

Florian Degiuli M. Sc.

Unbewehrte Betonwände nach EC 2

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls

S441.de Stahlbeton-Wand, unbewehrt – EC 2, DIN EN 1992-1-1:2011-01

Eine Betonwand darf als unbewehrtes Bauteil ausgeführt sein, wenn neben der Einhaltung aller Anwendungsgrenzen die erforderlichen Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit erfüllt sind. Nach EC2 sind neben dem Nachweis der Querschnittstragfähigkeit der Stabilitätsnachweis und der Querkraftnachweis zu führen. Als Lasten sind Vertikallasten in Scheibenrichtung sowie Einzelmomente und Horizontallasten in Plattenrichtung möglich. Eine Wand, die nicht als unbewehrtes Bauteil ausführbar ist, kann mit der Option „Alternativposition“ schnell und unkompliziert als bewehrte Wand bemessen werden.

The screenshot displays the mbAEC software interface for configuring an unbewehrt wall. The left pane shows the 'Eingabe' (Input) section with the following parameters:

- Positionstyp: 1
- Typ: zweiseitig gehaltene Wand (oben, unten)
- Wandabmessungen: 7
- l_w : 2.750 m (lichte Höhe)
- l : 6.000 m (Gesamtlänge)
- J/N: Knicklänge manuell vorgeben
- Öffnungen: J/N vorgeben
- Deckenaufleger: DA Art jinnen, Art der Auflager

The right pane shows the 'Ausgabe' (Output) section with the following data:

Pos. S441.de Unbewehrte Wand

System: M 1:150

Wand: zweiseitig gehalten

Material: Beton C 20/25

Belastungen: Vertikallasten

Einwirkung: Gk, EG Wand

Kombinationen nach DIN EN 1990

Ek	Typ	$Z (y^* \psi * EW)$
1	GK	1.35 * Gk

The diagram shows a wall with a height of 2.75 m and a length of 6.00 m. The wall is supported by a foundation with a width of 0.16 m.

Allgemeines

DIN EN 1992-1-1 [1] behandelt im Kapitel 12 Bauteile aus unbewehrtem Beton. Demnach können überwiegend auf Druck beanspruchte Bauteile wie Wände, Stützen oder Fundamente in bestimmten Anwendungsgrenzen als unbewehrte oder gering bewehrte Bauteile ausgeführt werden. Dabei gelten die Bauteile als unbewehrt (ohne Bewehrung) bzw. gering bewehrt, wenn deren Bewehrungsanteil geringer ist als die Mindestbewehrung ist.

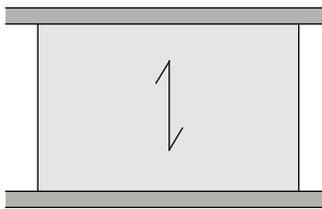
System

Lagerungsbedingungen

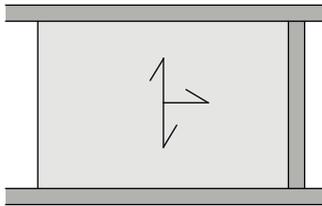
Die Lagerung der Wand wird über den Positionstyp festgelegt. Es stehen folgende Positionstypen zur Verfügung:

- zweiseitig gehaltene Wand (vgl. Bild 1a)
- dreiseitig gehaltene Wand (vgl. Bild 1b)
- vierseitig gehaltene Wand (vgl. Bild 1c)

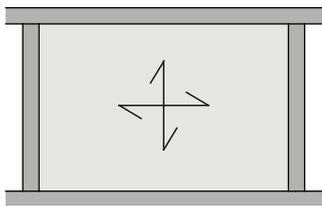
Als statisches System der unbewehrten Wand wird immer der Eulerfall 2 (Pendelstab) zugrunde gelegt.



a) zweiseitig gehaltene Wand (oben, unten)



b) dreiseitig gehaltene Wand (oben, unten, einseitig)



c) vierseitig gehaltene Wand (oben, unten, beidseitig)

Bild 1. Positionstypen

Geometrie

Die Wandgeometrie wird über die lichte Höhe l_w und die Gesamtlänge l definiert. Darüber hinaus können optional die Knicklänge der Wand sowie Wandöffnungen vorgegeben werden. Wandöffnungen müssen die Bedingungen nach Gleichungen (1) und (2) erfüllen.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt
Nachweise	Ausgabe		Erläuterung
Positionstyp 1			
Typ zweiseitig gehaltene Wand (oben, unten)			
Wandabmessungen 7			
l_w	2.750 m	lichte Höhe	
l	6.000 m	Gesamtlänge	
J/N	<input type="checkbox"/> Knicklänge manuell vorgeben		
Öffnungen			
J/N	<input checked="" type="checkbox"/> vorgeben		
Deckenaufleger 13			
DAArt	Innen	Art der Auflagerung	

Bild 2. Eingabe „System“

Knicklängenermittlung

Soweit die Knicklänge der Wand nicht manuell vorgegeben wird, erfolgt deren Ermittlung nach [1]. Dabei wird zunächst die Knicklänge aus den Lagerungsbedingungen oben und unten (Pendelstab) sowie der lichten Höhe l_w ermittelt. Der Einfluss der Querwände wird über den Faktor β gemäß [1], 12.6.5.1 berücksichtigt.

Die Knicklängen gelten nach [1], Tabelle 12.1 für Wände, deren Öffnungen die Bedingungen nach Gleichungen (1) und (2) erfüllen.

Höhe der Öffnungen:

$$h_{\ddot{o}} \leq \frac{l_w}{3} \tag{1}$$

Fläche der Öffnungen:

$$A_{\ddot{o}} \leq 0,1 \cdot (l_w \cdot l) \tag{2}$$

Belastungen

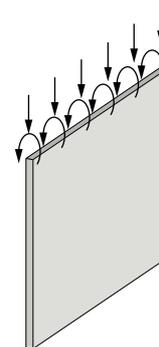
Eigengewicht

Falls gewünscht, erfolgt die Ermittlung des Wandeigengewichts automatisch, in Abhängigkeit der eingegebenen lichten Wandhöhe l_w und der Wanddicke h mit einer Betonwichte von $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$.

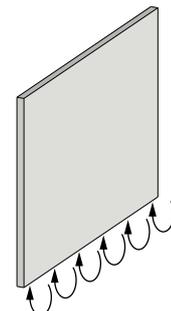
Belastungen in Scheiben- und Plattenrichtung

Äußere Belastungen in Scheiben- und Plattenrichtung können über folgende Lasteingaben vorgegeben werden:

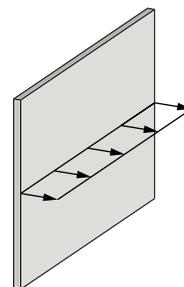
- Belastungen am Kopf
- Belastungen am Fuß
- Streckenlast horizontal auf die Wand
- Gleichflächenlast horizontal auf die Wand
- Blockflächenlast horizontal auf die Wand
- Trapezflächenlast horizontal auf die Wand



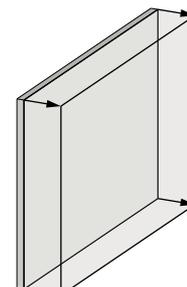
a) Belastungen am Kopf



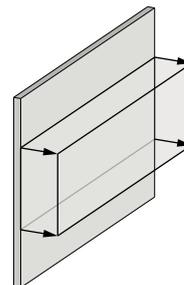
b) Belastungen am Fuß



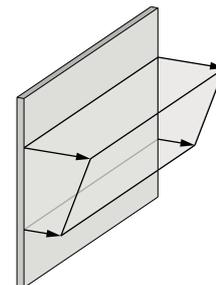
c) Streckenlast horizontal auf die Wand



d) Gleichflächenlast horizontal auf die Wand



e) Blockflächenlast horizontal auf die Wand



f) Trapezflächenlast horizontal auf die Wand

Bild 3. Äußere Belastungen

In Scheibenebene können ausschließlich Vertikallasten definiert werden. Diese wirken am Wandkopf und können mit einer zusätzlichen Ausmitte definiert werden.

In Plattenrichtung können Einzelmomente und Horizontal-lasten vorgegeben werden. Die Einzelmomente können in Form von Kopf- und Fußmomenten eingegeben werden. Als Horizontallasten sind Linienlasten sowie beliebige Flächen-lasten (Gleich-, Block-, Trapezflächenlasten) möglich.

Lastabtrag

Weitere Belastungen können als „Lastabtrag“ aus einer anderen Position komfortabel eingegeben werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten BauStatik-Modulen zugegriffen werden.

Material/Querschnitt

Normalbetonwände

Im Falle einer Normalbetonwand sind die Festigkeitsklasse und die Wanddicke h vorzugeben. Als Betongüte stehen alle Normalbetone nach DIN EN 1992-1-1 [1] zur Auswahl. Nach DIN EN 1992-1-1/NA, NCI Zu 12.6 [2] ist die Betonfestigkeitsklasse C35/45 die rechnerisch maximal zulässige Betonfestigkeitsklasse. Entsprechend wird bei höheren Betonfestigkeitsklassen programmseitig eine maximale Betondruckfestigkeit von $f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ für die Nachweise angenommen.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt
Nachweise		Ausgabe	Erläuterung
Werkstoff			53
Art	Normal		
Festigkeitsklasse Normalbeton			54
C	C 20/25		
J/N	<input type="checkbox"/> Ausführung als Betonfertigteil		
Rechteckquerschnitt			57
h	16.0 cm	Wanddicke	

Bild 4. Eingabe „Material/Querschnitt“ für Normalbetonwände

Leichtbetonwände

Bei Leichtbetonwänden ist neben der Festigkeitsklasse die Trockenrohddichte ρ und die Wanddicke h zu definieren. Analog zu Normalbetonwänden darf rechnerisch keine höhere Festigkeitsklasse als LC20/22 ausgenutzt werden. Bei höheren Betondruckfestigkeitsklassen wird automatisch eine maximale Betondruckfestigkeit von $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$ angenommen.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt
Nachweise		Ausgabe	Erläuterung
Werkstoff			53
Art	Leicht		
Festigkeitsklasse Leichtbeton			55
LC	LC 20/22		
ρ	1200.0 kg/m ³	Trockenrohddichte	
J/N	<input type="checkbox"/> Ausführung als Betonfertigteil		
Rechteckquerschnitt			57
h	16.0 cm	Wanddicke	

Bild 5. Eingabe „Material/Querschnitt“ für Leichtbetonwände

Nachweise

Es werden die Nachweise der Tragfähigkeit, der Stabilität und der Querkraft geführt.

Nachweis der Querschnittstragfähigkeit

Der Nachweis der Querschnittstragfähigkeit gilt als erfüllt, wenn der Bemessungswert der Normalkraftbeanspruchung n_{Ed} kleiner ist als der Bemessungswert der Normalkrafttragfähigkeit n_{Rd} .

$$n_{Ed} \leq n_{Rd} \quad (3)$$

mit

n_{Ed} Normalkraftbeanspruchung
 n_{Rd} Normalkrafttragfähigkeit

Für zentrisch gedrückte Wände wird die Normalkrafttragfähigkeit n_{Rd} nach Gleichung (4) berechnet. Für exzentrisch gedrückte Wände wird die zusätzliche Momentenbeanspruchung durch eine entsprechende Reduzierung der Normalkrafttragfähigkeit n_{Rd} berücksichtigt, siehe Gleichung (5).

$$n_{Rd} = \eta \cdot f_{cd,pl} \cdot h \quad (4)$$

$$n_{Rd} = \eta \cdot f_{cd,pl} \cdot h \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{e}{h}\right) \quad (5)$$

mit

$\eta \cdot f_{cd,pl}$ wirksame Bemessungsdruckfestigkeit,
 $\eta = 1$ (vgl. [1], Gl. 3.21)
 h Wanddicke
 e die Lastausmitte von n_{Ed}

Stabilitätsnachweis

Nach [2], NCI Zu 12.6.5.1 (NA.6) muss der Stabilitätsnachweis geführt werden, wenn die Bedingung nach Gleichung (6) nicht mehr eingehalten ist.

$$\frac{l_0}{h} \leq 2,5 \quad (6)$$

mit

l_0 Knicklänge
 h Wanddicke

Der Nachweis erfolgt nach Gleichung (3), wobei die Normalkrafttragfähigkeit nach Gleichung (7) ermittelt wird.

$$n_{Rd} = f_{cd,pl} \cdot h \cdot \Phi \quad (7)$$

mit

$f_{cd,pl}$ Bemessungsdruckfestigkeit
 h Wanddicke
 Φ Faktor zur Berücksichtigung der Lastausmitte nach [1], Gl. 12.11

Querkraftnachweis

Gemäß [1], 12.6.3 gilt der Nachweis der Querkraft als erfüllt, wenn der Bemessungswert der Querkraftbeanspruchung τ_{cp} kleiner als der Bemessungswert der Betonfestigkeit bei Querkraft und Druck f_{cvd} ist.

$$\tau_{cp} \leq f_{cvd} \tag{8}$$

mit

τ_{cp} Normalkraftbeanspruchung
 f_{cvd} Normalkrafttragfähigkeit

Bei einem Querschnitt, bei dem eine Querkraft V_{Ed} und eine Normalkraft N_{Ed} über eine Druckzone A_{cc} wirken, sind die Bemessungswerte der Spannungen wie folgt anzusetzen:

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{Rd}}{A_{cc}} \tag{9}$$

$$\tau_{cp} = 1,5 \cdot \frac{V_{Ed}}{A_{cc}} \quad \text{für Rechteckquerschnitte} \tag{10}$$

Der Bemessungswert der Betonfestigkeit bei Querkraft und Druck wird nach den folgenden Gleichungen ermittelt:

$$\sigma_{c,lim} = \sigma_{cd,pl} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd,pl} \cdot (f_{ctd,pl} + f_{cd,pl})} \tag{11}$$

wenn $\sigma_{cp} \leq \sigma_{c,lim} \rightarrow$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd,pl}^2 + (\sigma_{cp} \cdot f_{ctd,pl})} \tag{12}$$

wenn $\sigma_{cp} > \sigma_{c,lim} \rightarrow$

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd,pl}^2 + (\sigma_{cp} \cdot f_{ctd,pl}) - \left(\frac{\sigma_{cp} - \sigma_{c,lim}}{2}\right)^2} \tag{13}$$

Berechnungsgrenzen

Für unbewehrte Wände sind die Bedingungen nach Gleichungen (14) und (15) einzuhalten. Bei Nichteinhaltung der Bedingungen kann die Wand nicht als unbewehrte Wand ausgeführt werden.

Einhaltung des Duktilitätskriteriums:

$$\frac{e_d}{h} < 0,4 \tag{14}$$

Einhaltung der Grenزشlankheit:

$$\lambda \leq 86 \tag{15}$$

Beide Bedingungen werden programmseitig überprüft, bei Nichteinhaltung wird der Anwender durch eine entsprechende Fehlermeldung darauf hingewiesen.

Berechnung als bewehrte Wand

Stellt sich heraus, dass die im Modul S441.de eingegebene Wand nicht als unbewehrte Wand berechnet werden kann, weil entweder die Berechnungsgrenzen nicht eingehalten sind oder die Tragfähigkeit überschritten ist, kann die Position direkt mit einer „neuen Position als Alternative“ als bewehrte Wand berechnet werden, ohne dass bereits getätigte Eingaben wiederholt werden müssen.

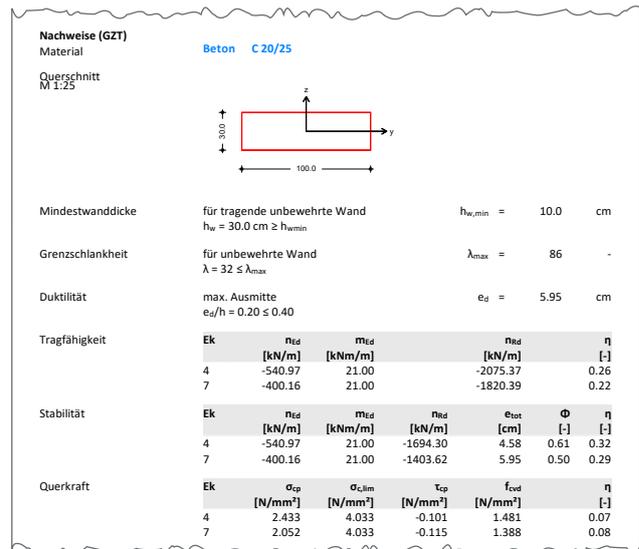


Bild 6. Ausgabe der Tragfähigkeits- und Stabilitätsnachweise

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Ausgabeumfang kann in gewohnter Weise gesteuert werden.

Neben maßstabsgetreuen Skizzen werden die Schnittgrößen und Nachweise unter Angabe der Berechnungsgrundlage und Einstellungen des Anwenders tabellarisch und grafisch ausgegeben.

Florian Degiuli M. Sc.
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1:2011-01, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton - und Spannbetontragwerken Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.
- [2] DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01, Eurocode 2: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau.

Preise und Angebote

S441.de Stahlbeton-Wand, unbewehrt

Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/S441.de>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenz je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: August 2020

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (64)

Preisliste siehe www.mbaec.de