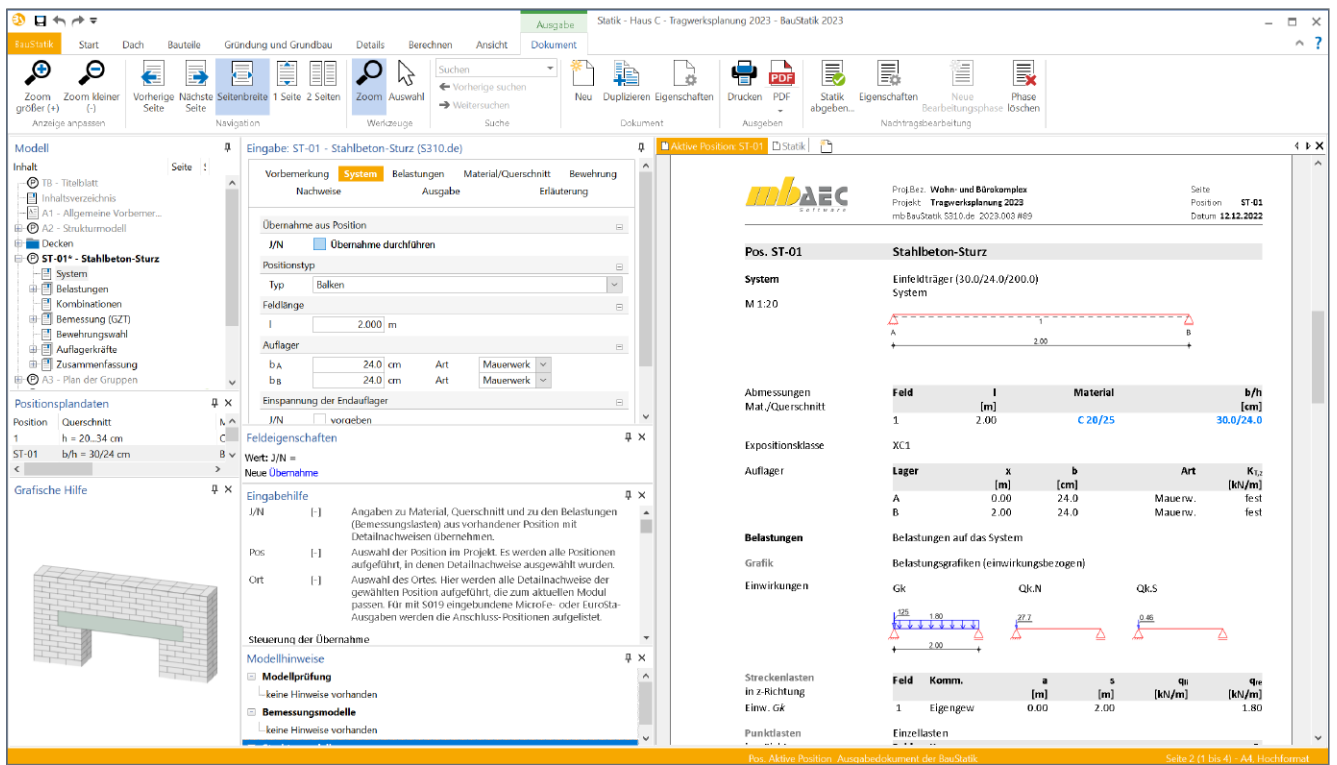


Dipl.-Ing David Hübel

Stahlbeton-Sturz in Mauerwerkwänden

Leistungsbeschreibung des BauStatik-Moduls S310.de Stahlbeton-Sturz

Tür-, Fenster- und Toröffnungen sind Bestandteil jeder Planung. Geringe Öffnungs- und Aussparungsbreiten können im Mauerwerksbau durch Lagerfugenbewehrungsstahl oder durch einfache Gewölbewirkung überbrückt werden. Größere Öffnungen müssen zur Verteilung der Lasten über den Öffnungen und Aussparungen mit einem Sturzträger überbrückt werden. Das Modul S310.de bemisst Stahlbeton-Stürze zur Überbrückung von Öffnungen in Mauerwerkswänden nach Eurocode 2.



System

Im Kapitel „System“ werden alle Eingaben getroffen, die notwendig sind, um das statische System des Bauteils zu definieren. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um den Positionstyp, die Feldlängen und die Lagerungsbedingungen. Alle weiteren Detaillierungen erfolgen im Kapitel „Material/Querschnitt“.

Es stehen die Positionstypen „Balken“ und „Plattenbalken“ zur Verfügung.

Die Lagerung kann wahlweise indirekt, direkt oder auf Mauerwerk erfolgen.

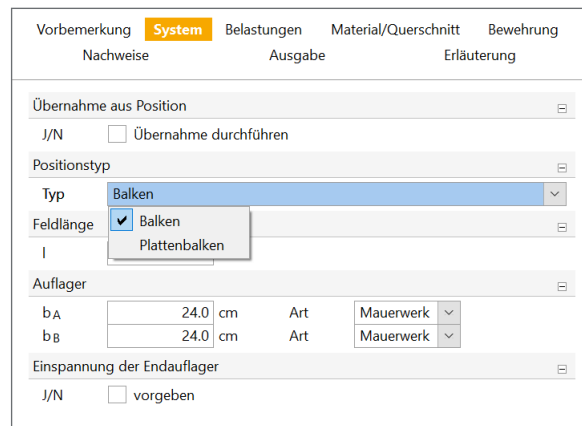


Bild 1. Eingabe „System“

Einspannung der Endauflager

Für die Endauflager können elastische Einspannungen berücksichtigt werden. Dies kann durch direkte Eingabe der Prozentualen Einspannung erfolgen.

Die prozentuale Einspannung wird realisiert, indem an die Endauflager des statischen Systems fiktive unbelastete Felder angehängt werden, deren Feldlänge als Maß für den Grad der Einspannung dient. Die Feldlänge für eine Teileinspannung errechnet sich wie folgt:

$$l_e = \frac{l}{E/100} - l \quad (1)$$

Dabei ist:

- l_e Ersatzlänge des fiktiven Feldes
- E Einspanngrad in %
- l Feldlänge des Feldes

Bei einem Sturzträger mit einseitiger Einspannung hat dies zur Folge, dass ein Einspanngrad von 50% eine Halbierung des Einspannmomentes gegenüber Volleinspannung bewirkt.

Prozentuale Einspannungen eignen sich besonders, um die Einspannung in eine Stahlbeton-Wandscheibe oder Deckenfelder abzubilden, die nicht Teil der Bemessung sind. Der Einspanngrad kann mithilfe der vorgenannten Gleichung ermittelt werden.

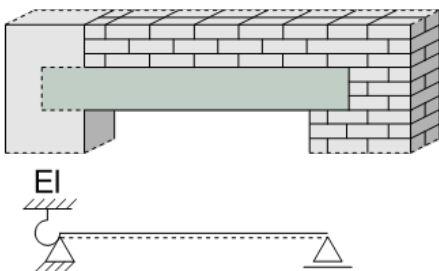


Bild 2. Einspannung Endauflager

Proj. Bez. Wohn- und Bürokomplex
Projekt Tragwerksplanung 2023
mb BauStatik 5310.de 2023.003 #89

Seite Position St-01
Datum 12.12.2022

Pos. St-01 Stahlbeton-Sturz

System
Einfeldträger (30.0/24.0/200.0)
System
M 1:20

Abmessungen Mat./Querschnitt	Feld	l [m]	Material	b/h [cm]
	1	2,00	C 20/25	30,0/24,0

Expositionsklasse: XC1

Auflager	x [m]	b [cm]	Art	K _{1,2} [kN/m]
A	0,00	24,0	Mauerw.	fest
B	2,00	24,0	Mauerw.	fest

Lager	a _{1,min} [m]	h _c [m]	Art
A	1,25	2,60	KS-P 8/DM
B	0,30	2,60	KS-P 8/DM

Bild 3. Ausgabe „System“

Belastungen

Als Lasten stehen Gleichlasten, Trapezlasten, Einzellasten und Einzelmomente zur Verfügung. Temperaturänderungen können ebenfalls berücksichtigt werden. Das Eigengewicht des Stahlbeton Durchlaufträgers sowie des aufliegenden Mauerwerks kann programmseitig ermittelt werden.

Bei den Lastarten Gleichlast und Einzellast kann die Höhe des Lastangriffs über dem Sturz vorgegeben werden. Die Lasten werden dann nur entsprechend den Anteilen im Lastdreieck berücksichtigt.

Die Belastungen können zudem wie in der BauStatik üblich als „Lastabtrag“ aus einer vorhandenen Position komfortabel eingegeben werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten BauStatik-Modulen sowie auf MicroFe-Ergebnisse zugegriffen werden. Bei der Lastübernahme steht der übliche Umfang der Steuerung der Übernahme zur Verfügung.

Lastdreieck

Aufgrund der Gewölbewirkung werden nur Lasten, die sich innerhalb eines gleichseitigen Lastdreiecks über dem Sturz befinden, berücksichtigt. Dieses wird aus der effektiven Stützweite des Sturzes l_{eff} und unter 60° verlaufenden Schenkeln gebildet. Die Fläche des Dreiecks errechnet sich zu:

$$A_D = \frac{l^2}{4} \cdot \tan 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot l^2 \quad (2)$$

mit l Feldlänge

Alle Lasten, die in dem Lastdreieck wirken, z.B. Deckeneigenlast, ständige Lasten, sowie Nutzlasten, die Eigenlast des Mauerwerks und Einzellasten (gegebenenfalls auch außerhalb des Lastdreiecks), sind bei der statischen Bemessung des Sturzes zu berücksichtigen

Eigengewicht des Mauerwerks

Das Eigengewicht des Mauerwerks ergibt sich aus der Fläche des Lastdreiecks multipliziert mit der Last der Wand pro Quadratmeter Wandfläche.

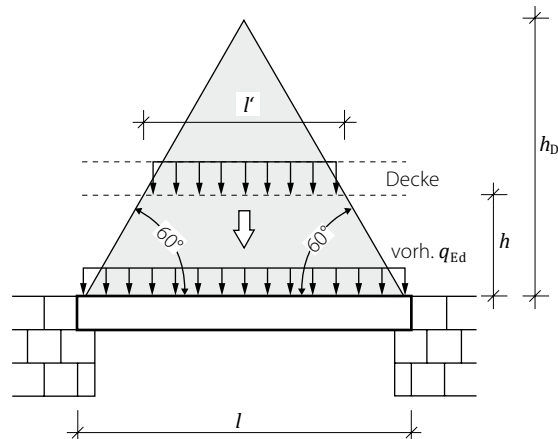


Bild 4. Lastdreieck über dem Sturz

Gleichlasten

Gleichlasten oberhalb des Belastungsdreiecks, z.B. aus einer Decke, bleiben bei der Bemessung der Träger unberücksichtigt. Gleichlasten, die innerhalb des Belastungsdreiecks als gleichmäßig verteilte Last auf das Mauerwerk wirken, sind nur auf der Strecke, in der sie innerhalb des Dreiecks liegen l' , anzusetzen (Bild 4).

Für eine Linienlast mit der Höhe h über dem Sturz gilt:

$$l' = l - 2 \cdot \frac{h}{\tan 60^\circ} = l - \frac{2}{\sqrt{3}} \cdot h \quad (3)$$

mit
 l Feldlänge
 h Höhe des Lastangriffs über dem Sturz

Einzellasten

Für Einzellasten, die innerhalb oder in der Nähe des Lastdreiecks liegen, darf eine Lastverteilung von 60° angenommen werden. Liegen Einzellasten außerhalb des Lastdreiecks, so brauchen sie nur berücksichtigt zu werden, wenn sie noch innerhalb der Stützweite des Trägers und unterhalb einer Horizontalen angreifen, die 250 mm über der Dreieckspitze liegt. Auch hier wird eine Ersatzlinienlast q_F ermittelt, für die gilt:

$$l_F = \frac{2 \cdot h_F}{\tan 60^\circ} \quad (4)$$

$$q_F = \frac{F}{l_F}$$

mit
 l Feldlänge
 h_F Höhe des Lastangriffs der Einzellast über dem Sturz

Diese Linienlast wird auf einer Länge zwischen Koordinaten X_1 und X_2 berücksichtigt.

$$X_1 = a_F - \frac{h_F}{\sqrt{3}} \geq 0 \quad (5)$$

$$X_2 = a_F + \frac{h_F}{\sqrt{3}} \geq 0 \quad (6)$$

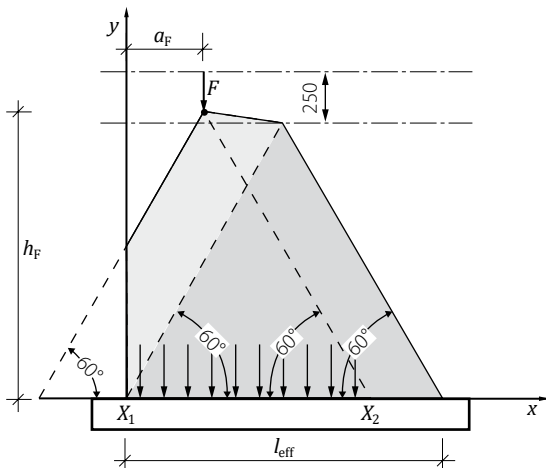


Bild 5. Einzellast über Wandöffnungen bei Gewölbewirkung

Material/Querschnitt

Alle Festigkeitsklassen von Normal- und Leichtbeton stehen als Material für die Sturzträger zur Verfügung. Die Festigkeitsklasse der Betonstahlbewehrung kann für Längs- und Querkraftbewehrung vorgegeben werden.

Die Definition des Querschnitts erfolgt durch die Vorgabe des Rechteckquerschnitts des Trägers. Die Betondeckung kann wahlweise durch die Vorgabe der Expositionsclassen oder durch eine manuelle Vorgabe getrennt für einzelne Kanten des Stahlbeton-Sturzes vorgegeben werden.

Bild 6. Eingabe „Material/Querschnitt“

Bei dem Positionstyp „Plattenbalken“ kann die mitwirkende Breite b_{eff} manuell vorgegeben werden. Erfolgt keine manuelle Vorgabe, erfolgt die programmseitige Ermittlung nach den Regeln des EC 2, Abschnitt 5.3.2.1.

Auswahl Expositionsclassen

Die Auswahl der Expositionsclassen erfolgt bezogen zu den einzelnen Flächen des Sturzträgers.

Wahlweise kann eine bauteilbezogene Definition erfolgen oder eine projektbezogen verwaltete Gruppe an Expositionsclassen ausgewählt werden. Die zentrale Definition von Gruppen von Expositionsclassen erfolgt im ProjektManager.

Bewehrung

Die Ermittlung der erforderlichen Längsbewehrung erfolgt entsprechend der definierten Vorgaben für die obere und untere Lage.

Die Steuerung der Längsbewehrung erfolgt unter Vorgabe eines minimal und maximal zulässigen Durchmessers und einer minimalen sowie maximalen Anzahl der Bewehrungsstäbe. Der Durchmesser der Bügelbewehrung erfolgt unter Vorgabe des gewählten Durchmessers und der Schnittigkeit der Bügelbewehrung.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt	Bewehrung
Nachweise		Ausgabe		Erläuterung

Randabstände

Art Ermittlung über Expositionsklassen;
 Betondeckung manuell
 Achsabstand manuell

Parameter für untere Bewehrung

min n	2	max n	10
min d _s	8 mm	max d _s	28 mm

Parameter für obere Bewehrung

min n	2	max n	10
min d _s	8 mm	max d _s	28 mm

Schubbewehrung zwischen Balkensteg und Gurt

	min s _f [cm]	max s _f [cm]	d _s [mm]	Δs _f [cm]
1	5.0	25.0	10	2.5

Querkraftbewehrung

	min s _w [cm]	max s _w [cm]	d _s [mm]	Δs _w [cm]
1	5.0	25.0	10	2.5

Bild 7. Eingabe „Bewehrung“

Bei dem Positionstyp „Plattenbalken“ erfolgt die Wahl der Schubbewehrung unter Beachtung des minimalen und maximalen Abstandes der Stäbe, des Stabdurchmessers und der Schrittweite für den Stababstand.

Ermittlung der Betondeckung

Neben der automatischen Ermittlung der Betondeckung unter Beachtung der definierten Expositionsklassen können wahlweise die Achsabstände oder die Betondeckung manuell vorgegeben werden. Die Definition der Expositionsklassen bleibt auch dann erhalten, wenn die Betondeckung manuell eingetragen wird.

Proj.Bez. Wohn- und Bürokomplex
 Projekt Tragwerksplanung 2013
 mb-BauStatik S310.de 2023.003 #89

Seite: 51-01
 Position:
 Datum: 12.12.2022

Bewehrungswahl

untere Längsbewehrung

Feld	gew.	A _s [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
1	GB 2ø 8	1.01	-0.01	2.02	0.13	0.13	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

obere Längsbewehrung

Aufl.	gew.	A _s [cm ²]	a [m]	l [m]	l _{bd,l} [m]	l _{bd,r} [m]	Lage
A	GB 2ø 8	1.01	-0.01	2.02	0.13	0.13	1

(Längen inkl. Verankerungslängen, ohne Stöße)

Längsbewehrung M 1.25

As [cm²]

Querkraftbewehrung (Bügel)

Feld	x _a [m]	x _e [m]	d _s [mm]	s [cm]	Schn. [-]	s _w [cm ² /m]
1	0.12	1.88	ø10	15.0	4	20.94

Zur Einhaltung der maximalen Bügelabstände in Querrichtung wurde die Schnittigkeit in Feld 1 entsprechend erhöht.

Bild 8. Ausgabe „Bewehrungswahl“

Nachweise

Der Nachweis von Stahlbeton-Sturzträgern beinhaltet neben den Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit (Biegung und Querkraft) auch den Nachweis der Begrenzung der Biegeschlankheit im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit.

Grenzzustand der Tragfähigkeit

Der Nachweis bzw. die Bemessung des Sturzträgers erfolgt gemäß DIN EN 1992-1-1, Abs. 6.

Bei einem Plattenbalken wird neben der Längs- und Querkraftbewehrung auch der Nachweis der Schubkräfte zwischen Steg und Gurt geführt.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt	Bewehrung
Nachweise		Ausgabe		Erläuterung

Kombinatorik

Art automatische Kombination der Einwirkungen;
 manuelle Kombination der Einwirkungen

Grenzzustand der Tragfähigkeit

J/N Nachweise führen

Ermittlung der Zugkraftdeckungsline

Art infolge Querkraft
 Versatzmaß

Ermittlung der Bemessungsmomente

Art Bemessung mit maximalem Stützmoment
 Bemessung am Anschnitt

J/N Einspannung am Endauflager
 Ort beidseitig

Querkraftbemessung

J/N direkte Kräfteinleitung
 J/N auflagernahe Einzellasten reduzieren

Mindestbewehrung

J/N Längsbewehrung
 J/N Querkraftbewehrung

Steuerung der Längsbewehrung

J/N Begrenzung der Druckzonenhöhe

Mauerwerksauflager

J/N Nachweis führen

Bild 9. Eingabe „Nachweise (GZT)“

Mauerwerksauflager nach DIN EN 1996

Gemäß DIN EN 1996-1-1, Abs. 6.1.3 kann in dem Modul S310.de der Nachweis der Auflagerpressung des Mauerwerksauflagers geführt werden.

Im Kapitel Nachweis muss hierzu neben dem minimalen Abstand vom Wandende zu dem am nächsten gelegenen Rand der belasteten Fläche und der Höhe der Wand bis zur Ebene der Lasteinleitung die Mauersteinart gewählt werden.

Vorbemerkung	System	Belastungen	Material/Querschnitt	Bewehrung
Nachweise		Ausgabe		Erläuterung

Mauerwerksauflager

J/N Nachweis führen

	Lager	a _{1,min} [m]	h _c [m]	Bez
1	Lager A	1.250	2.600	KS-P 8/DM ...
2	Lager B	0.300	2.600	KS-P 8/DM ...

Bild 10. Eingabe „Nachweise - Mauerwerksauflager“

Gemäß DIN EN 1996-1 wird der Spannungsnachweis unter Umständen mit erhöhten Bemessungswerten für die Druckspannungen im Bereich der Lasteinleitung von Einzellasten geführt.

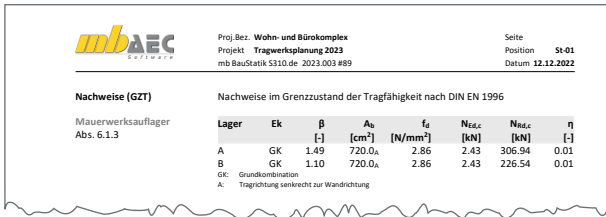


Bild 11. Ausgabe Nachweise „Mauerwerksauflager“

Der Lasterhöhungsfaktor β hängt von der Steinform, dem Randabstand, der Höhe des Lastangriffs und von der Lastausbreitungslänge ab und wird in der Ausgabe entsprechend dokumentiert.

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Im Kapitel „Nachweise“ kann wahlweise der Verformungsnachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit sowie der Rissbreitennachweis ausgewählt werden.

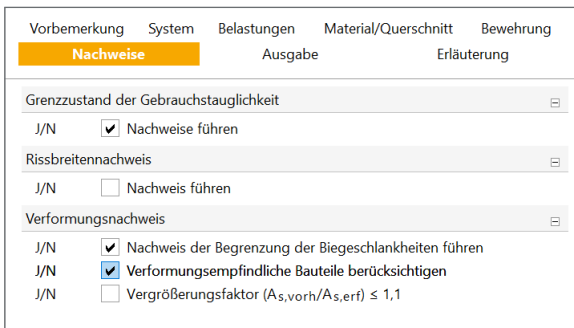


Bild 12. Eingabe „Nachweise - Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit“

Der Verformungsnachweis wird als Nachweis der Begrenzung der Biegeschlankheit gemäß DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04, NCI zu 7.4.2 (2) geführt.

Hierbei wird die zulässige Biegeschlankheit der vorhandenen Biegeschlankheit gegenübergestellt. Wird die zulässige Biegeschlankheit überschritten, wird der Bewehrungsgrad entsprechend erhöht.

Wahlweise können verformungsempfindliche Bauteile berücksichtigt werden. Darüber hinaus kann die Empfehlung des DAfStb-Heft 600 7.4.2 hinsichtlich des Vergrößerungsfaktor auf 1.1 zu begrenzen berücksichtigt werden.

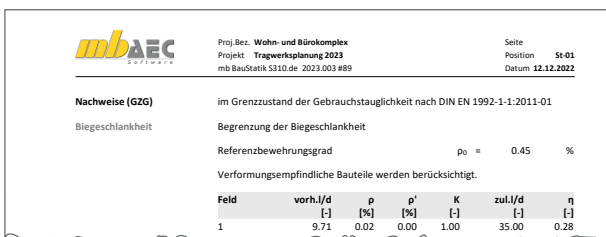


Bild 13. Ausgabe „Nachweis GZG“

Ausgabe

Es wird eine vollständige, übersichtliche und prüffähige Ausgabe der Nachweise zur Verfügung gestellt. Der Anwender kann den Ausgabeumfang in der gewohnten Weise steuern.

Neben maßstabsgetreuen Skizzen des Trägers werden die Schnittkräfte, die Spannungen und die Nachweise unter Angabe der Berechnungsgrundlage und der Einstellungen des Anwenders tabellarisch ausgegeben.

Dipl.-Ing. David Hübel
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010
- [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
- [3] DIN EN 1996-1-1:2010-12, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [4] DIN EN 1996-1-1/NA: 2012-05, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk
- [5] Deutscher Ausschuss für Stahlbetonbau: DAfStb-Heft 600, Erläuterungen zu DIN EN 1992-1-1 und DIN EN 1992-1-1/NA (Eurocode 2), 2012, Beuth-Verlag, Berlin

Preise und Angebote

S310.de Stahlbeton-Sturz –
EC 2, DIN EN 1992-1-1:2011-01,
EC 6, DIN EN 1996-1-1:2010-12
Weitere Informationen unter
<https://www.mbaec.de/modul/S310de>

BauStatik 5er-Paket
bestehend aus 5 BauStatik-Modulen
deutscher Norm nach Wahl

BauStatik 10er-Paket
bestehend aus 10 BauStatik-Modulen
deutscher Norm nach Wahl

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: Februar 2023
Unterstützte Betriebssysteme: Windows 10 (21H1, 64-Bit), Windows 11 (64)

Preisliste: www.mbaec.de