=	175 mm
Seitenverhältnis v =	h_i / l_i	=	0,78
Ausfachungsfläche			
A_{vorh} =	$h_i * l_i$	=	6,69 m ²
Größte zulässige Ausfachungsfläche:			
A =	TAB("EC6_de/NAC1";A;h=h;t=t;v=zw)	=	17,36 m ²

Nachweis:

$$A_{\text{vorh}} / A = \underline{0,39} \leq 1$$

Vereinfachte Momentenermittlung (5 % - Regel)

⇒ Verkehrslast auf den Geschossdecken $\leq 5 \text{ kN/m}^2$!



Abmessungen:

Wanddicke $t =$		300 mm
2-achsig gespannte Decke $z_2 = \text{GEW}(\text{"EC6_de/JN";jn;})$	=	Ja
Deckenstützweite $l_1 =$		5,00 m
bei 2-achsig gespannten Decken		
Stützweitenverhältnis $\leq 0,5?$ $v_1 = \text{GEW}(\text{"EC6_de/JN";jn;})$	=	Ja
bei Innenknoten zusätzlich		
Deckenstützweite $l_2 =$		4,00 m

Einwirkungen:

Auflagerlasten aus Deckenmessung		
Dachdecke $A_D =$		28,00 kN/m
Zwischendecke $A_Z =$		54,00 kN/m
bei Zwischendecke		
vorh. Normalkraft $N_0 =$		85,00 kN/m

Nachfolgende Werte beziehen sich auf die Knoten gemäß Bild, also von oben nach unten:
Wandkopf - Wandfuß - Wandkopf!

Aussenwand Dachdecke

⇒ $l_1' = \text{WENN}(z_2 = \text{"Ja"} \text{ UND } v_1 = \text{"Ja"}; 2/3 * l_1; l_1)$	=	3,33 m
$e_D = \text{MIN}(0,05 * l_1'; t * 10^{-3} / 3)$	=	0,100 m
$M' = e_D * A_D$	=	2,8 kNm/m
$M_0 = M'$	=	2,8 kNm/m
Ausmitte am Wandkopf		
$e_0 = M_0 / A_D$	=	0,100 m



Aussenwand Zwischengeschoss

$$\begin{aligned}e_z &= 0,05 \cdot l_1' &= & 0,167 \text{ m} \\M' &= e_z \cdot A_Z &= & 9,0 \text{ kNm/m} \\M_u &= 1/2 \cdot e_z \cdot A_Z &= & 4,5 \text{ kNm/m} \\M_o &= 1/2 \cdot e_z \cdot A_Z &= & 4,5 \text{ kNm/m} \\ \text{Ausmitte am Wandfuß} \\e_u &= A_Z / (2 \cdot N_o) \cdot e_z &= & 0,053 \text{ m} \\ \text{Ausmitte am Wandkopf} \\e_o &= A_Z / (2 \cdot (N_o + A_Z)) \cdot e_z &= & 0,032 \text{ m}\end{aligned}$$

Innwand Dachdecke



$$\begin{aligned} \text{Ausmitte am Wandkopf} \\e_o &= e_D &= & 0,033 \text{ m}\end{aligned}$$

Innenwand Zwischengeschoss

$$\begin{aligned}e &= 0,05 \cdot (l_1 - l_2) &= & 0,050 \text{ m} \\e_z &= \text{WENN}(z2=\text{"Ja"}; 2/3 \cdot e; e) &= & 0,033 \text{ m} \\M_u &= 1/2 \cdot e_z \cdot A_Z &= & 0,9 \text{ kNm/m} \\M_o &= 1/2 \cdot e_z \cdot A_Z &= & 0,9 \text{ kNm/m} \\ \text{Ausmitte am Wandfuß} \\e_u &= A_Z / (2 \cdot N_o) \cdot e_z &= & 0,010 \text{ m} \\ \text{Ausmitte am Wandkopf} \\e_o &= A_Z / (2 \cdot (N_o + A_Z)) \cdot e_z &= & 0,006 \text{ m}\end{aligned}$$